

TÁVKÖZLŐ HÁLÓZATOK ÉS INFORMATIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

Bevezetés

A KÖNYV CÉLKITŰZÉSE

Bármely mű megvalósítása előtt az alkotónak vagy alkotóknak világosan meg kell határozniuk, hogy kinek szánják a művet, és mit akarnak vele elérni. Ez különösen fontos, ha nem csak esztétikai élményt, szórakozást akarnak nyújtani. Talán a legpontosabb meghatározásra szakkönyvek esetében van szükség. Mielőtt azonban körvonaloznánk az olvasói kört, szükséges megfogalmazni azt az üzenetet is, amit a könyv összességében közvetíteni akar.

Ezen könyv elsődleges üzenete, hogy a távközlés és informatika fejlődésének alapos ismerete további fejlesztési lehetőségeket és gazdasági eredményeket kínál. A különböző, kapcsolódó szakterületek együttes áttekintése nemcsak a jobb megértést segíti, hanem új megoldások kialakításának is előfeltétele. Ha a teljes távközlési és informatikai területet be akarjuk mutatni, és érzékeltetni szeretnénk a változások tendenciáit, valamint a lehetséges fejlődési irányokat, akkor a felvetett problémák gyakorlati megvalósításának részleteibe nem szabad belemennünk. A technikai részletek háttérbeszorítása azzal is indokolható, hogy a technológia gyors változását alig lehet követni. A gyakorlati megvalósítás módszerei tehát nem időtállóak, viszont egy nagy volumenű könyvben törekedni kell arra, hogy legalább néhány évig támpontul szolgáljon.

Célunk minden területen az elméleti alapok ismertetése. Itt sem szabad a részletekben elvesznünk, hanem az általános elvek bemutatása után, azok hatásával foglalkozunk. Aki gyakorlati munkájához szeretné megismerni a mesterfogásokat, azok részére a könyvben lévő irodalmi hivatkozások segíthetnek.

A fenti célok alapján meghatározhatjuk az olvasók azon körét, akinek a könyvet szántuk. Legyen birtokában az alapvető matematikai ismereteknek, így például a vektorokkal való számolásnak, a differenciál és integrál kalkulusnak és ne

legyen idegen tőle a valószínűség számítás. Ugyancsak ismerje a fizikának idevonatkozó törvényeit, az elektromágneses hullámok terjedését, az optika alapjait és ne rettenjen meg olyan megoldatlan problémák olvasásakor, melyek során felmerül a korpuszkuláris és hullámjelleg egymásba olvadása. Ezekkel az alapokkal érdeklődő érettségizettek, főiskolai és egyetemi hallgatók vagy végzett mérnökök biztosan rendelkeznek, de régebben végzett diplomások is ismerősnek tekinthetik ezeket a kérdéseket.

A könyv tehát részben műszaki látókör szélesítést, részben továbbképzési célokat szolgál. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy nehéz ezeket a kérdéseket didaktikusan tárgyalni. Ez ugyanis több, mint amennyit egy tantárgy lefedhet, ugyanakkor a kapcsolódások sok esetben csak úgy érthetőek meg, ha fellapozzák a könyvön belüli hivatkozásokat is. Célunk, hogy megfelelő szemléletet adjunk az olvasónak és bemutassuk azokat az elméleti, elvi kérdéseket, melyekkel a változó eszközkészlet mellett munkájuk során találkozhatnak. Célunk továbbá, hogy az itt olvasható módszerek és megfontolások, a változó eszközkészlet ellenére, többé-kevésbé időtállóak legyenek.

A SZERKESZTÉS PROBLÉMÁI

A szakterületek szoros kapcsolódása és a felhasznált átviteli utak függetlensége az átvendő híryanagtól, indokoltá teszi, hogy a távközlést a legszélesebb értelemben használjuk. A telefon, adatátvitel, műsorszórás és szétosztás ugyanazon hálózaton, ugyanazon eszközkészlettel működtethető. Az információ átvitele és irányítása a felhasznált információtól szinte teljesen független bitfolyamokkal valósul meg. A műszaki-minőségi követelmények azonban nagymértékben függenek az információtartalomtól és a felhasználótól. A tartalom független bitfolyamot átvivő- és irányítóeszközök ezen terület hardverjének tekinthetők, a megvalósult szolgáltatások pedig az erre telepített szoftvertől függenek. Az üzleti, társadalmi kapcsolatok és a szakmai vagy szórakoztató információk teszik a távközlést közérdekké, tehát könyvünkben igyekszünk a műszaki megoldásokon túl, a felhasználó igények kielégítésére is kitérni.

Ezzel eljutottunk a nemzetközi szabványosításban kulcsszerepet játszó OSI hierarchiáig. Az olvasók többsége számára csak ismétlésképpen az 1. ábrán bemutatjuk ennek felépítését. Az első három réteg lényege, hogy tetszőleges pontról

a meghatározott helyre vagy helyekre hiba nélkül eljuttassa az információt jelképező bitfolyamokat. Az 5, 6, 7-es réteg már a felhasználó szempontjait tükrözi, melyből kiolvasható, hogy milyen információvédelemmel és milyen célra kívánják az üzeneteket hasznosítani. A köztes 4. réteg pedig a folyamatos, megfelelően védett biztonságos átvitelért felel.

A nemzetközi szabványosítás nemcsak ilyen általános kérdéseket rögzít. A távközlés nemzetközi jellege, a világ bármelyik részének kapcsolódása a hálózathoz, szükségessé teszi a műszaki eszközök együttműködését. Ezért a nemzetközi szabványosítási testületek ezekre vonatkozó ajánlásokat, előírásokat készítenek. A könyvben sokszor fogunk hivatkozni a Nemzetközi Távközlési Unió, az ITU megfelelő bizottságainak ajánlásaira. Ez a közel 150 éves testület a szakemberek vitái és a viták eredménye alapján megszülető, mindenki számára elfogadható ajánlásokkal segíti elő, hogy valóban globális legyen a távközlés. További nemzetközi testületek is hatással vannak a távközlés működésére. Ilyen például az IEC (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság) és az ISO (Nemzetközi Szabványosítási Szervezet), melyek részben a felhasznált berendezésekre, eszközökre, alkatrészekre fogalmazzák meg szabványokat, részben pedig a felhasználói oldal igényeit fogalmazzák meg.

Az elmúlt évtizedekben az európai testületek jelentősége is megnőtt. Ezek közül első helyen kell megemlíteni az ETSI-t (Európai Távközlési Szabványosítási Intézet), amely szoros együttműködésben az ITU-val, dolgozza ki szabványait. Míg az ITU elsősorban a szolgáltatások nemzetközi együttműködését tekinti célnak, és főként távközlési szolgáltatók, üzemeltetők vesznek részt a munkában, addig az ETSI inkább berendezés centrikus és az európai ipar képviselőivel dolgozik együtt. Az IEC-nek megfelelő európai testület a CENELEC (ez az Európai Szabványosítási Bizottsága CEN Elektrotechnikai és Elektronikai önálló részlege), melynek szabványai képezik az előfeltételét, hogy egy-egy termék az európai piacra léphessen. A nemzeti szabványosítási testületek az utóbbi időben főként a nemzetközi szabványok honosítását tekintik elsődleges feladatuknak.

A szerkesztés során lényeges igény volt a hivatkozásokra, hiszen az ITU vonatkozó ajánlásai, az ETSI szabványai több tízezer oldalt tesznek ki. A kézikönyvekben, melyekre szintén hivatkozunk, ezer oldalakra tehető táblázatmennyiség található. Ezen túlmenően a szerzők munkájuk során a

szakirodalom számos alapvető művéből emelték ki a lényegét. Mindezek ismeretében alapelvünk volt, hogy a könyv iránytű legyen a kiterjedt irodalomban való eligazodáshoz.

A TÁVKÖZLÉS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI

A célok és módszerek a könyvben több helyen előfordulnak. A könnyebb áttekinthetőség érdekében itt egy rövid összefoglalást adunk. A célt tömören úgy lehetne megfogalmazni, hogy lehetővé kell tenni különböző helyek között az információátvitelt. Az információ különböző formája, vagyis a *híryananyagok* szerint lehet elsődlegesen megkülönböztetni a távközlési szolgálatokat. Így például attól függően, hogy beszédet, képet, adatot, írott szöveget vagy technológiai folyamatokat vezérlő jeleket viszünk át, különböző távközlési megoldások látszanak a legkedvezőbbnek. Ennek a felosztásnak azonban idővel csökken a jelentősége. Ha valamennyi lehetséges híryananyagot digitalizálva kapcsolunk és továbbítunk, akkor a digitális jelfolyamok részére azonos infrastruktúrát használhatunk. Ezért ennek a régebben elsődleges osztályozásnak jelenleg főként csak a terminálok területén van jelentősége. A terminálokhoz csatlakozó hozzáférési hálózatoknál is még okozhat problémát a különböző sáv szélesség igények kielégítése.

Az osztályozás másik módja, ha a *végpontok számosságát* tekintjük. Pont-pont közötti átvitelről beszélünk, ha az információt egyetlen kijelölt pontról egy célállomásra kívánjuk eljuttatni. Ennek jellegzetes példája a telefon vagy az elektronikuslevél. A pontok lehetnek fixek vagy mobilok, melyek egymással is kapcsolatba léphetnek.

A másik gyakorlatilag ismert és elterjedt távközlési megoldás, amikor egy pontról kiinduló információt több ponton vesznek. Ilyen például a műsorszórás, a műsorszétoosztás, jelzőlámpák központi vezérlése vagy a tájékoztató információk megjelenítése. Az egy pont-több pont közötti információ átvitel lehet akár vezeték nélküli, mint a klasszikus rádiózás akár vezetékes, mint például a kábeltelevízió, vagy működhet műsorszóró műholdak alkalmazásával. A több pont-egy pont rendszereket adatgyűjtésnél, mérőóra leolvasásnál, távszavazásnál használják. A több pont elérhető akár jelentkezésszerű alapon, de lehet lekérdezésszerű is. Végül a több pont-több pontrendszerek bármely csoport mindenegyik tagjának egyenrangú hozzáférést biztosítanak a rendszerhez, és az információk mindenkire eljutnak. Jellegzetes

példája ennek a konferenciakapcsolás, de a jövőben hasonló megoldásokkal működhet a távmunka több távmunkás munkamegosztásával vagy a több professzoros távoktatás.

Az **átvitel és kapcsolás** négy féle módszerrel képzelhető el. Időben az első a *térosztás* volt, amikor minden információ külön vezetéken haladt és a különböző vezetékeket térbeli kapcsolók kötötték össze egymással. A térosztás természetes megoldás, az átviteli utakat azonban pazarlóan használja, és a kapcsolás mechanikus gépeket igényel. A *frekvenciaosztásnál* különböző frekvenciákra helyezük át az információt hordozó elektromos jeleket. Jellegzetes példája ennek a frekvencia multiplex átvitel, mely évtizedekig az átviteli utak kihasználásának egyetlen gazdaságos módszere volt. A frekvenciaosztásos kapcsolást azonban nem tudták ezzel egyidejűleg alkalmazni, mert igen sok vezérléssel hangolható szűrőre lett volna szükség, melynek megvalósítása a térosztású kapcsolás költségének sokszorosa volt. A frekvenciaosztásos kapcsolás lehetősége az utóbbi időben mégis megjelent, mert a hullámhosszosztású-multiplex módon kihasznált fényvezetőknél a frekvencia szerinti továbbítás a fotonika egyik perspektivikus lehetősége.

Az *időosztásos* átvitel és kapcsolás az elektromos jelekből vett minták alapján számjegyekkel jellemzi az információ értékét, vagyis az időben és amplitudóban folytonos információkat digitálisan lehet átvinni, és az impulzusokat az időrések szerint lehet különböző irányba kapcsolni. Az időosztásos átvitel és kapcsolás nagy jelentősége, hogy a digitális elemek könnyen tömeg-gyárthatóak, a gyártás automatizálható, tehát az eszközök költsége kisebb, mint a térosztásnál vagy a frekvenciaosztásnál. További gazdasági előnyt jelent, hogy a digitális átvitel és kapcsolás integrálható, tehát kevesebb ponton kell a jeleket átalakítani. Az elmúlt években az integrált digitális átvitel segítette a távközlés gyors elterjedését a világban.

A *kódosztású* átvitel lényege, hogy minden információ minden végpontra eljuthat, de csak az tudja megfejteni, akinek címezve van. Kezdetben katonai célokra használták vagy rádiós megoldásoknál a sáv jobb kihasználása és zavartűrése miatt részesítették előnyben. A 21. század mobil rendszerei várhatóan nagymértékben fogják alkalmazni ezt a módszert.

A szolgáltatások és berendezések **minősége, használhatósága** a különböző felhasználók igényétől és a hírszerek jellegétől függően eltérő. E követelményeket ezért minden esetben külön határozzuk meg. De lényeges, hogy e két jellemző az adott célra leginkább megfelelő, de még gazdaságosan kivitelezhető legyen. Szélső esetként érdemes megemlíteni, hogy például egy vegyi üzem és távollévő laboratóriuma közötti összeköttetés, mely a pillanatnyi jeleket küldi be, és a szükséges vezérlési jeleket kapja vissza, mind a jelek hibátlanására, mind a kapcsolat folytonosságára rendkívül érzékeny. Ilyen esetben tehát nagyon szigorú követelményeket kell előírni. Ugyanakkor, szöveges általános tájékoztatások vagy hirdetések szétküldése távközlési rendszerekkel, sem a megérkezés időpontjára, sem a teljes hibátlanúságra, nem annyira kényes.

Az **információ irányítását** vezérlő jelek végzik, amelyek vagy kapcsológépeket állítanak be, vagy számítástechnikai eszközök segítségével jutnak el a megadott célra. Ennek több mint 100 éven keresztül szinte kizárólagos eszköze volt a kapcsolók vezérlése, melyek vonalakat kötöttek össze. A *vonalkapcsolt* vagy összeköttetés-orientált megoldások az igényeket kielégítették. Különösen kedvezőek voltak a valósidejű kapcsolatot igénylő beszédátviteli rendszerek számára. Az irányítást végző jelzések a kapcsolat felépítésének kezdetén kijelölték az útvonalat és a kapcsolat az információcsere végéig rendelkezésre állt. A másik lehetőség a *csomagkapcsolás*, melynél az információt üzenetekre, csomagokra, cellákra bontjuk, és a cellák tartalmazzák a címet, melyet az irányítóeszköz (router, switch) a megfelelő, szabad áramkör felé továbbítja. Az eljárás előnye, hogy az áramköröket jól használja ki, és mindig eljuttatja a célhoz az információt, függetlenül a pillanatnyi forgalmi terheléstől. Hátránya viszont, hogy várakozás miatt késlekedhet az átvitel, tehát nem feltétlenül valósidejű a kapcsolat és a cellák sorrendjére külön ügyelni kell. Az 1990-es évek óta terjednek ez utóbbi elven működő és az *Internet protokollt (IP)* használó adatátviteli rendszerek. Ezt követően kidolgozták beszéd és képátvitel céljaira is az IP megoldásokat, melyekkel a 21. század kezdetén átütő eredményeket értek el. A fejlődés iránya olyan megoldások kidolgozása felé mutat, melyek az összeköttetés-orientált, és az összeköttetés-mentes (IP) megoldások előnyeit egyesítik. Hátrányaikat pedig igyekeznek kiküszöbölni.

A különböző lehetőségek közötti *választást* és a szolgáltatások megvalósítására vonatkozó *döntést* jelenleg már nem kizárólag az ismert igények

határozzák meg. A kialakuló kínálati piac szükségessé tette, hogy a szolgáltatók igyekezzenek megelőzni a felhasználók kívánságait. Amikor a következőkben a rendszereket ismertetjük, akkor azok alkalmazására vonatkozóan számos további tényezőt is figyelembe kell vennünk, mint például a felhasználók *sávszélességre és minőségre vonatkozó követelményeit*. Az adott területen ennek megvalósítására leginkább alkalmas és gazdaságos technológia kiválasztása a cél. A versenytársak távközlési lehetőségei és a következő időszakban várható lépései szabják meg, hogy milyen előrelátással érdemes a hálózatot tervezni, kivitelezni. A szabályozó hatóság intézkedéseit vagy várható elképzeléseit is ismerni kell, mert ezek a minőségre vonatkozóan alapkövetelményt jelentenek, és megkövetelhetik az együttműködést is. Ilyen problémát jelenthet a számhordozhatóság, vagy az üres áramkörök átengedési kötelezettsége.

A KÖNYV FELÉPÍTÉSE

Már a könyv céljainak megfogalmazása során említettük, hogy nem tankönyvet kívánunk az olvasók kezébe adni. Az egyes fejezetek egymással nincsenek mindig megfelelő didaktikus kapcsolatban. Ennek ellenére valamilyen szemléletet kellett követnünk a könyv fejezeteinek szerkesztése során. Lényeges megfogalmazni mire van szüksége a felhasználónak, hogyan lehet őket legjobban kiszolgálni és ezzel a társadalom számára hasznossá tenni az infocom új eredményeit. Emellett fontos a különböző lehetőségek közötti műszaki, gazdasági választás módszere.

Célkitűzéseinknek az felelt meg a legjobban, ha először az elméleti alapokat emeljük ki. Ezzel indul a fejezetek sora: A távközlés fejlesztése és az ezzel kapcsolatos döntések nem kizárólag műszaki feladatok. A szakma szorosan kapcsolódik a gazdaságtanhoz, ezen belül a költségoptimaláshoz, valamint az igényfelméréshez. Mindezen feladatok megoldásának a klasszikus matematikai alapokon túlmenően a játékelmélet, a kockázatelemzés ismerete is szükséges. Az alapozás során megemlékezünk a minőség, a megbízhatóság és használhatóság kérdéséről, mert ezek a fogalmak a hálózatok és berendezések tervezése során előfordulnak, de részletesen csak az üzemvitel fejezetben találkozunk számításukkal.

Van még számos eset, melyekben más matematikai eljárásokat alkalmazunk, így például a titkosítás és az adatvédelem különböző kódelméleti módszereket

használ. A rádióösszeköttetések pedig hullámterjedési számításokon alapulnak, melyekhez a Maxwell-egyenletek különböző megoldásai segítenek hozzá.

Mindezen gazdasági, matematikai és fizikai alapok több fejezet szakmai vizsgálódásaihoz szükségesek. Ezért ezzel az 1. Fejezet foglalkozik, előkészítve a későbbi fejezetek megfontolásait.

Az alapozást követi az eszközök áttekintése, az eszközökből kialakítható hálózati struktúrák bemutatása. Az eszközök ismeretében kedvezően lehet a gazdaságos hálózat tervezési módszereit tárgyalni. A tervezési módszerek nagymértékben függenek a korábban áttekintett átviteltechnikai és kapcsolástechnikai rendszerektől. A fényvezetők és a csomagkapcsolt IP alapú eljárások döntő mértékben befolyásolták és befolyásolni fogják a hálózatok kialakítását. Igyekeztünk mind a múlt, mind a jövő módszereit bemutatni és foglalkozunk az átmenet problémáival is. Ez a fejezet sokban támaszkodik az első fejezet megbízhatósági, használhatósági, gazdasági és biztonsági megfontolásaira is. A struktúrákat grafelméleti alapokon szintén az első fejezet vezeti be.

A zárófejezetek (üzemeltetés, szabályozás) előtt kerül csak sor a szolgáltatások bemutatására, vagyis arra, hogy mi mindenre lehet a műszaki lehetőségeket felhasználni. Ebben a fejezetben a társadalmi hatások ismertetése igazolja, hogy a távközlés szakszerű fejlesztése közös társadalmi érdek. A gazdaságosság nemcsak egy szakterület problémája, hanem a világgazdaság fejlődésének alapkérdése. Ezt a gondolatmenetet választottuk és így haladunk végig a kérdések során.

Ebben a felépítésben különböző lehetőségeink vannak arra, hogy a hálózat működését és ellenőrzését biztosító szoftvereket tárgyaljuk. Célszerű a szoftverek együttes kezelése, mert azok tervezése, ellenőrzése, vizsgálata és telepítése közös megfontolásokat igényel. A kapcsolástechnika és az alkalmazások területén kulcs szerepe van az informatikának. Ezért a távközlési szoftvereket a 3. fejezetben vezetjük be és mutatjuk meg ezek fejlesztésének és ellenőrzésének módszereit. Használatukra az 5. és 6. fejezetben is visszatérünk.

A műszaki lehetőségek és az elérendő célok áttekintése alapján a könyv különböző fejezetei önállóan is olvashatók. Azért is tekinthetjük az egyes fejezeteket önálló információnak, mert a különböző szerzők igyekeztek a témakör

leglényegesebb ismereteit a rendelkezésre álló terjedelemben összefoglalni. Ez a tömörítés minden egyes szerzőnél más jellegű lényegkiemelést eredményezett. Hol a tartalmi leírás, másutt a diagrammok, vagy matematikai összefüggések kerültek előtérbe. A fejezetek szerkesztői oly mértékben igyekeztek egységes koncepciót kialakítani, hogy még ne sértsék a szerzők egyedi stílusát.

A KÖNYV TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGE

A számos szerző és a rendkívül széles témakör sok inhomogenitást eredményezett, de reméljük, hogy ha valaki egy adott témakörben akar tájékozódni, akkor elegendő információhoz jut. Természetesen tudjuk, hogy egy ilyen könyv első összeállítására az olvasók elégedettségét nem nyerheti el. Aki tankönyvnek olvassa, annak valószínűleg nem lesz elég didaktikus, kézikönyvnek nincs benne elegendő anyag, tervezési útmutató céljára pedig túlságosan általános. Ezeket a nehézségeket előre láttuk, és ezért úgy gondoltuk, hogy kezdetben csak a hálóra tesszük a könyvet és igyekszünk minél több észrevételt, megjegyzést összegyűjteni. Lehetőséget szeretnénk adni arra, hogy az olvasók a

- hibákat észrevegyék és javaslatokat tegyenek,
- feltárják a belső ellentmondásokat, ismétlődéseket,
- irányítsák a szerkesztők figyelmét az esetleges aránytalanságokra,
- végül a korszerűség szempontjából is adjanak tanácsokat.

Fölhasználva az olvasók kritikáját, néhány hónap múlva CD-n is megjelentetjük a könyvet. Ennek tapasztalatai várhatóan még nagyobb változásokat eredményezhetnek. Kialakulhat, hogy szabad-e a gyorsan változó világban túl sok adatot közzétenni, vagy ez néhány év múlva veszélyezteti a leírtak érvényességét. Érdekes-e több gondot fordítani a didaktikus felépítésre, vagy az elektronikus keresés mindenki számára lehetővé teszi, hogy problémáira a választ megkeresse, esetleg több fejezet megfelelő részeinek áttanulmányozásával.

Így talán az Infocom társadalom nézeteinek és javaslatainak felhasználásával, ha szükséges 1 év múlva megkísérelhetjük ennek jobban kiérlelt változatát, klasszikus nyomtatott formában is megjelentetni. Ekkor természetesen elveszítjük a keresés lehetőségét, de a részletes tárgymutató és címjegyzék ezt pótolni fogja.

Végső formában a nyomtatott és a CD változat együttesen fogja kielégíteni az igényeket. Reméljük, hogy az olvasók segítségével jutunk el idáig.

Bár a szerzők, lektorok és szerkesztők kiemelkedően szép munkát végeztek és igyekeztek ismereteiket átadni az olvasóknak, de a korábbi problémáinkra visszautalva kérjük, hogy az olvasók is tegyék hozzáférhetővé elképzeléseiket a szerkesztők számára. Az infocom számtalan kérdésének megoldásához egyesült erővel szeretnénk jó áttekintést adni.

A könyvben többhelyen hivatkozunk a nemzetközi testületek ajánlásaira, szabványaira. Ezek meghatározóak a Szakmai feladatok megoldásaira. A nemzetközi előírások szolgáltatásokra vagy teljes összeköttetésekre határozzák meg a minőség (Q) és a használhatóság (A) értékét. A különböző berendezések tervezése során referencia áramköröket kell figyelembe vennünk és ezekre felosztva a megengedhető minőségrontó paramétereket határozhatjuk meg a különböző szakaszokra, berendezésekre vagy áramkörökre a megkövetelendő paramétert. Ezek az értékek lesznek az üzemvitel tervezésének is kiinduló pontjai. Az itt vázolt témák bővítése vagy részletezése szintén a könyv *továbbfejlesztésének* problémája.

Végezetül szeretnénk hangsúlyozni, hogy a feldolgozott témakörökben legjobb igyekezetünk ellenére sem tudtunk mindent leírni. A válogatás mindig szubjektív. A szerzők, lektorok és szerkesztők csapatának munkáját tükrözi a mű. A továbbiakban mind részleteiben, mind arányaiban szívesen változtatunk. Reméljük, hogy az olvasók megértéssel fogadják kollegáik munkáját és bármilyen súlyos megjegyzésük lesz, mi köszönettel vesszük. Különösen az első hónapban szeretnénk, ha a szerzők, lektorok és szerkesztők is gondosan elolvasnák egyben az egész művet és így javasolnák az ismétlések kihagyását, a hiányzó részek betoldását, a magyartalan mondatok javítását és a nehézkes bekezdések gördülékennyé tételét. Ugyanezt reméljük minden más olvasótól is, és reméljük a közös munkánk eredménye egy jó könyv lesz.

Főszerkesztő: dr.Lajtha György

1. ALAPOK

A távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások tervezésének, létesítésének, működésének, működtetésének megértéséhez és a várható fejlődési irányok érzékeléséhez nélkülözhetetlenek bizonyos alapismeretek. Jelen fejezet ezen alapismeretek közül a szerkesztőbizottság és a fejezet-szerkesztő által legfontosabbnak ítélteteket igyekszik áttekinteni. Bár a szóba kerülő alapismeretek valamennyien elméleti megalapozottságúak, a fejezet mégsem az „elméleti alapok” címet viseli. Ennek oka kettős. Egyrészt a terjedelmi korlátok nem teszik lehetővé, hogy a távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások fő elvi törvényszerűségeit a matematikai, fizikai és gazdasági alaptudományokból indulva – bár ezt azért több helyen érzékeltetve – mutassuk be, másrészt a fő törvényszerűségek önmagukban is hordoznak közvetlen útmutatást a gyakorlati alkalmazók számára.

Az „Alapok” fejezet megszületésének egy további oka az, hogy a távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások hatalmas témaköre nagyon nehéz – valószínűleg lehetetlenné – teszi a teljes könyvön végigvonuló szigorúan didaktikus tárgyalást. Ha azonban az alapismereteket a könyv elején összefoglaljuk, akkor azokra a további fejezetek akkor is hivatkozhatnak, ha egy adott ismeret részletesebb kifejtésére csak egy későbbi fejezetben kerül sor.

Az „Alapok” fejezet témáinak kiválasztása néhány koncepcionális kérdést is kifejezésre kíván juttatni. Első helyen említendő talán a távközlés, a számítástechnika és a tartalom-kezelés (ipar?) konvergenciája, egyre szorosabb összefonódása. Egy másik koncepció a gazdasági, gazdaságossági szempontokkal, valamint a minőséggel és annak biztosításával bővíti a korábban „klasszikusan” műszakinak tekintett alapok tárházát. Az egyes alfejezeteken belül pedig a ma elterjedten használt eljárások mellett a jövőben nagy valószínűséggel nagyobb jelentőségre szert tevő résztémák kapták a hangsúlyt – a terjedelmi korlátok miatt – a múlt mára már elsőrendű fontosságát elveszítő témái kárára.

Fentieknek megfelelően az első hat alfejezet nagyon hasonlít egy hírközlélméleti összefoglalóra. A jelelmélet, a természetes híryanagok jellemzői, a tömörítést is szolgáló forráskódolás, a hibakorlátozást lehetővé tevő csatornakódolás, a modulációs eljárások és a hullámtan minden ilyen

összefoglalóban szerepel. E kört azonban éppen a sávszélességgel való takarékoskodás nagy gyakorlati jelentősége miatt kibővítettük a tömörítés külön alfejezetbe foglalásával. A forgalomelmélet (azzal, hogy túllép az Erlang-i világon) az adat alanyára irányuló adatvédelem és nyilvánosság, az adat alanyától és tárgyától független eljárásokkal foglalkozó adatbiztonság és az összeolvadó távközlő és számítástechnikai hálózatokat egyaránt lefedő gráfelmélet és alkalmazásai, valamint a hálózatok funkcionális rétegmodellje a konvergencia jegyében született további öt alfejezet témája. Az utolsó előtti alfejezet a távközlés gazdaságtan, az utolsó pedig a hálózat- és szolgáltatásminőség alapvetése.

Reméljük, hogy a kiváló szakértő szerzők és lektorok munkája hosszú időn át fogja segíteni a tisztelt Olvasót az információs társadalom legkarakterisztikusabb infrastruktúrájában való eligazodásban.

Dr. Gordos Géza, fejezet szerkesztő

1.1. Jelelmélet

Szerző: dr. Levendovszky János

Lektor: dr. Dallos György

A kommunikációban a jeleknek jut a fő szerep. Beszédjeleket továbbítanak a telefonhálózatok rézvezetékein, míg a mobil telefónia digitális üzeneteit a rádióhullámok térerőssége vezérelt változása közvetíti. Ugyanakkor szélessávú bitfolyamok áramlanak a számítógépek közötti optikai hálózatokon.

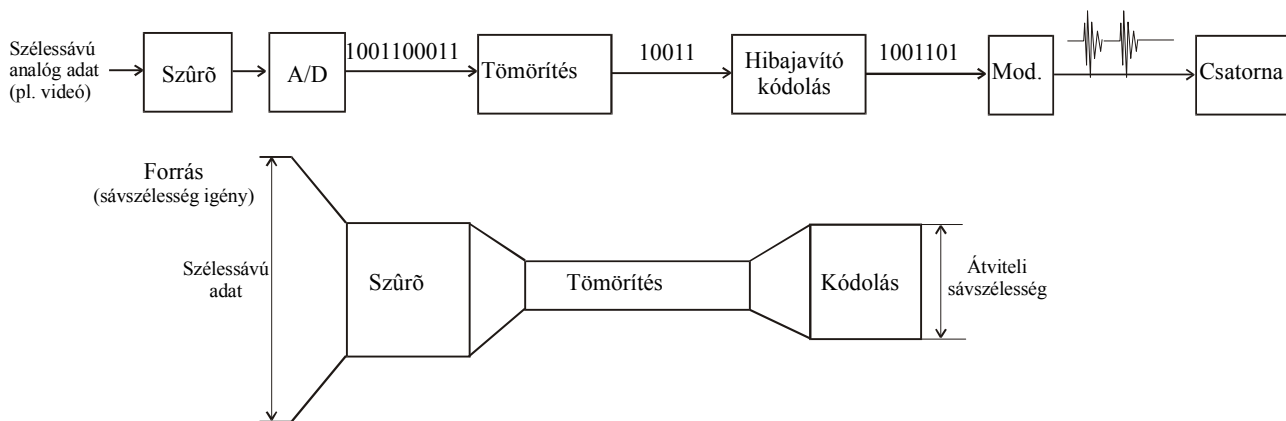
Az információ közlése, függetlenül az információ valódi természetétől (hang, kép, vagy adat) egy kommunikációs rendszer alapvető feladata, ennek része a jelek átvitele, átalakítása és feldolgozása a megkövetelt szolgáltatásminőség (Quality of Service = QoS) biztosítása végett. QoS jelöli azokat a követelményeket (pl. jel-zaj viszony, bit-hibarány, késleltetés ...stb.), amelyeknek a megbízható információ átvitelnek meg kell felelnie.

A fenti gondolatok alapján, az információra a továbbiakban úgy tekintünk, mint egy analóg, vagy digitális adatstruktúrára (pl. analóg beszédjel, vagy digitalizált képjel). A kommunikációs rendszerekben ezen adatstruktúrákat egymásba átalakítják a következő elvek szerint:

1. meg kell találni a jelek azon formáját, amelyek inkább alkalmasak az előírt minőségű szolgáltatás megvalósítására;
2. ki kell dolgozni azokat a transzformációs algoritmusokat, amelyekkel a jeleket hatékonyan (nagy megbízhatósággal és gazdaságosan) lehet egyik reprezentációból a másikba átalakítani.

Általában a "megbízható" átvitel és kezelés megfelelést a kritériumoknak, míg "gazdaságosság" a lehető legkisebb erőforrásigényt (sávszélesség-, vagy processzorigény) jelenti.

A jelfeldolgozás, mint tudományos diszciplína a jelek leírásával, és azon absztrakt tulajdonságainak a feltárásával foglalkozik, amelyek megadják, hogy egy adott reprezentáció valamely szempontból optimális-e. Ezért szinte minden kommunikációval foglalkozó könyv, és tanulmány egy jelelmélettel foglalkozó összefoglalóval kezdődik. A jelen fejezet ezen gazdag és szerteágazó témakört



1.1.1. ábra Az információ tipikus áramlása egy digitális kommunikációs rendszerben (különös tekintettel arra, hogyan manipulálják a jelet a keskeny sávszélességű adatátvitel érdekében)

meglehetősen vázlatosan foglalja össze. A fő cél néhány klasszikus eredmény előhívása, szabatos definíciók megadása, valamint a megfelelő jelölés- és terminológiarendszer előkészítése a könyv egésze számára. Az anyag tárgyalása során feltételezzük, hogy az olvasó elemi ismeretekkel rendelkezik a matematikai analízis, valószínűségelmélet és lineáris algebra területén.

1.1.1. A jelek alapvető fogalma és a jelfeldolgozás célja

Ebben a szakaszban a jelelmélet céljait foglaljuk össze, a következő területeket érintve:

- jelek reprezentációja;
- jelfeldolgozási architektúrák;
- a jelek legfontosabb tulajdonságai egy kommunikációs rendszer számára (pl. sávszélesség, redundancia ...stb.)

Jelfeldolgozás mint a jelek reprezentációjának a kérdése

A jeleket a továbbiakban mint időfüggvényeket kezeljük, feltételezve, hogy az információs folyamatok valamilyen fizikai jellemző időfüggését tükrözik. Fizikailag a jel lehet egy időben változó feszültség egy mikrofon kimenetén, vagy diszkrét feszültségszintek időbeli egymásutánja valamilyen digitális áramkörben. (Még a térbeli állóképi információ is lefordítható időtől függő jellé a kép letapogatásával.) A jelenlegi tárgyalás során azonban ezeket a jelenségeket, a konkrét fizikai tartalomtól független időfüggvények írják le. Az időfüggvény értelmezési tartományának és

értékkészletének megfelelően a következő elnevezéseket és jelöléseket alkalmazzuk:

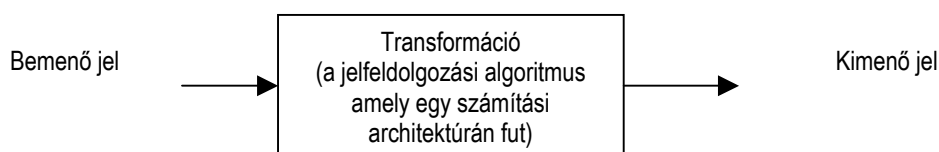
A jel típusa	Jelölés	Értelmezési tart. (idő)	Értékkészlet (amplitúdó)
Analóg jel	$x(t), 0 \leq t < \infty$	folytonos	folytonos
Mintavételezett analóg jelek	$x_k, k = 0,1,2,\dots$	diszkrét	folytonos
Digitális jelek	$\hat{x}_k, k = 0,1,2,\dots$	diszkrét	diszkrét
Analóg véletlen jelek (sztochasztikus folyamatok)	$\xi(t), 0 \leq t < \infty$	folytonos	folytonos
Mintavételezett véletlen jelek (sztochasztikus sorozatok)	$\xi_k, k = 0,1,2,\dots$	diszkrét	folytonos
Digitális véletlen jelek	$\hat{\xi}_k, k = 0,1,2,\dots$	diszkrét	diszkrét

A kommunikáció tanulmányozása során a véletlen jelek leírása a fontos, hiszen az információ alapvetően az átvitt üzenetekben szereplő "véletlenség" mértékével azonosítható (a precíz definíció az 1.3 fejezetben található). Mivel a modern kommunikációs rendszerekben az információt bináris sorozatokban (gyakran csomagokba szabdalva) továbbítjuk, az ilyen rendszerek vizsgálatánál a következő kérdések merülnek fel:

- Hogyan lehet az eredendően analóg információt (pl. kép, zene, beszéd) digitálissá alakítani ?
- Mekkora információveszteség lép fel egy ilyen átalakítás során ?
- Milyen tartományban érdemes a jeleket leírni egy kommunikációs rendszerben, azaz milyen matematikai leírás "illeszkedik" az átvitel fizikai természetéhez (pl. az idő-, vagy frekvencia-tartománybeli leírás...stb.) ?
- Mi a jelek optimális (legrövidebb) reprezentációja (pl. hogyan lehet multimédiás adatfolyamokat keskenysávú csatornákhöz illeszteni, a legtömörebb reprezentáció kiválasztásával) ?

Jelfeldolgozás mint a számítási komplexitás kérdése

Egy jelfeldolgozási feladat a bemeneti jelnek - egy meghatározott algoritmus szerint végrehajtott - transzformációját jelenti a kimeneti jelbe (lásd 1.1.2 ábra). Ezt a



1.1.2. Ábra Jelek transzformációja egy adott számítási architektúrán

transzformációt egy adott számítási architektúrán valósítja meg (pl. egy PC CPU egysége, egy DSP, vagy egy analóg szűrő).

A következő táblázat néhány jelfeldolgozási számítási architektúrára ad példát a hozzájuk tartozó jelreprezentációval és számítási mechanizmussal együtt:

A jel típusa	Matematikai reprezentáció	Jelfeldolgozási algoritmus	Számítási architektúra	Számítási modell	Számítási idő .
analóg	idő tartomány, frekvencia tartomány,	konvolúciós integrál	analóg szűrők	Newton gép	microsec
digitális	diszkrét tartomány (pl. diszkért idő, DFT, z-transzformáció ...stb.)	formális nyelvekkel leírható szekvenciális algoritmusok analóg konnektív algoritmusok parciális differenciálegyenletekkel leírva	CPU, DSP CNN chips	Turing gép Trajektória gép	microsec nanosec

A fenti táblázat alapján látható, hogy mind az analóg, mind a digitális jelfeldolgozás fontos szerepet tölt be a modern kommunikációs technológiákban. Annak ellenére, hogy CPU alapú eszközök (PC-k, vagy Work Station-ok), valamint DSP-k széleskörűen elterjedtek az információ digitális feldolgozására, ezen eszközök sebessége néha kritikus ponttá válhat a szélessávú kommunikáció során. Ezért a jelfeldolgozás újszerű megközelítései (konnektív modellek, analóg számítási trajektóriák), amelyek analogikai chip-eken implementálhatók, vonzó alternatívái lehetnek a hagyományos digitális rendszereknek, ha a sebesség további növelése a cél. Ebben a fejezetben azonban csak a jelfeldolgozás klasszikus apparátusára összpontosítunk. Az analogikus számítások elméletének néhány új eredményét az olvasó Roska Tamás és Leon Chua műveiben [1.1.1,1.1.7] találja meg.

Jelfeldolgozás mint matematikai módszerek alkalmazása

A jelelmélet matematikailag szigorú, formális tárgyalása helyett, a fejezet célja a mérnöki tervezés számára fontos módszerek bemutatása. A következő táblázat azt mutatja, hogy a jelelmélet melyik diszciplináris eleme szükséges a kommunikációs hálózatok és szolgáltatások tervezéséhez.

Matematikai módszer	A mérnöki tervezéshez kapcsolódó fogalom
Fourier transzformáció	Determinisztikus jelek (analóg) sávzélessége
A sztochasztikus folyamatok négyzetes közép elmélete (gyengén stacioner folyamatok spektrális sűrűsége)	Véletlen jelek (analóg) sávzélessége
Mintavételezési tétel + kvantálás + kódolás	Digitális jelek sebessége (sávzélessége) és A/D átalakítás
Véletlen folyamatok ergodelmélete	Adaptáció, tanulás és predikció
Centrális határeloszlási tétel és Gauss folyamatok	A termikus zaj és multiplexált információs folyamatok modellezése

1.1.2. A determinisztikus jelek rövid összefoglalása

A jelek alapvető megértéséhez először a determinisztikus jelelmélet néhány alapvető fogalmát kell feleleveníteni. Ezután kerül sor a sztochasztikus (véletlen) jelek tárgyalására a négyzetes középelmélet keretein belül.

Az analóg jel egy időfüggvényként írható le, amelyet a továbbiakban $x(t)$ jelöl. Az $x(t)$ alapvető tulajdonsága, az átlaga

$$\bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt$$

és az 1 ohmra eső átlagteljesítménye

$$\bar{x}^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t) dt.$$

Ha $x(t) \begin{cases} \neq 0 & \text{ha } t \in [T_1, T_2] \\ = 0 & \text{egyébként} \end{cases}$ akkor a $[T_1, T_2]$ intervallumot az $x(t)$ "tartójának" hívjuk.

A periodikus jelre teljesül, hogy $x(t) = x(t + kT)$, ahol $k = 0, 1, 2, \dots$ és T a periódusidő. Ezek a jelek Fourier sorba fejthetők, az alábbi formulák alapján:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{jk2\pi f_0 t} \quad \text{ahol } c_k := \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) e^{-jk2\pi f_0 t} dt \quad \text{és } f_0 = \frac{1}{T}$$

A kommunikációs csatornák átviteli képességét gyakran a sávzélességük jellemzi. Ezért, gyakorlati szempontból, az analóg jeleket néha hasznosabb leírni a Fourier transzformáltak tartományában, ahol a jel sávzélessége a jel spektruma

(Fourier transzformáltja) alapján értelemszerűen megállapítható. Ha $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)| dt < \infty$

teljesül, akkor $x(t)$ -nek létezik a következő előállítás:

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{j2\pi ft} df, \text{ ahol } X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \text{ a jel Fourier transzformáltja}$$

(spektruma).

Bevezetvén a $s = \sigma + j\omega$ komplex frekvenciatartományt, a "belépő" jelekre ($x(t) = 0$ ha $t \leq 0$), a jel Laplace transzformáltja is definiálható a következőképpen:

$$X(s) = \int_0^{\infty} x(t) e^{-st} dt.$$

(A Laplace transzformáció ereje abban rejlik, hogy minden függvénynek, amelyre $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t) e^{-\sigma t}| dt < \infty \cap \sigma \geq 0$ teljesül létezik Laplace transzformáltja, míg a

Fourier transzformált létezése a szigorúbb $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)| dt < \infty$ feltétel kielégülését követeli meg.) A Laplace transzformáció inverzét a következő integrál definiálja:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(s) e^{st} ds.$$

A gyakorlatban a reziduum tétel alkalmazásával számos módszer létezik az inverz Laplace transzformált algebrai meghatározására a komplex vonalintegrál nehézkes kiértékelése helyett (az érdekelt olvasó bővebb részleteket talál Proakis munkájában [1.1.5]).

A szűrés az analóg jelek lineáris invariáns transzformációja. Az analóg jelfeldolgozás alapvető eszköze a szűrés, amely általában a jelek spektrális formálását jelenti. Ha a szűrő impulzusválasz függvényét $h(t)$ jelöli, akkor a lineáris transzformáció a szűrő kimeneti és bemeneti jele között egy konvolúciós integrállal

$$\text{adható meg } y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau) x(t - \tau) d\tau \text{ vagy a frekvenciatartományban } Y(f) = H(f) X(f)$$

(ahol $X(f)$, $Y(f)$ és $H(f)$ a megfelelő időfüggvények Fourier transzformáltjai). A $H(f)$ függvény jellegétől függően alul-, felül- vagy sáváteresztő szűrést valósít meg.



A továbbiakban a Mintavételezett jelek leírását és reprezentációit ismertetjük. Ahogy a fentiekben már jeleztük, a modern kommunikációs rendszerekben az információt nem analóg formában továbbítják. Azért, hogy a digitális jelfeldolgozás teljes apparátusa bevezethető legyen az analóg jelet digitalizálni kell. A digitalizálás első lépése, hogy az időben folytonos jelet mintavételezzük és csak a megfelelő, $t_k = kT + t_0$ időpillanatokban vett mintákkal foglalkozunk. Itt t_0 a mintavételezés kezdőpillanatát jelöli, míg T a mintavételi periódus. Az általánosság korlátozása nélkül feltételezhetjük, hogy $t_0 = 0$ és $T = 1$, ami jelölések szintjén annyit jelent, hogy az $x(t)$ analóg jelet az x_k mintasorozattal helyettesítjük.

Természetesen a fenti mintavételezés pusztán matematikai absztrakció, amely "végtelenül gyors" kapcsolókat igényelne. A valódi mintákat mindig egy véges hosszúságú mintavételi időtartam (semmint egy mintavételi időpillanat) alatt kapjuk, amíg a mintavételező kapcsoló zárt állapotban van. Ez az $\sum_k x_k h(t - kT)$ jelet eredményezi, ahol $h(t)$ a mintavételező áramkör által determinált időfüggvény. Az $\sum_k x_k h(t - kT)$ jel azonban úgy is felfogható, mint egy $h(t)$ impulzusválaszú szűrő kimeneti jele az $\sum_k x_k \delta(t - kT)$ bemeneti jelre. (Itt $\delta(t)$ a jól ismert Dirac impulzus függvény, a $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$ tulajdonsággal). Ezért egy valódi mintavételező rendszer esetén a mintavett jel másik matematikai absztrakciója az $\tilde{x}(t) = \sum_k x_k \delta(t - kT)$ jel.

Az x_k sorozat Diszkrét Fourier Transzformációja (DFT) a következőképpen van definiálva: $\tilde{X}(f) = T \sum_k x_k e^{j2\pi k f T}$ amelyből $x_k = \frac{1}{2\pi} \int_0^{1/T} X(f) e^{-j2\pi k f T} df$.

(A fenti definíció alapján könnyű észrevenni, hogy az x_k minták az $\tilde{X}(f)$ függvénynek a Fourier együtthatói. Az $\tilde{X}(f)$ függvény a frekvenciának periodikus függvénye $1/T$ periódushosszal). Ezek alapján levezethető (lásd [1.1.5, 1.1.6]), hogy

$$\tilde{X}(f) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X\left(f + \frac{k}{T}\right),$$

amiből direkt módon következik a híres mintavételezési tétel:

Ha az $x(t)$ jel $X(f)$ spektruma sávkorlátolt a $(-B, B)$ intervallumban és $2B \leq \frac{1}{T}$, akkor $x(t)$ teljesen előállítható az x_k mintákból. Az $f_0 = \frac{1}{T} = 2B$ frekvenciát gyakran Nyquist frekvenciának hívják.

Az Nyquist frekvencia kitüntetett szerepe annak köszönhető, ezen frekvencia feletti mintavételezési frekvenciát használva ($f_{\text{sampling}} > f_0$) igaz, hogy $\tilde{X}(f) = X(f)$ az $f \in (-B, B)$ intervallumon, amiből valóban következik, hogy $X(f)$ előállítható $\tilde{X}(f)$ -ből egy sima aluláteresztő szűrő segítségével, amelynek sáv szélessége B .

Vegyük észre azonban, hogy ha $2B > \frac{1}{T}$ akkor $\tilde{X}(f) \neq X(f)$ az $f \in (-B, B)$ intervallumon. Ennek alapján, ha a mintavételi frekvencia kisebb mint a Nyquist ráta, akkor $\tilde{X}(f)$ az átlapolódott spektrumokat tartalmazza, azaz $X(f)$ nem rekonstruálható $\tilde{X}(f)$ -ből.

(A gyakorlatban - azért, hogy implementálható aluláteresztő szűrő kerüljön megvalósításra - a szigorúbb $2B < \frac{1}{T}$ feltételt szokták alkalmazni, ahol az $f \in \left(B, \frac{1}{T} - B\right)$ szakasz a szűrő átviteli karakterisztikájának a véges meredekségéhez illesztendő.)

A fentiek alapján megállapítható, hogy a mintavételezés nem okoz információvesztést, feltéve, ha sávkorlátolt folyamatot mintavételezünk, a Nyquist frekvenciánál nagyobb mintavételezési frekvenciával.

1.1.3. Kvantálás

Az analóg jelek digitalizálásnak a mintavételezés után következő lépése a kvantálás. Ez végső soron a minták amplitúdójának a diszkrétizálását jelenti. Ennek végeredményeként a jel mind időben, mind amplitúdóban diszkrété válik ezért megfelelő hosszúságú bináris sorozatokkal reprezentálható. Így viszont a jelek további transzformációjára a bináris adatstruktúrákon definiálható teljes algoritmikus "fegyvertár" bevethető, ami a mai nagysebességű DSP technológiában igen tág horizontokat jelent.

Mindazonáltal, a kvantálás során az eredetileg "értékben" folytonos amplitúdók kerekítése helyrehozhatatlan hibát eredményez az analóg információban. Ezt a jelenséget kvantálási zajnak hívják és ez az ára a jel digitalizálásnak. Amennyiben a kvantálási zaj kis értékű marad az ebből származó hiba elhanyagolható. A kvantálási zaj vizsgálatához feltételezzük, hogy a jel lehetséges x_k mintái az X intervallumba esnek. Az X intervallumot lefedjük egy diszkrét rácshálózattal, amelyet az

$\hat{X} = \{C_{-M}, C_{-M+1}, \dots, C_{-1}, 0, C_1, \dots, C_{M-1}, C_M\}$ diszkrét halmaz jelöl. A kvantálás annyit jelent, hogy a mintákat a legközelebbi társ-szabály alapján kerekítjük a rács által meghatározott értékekre. Pontosabban az x mintát helyettesítjük a C_i értékkel, ahol $i = \arg \min_n |x - C_n|$.

(A fentiekben már elhagytuk a mintavételi időpont kurrens értékére vonatkozó k indexet az x_k -ből, hiszen a kvantálást minden mintán végrehajtjuk a k -tól függetlenül).

A kvantálási zaj (vagy más nevein kvantálási hiba, illetve torzítás) definíciója $\varepsilon := x - C_i$ ha az x éppen a C_i kvantálási értékhez esett a legközelebb. A kvantálás minőségét a kvantálási jel-zaj viszony határozza meg, amelynek definíciója:

$SNR = \frac{E(x^2)}{E(\varepsilon^2)}$, ahol E a várhatóértéket jelöli, hiszen a mintavett jel amplitúdója, és a kvantálási zaj is véletlen mennyiségek.

A fenti formula a jel átlagos energiáját hasonlítja a kvantálási zaj átlagos energiájához. Az alapvető kérdés, hogyan válasszuk meg a kvantálási szinteket (az \hat{X} halmazt), hogy a lehető legkisebb információ-veszteség lépjen föl. Ez ekvivalens

azzal, hogy a kvantálási jel-zaj viszonyt maximalizáljuk. Ahhoz, hogy a feladatot precízen is meg tudjuk fogalmazni, feltételezzük, hogy az \hat{X} halmaz szintjei egy egyenletes szintű kvantálást jellemző \tilde{X} halmaz szintjeinek (ahol \tilde{X} -ben a kvantálási szintek azonos távolságra vannak egymástól) egy $f(u)$ függvény szerinti transzformációja alapján adódnak.

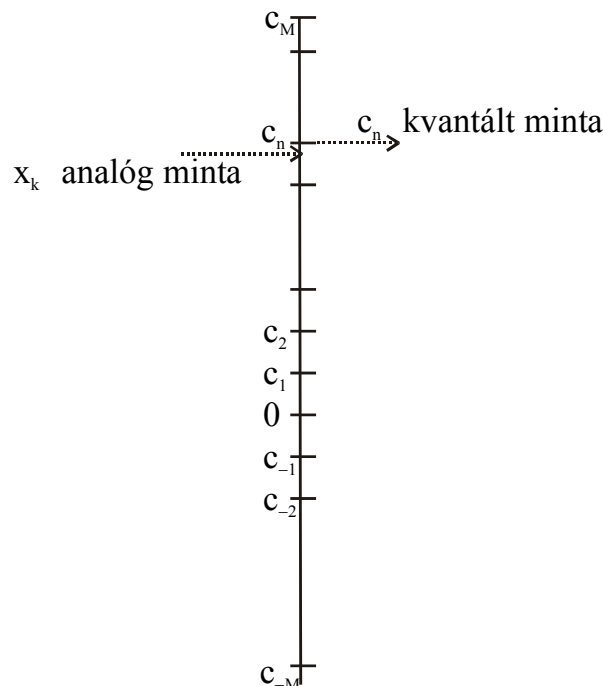
Precízebben $C_i = f(i\Delta)$ és $\tilde{X} = \{-M\Delta, (-M+1)\Delta, \dots, -\Delta, 0, \Delta, \dots, (M-1)\Delta, M\Delta\}$, ahol Δ az egyenletes szintű kvantálás lépésköze, míg $\hat{X} = \{f(-M\Delta), f((-M+1)\Delta), \dots, f(-\Delta), f(0), f(\Delta), \dots, f((M-1)\Delta), f(M\Delta)\}$.

Jelölje $SNR(f)$ azt a kvantálási jel-zaj viszonyt, amely az f függvényhez tartozik (különbözően választva az f függvényt más-más jel-zaj viszonyhoz juthatunk). Ennek megfelelően az optimális kvantálás a következő feladat megoldását jelenti:

$$f_{opt} : \max_f SNR(f), \text{ vagy alternatívan fogalmazva}$$

$$f_{opt} : \min_f \sum_{i=-M}^M E \left((x - C_i)^2 \middle| i = \arg \min_n |x - C_n| \right) p_i, \text{ ahol } p_i := P(i\Delta \leq x < (i+1)\Delta).$$

Mielőtt az általános feladatot oldanánk meg, határozzuk meg az egyenletes szintű kvantálás jel-zaj viszonyát!



1.1.4. Ábra A minták egyenletes kvantálása

Feltételezve, hogy a kvantálási zaj ε egyenletes eloszlást követ

$$E(\varepsilon^2) = \int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} x^2 \frac{1}{\Delta} dx,$$

ugyanakkor a jel átlagos energiája $C_M^2/2$, C_M amplitúdójú szinuszos jelet feltételezve. Ez $SNR = 6(C/\Delta)^2$ jel-zaj viszonyt eredményez, ami az $n := \log_2(2M+1)$ jelöléssel $SNR = \frac{3}{2} 2^{2n}$ jel-zaj viszony ad. Az utóbbi formula kifejezi azt a fontos kapcsolatot, amely a kvantálási szintek bitben kifejezett száma valamint a kvantálás minősége közt van.

A nem egyenszintű kvantálás általánosabb esetét a következőképpen vizsgáljuk:

Meg akarjuk találni azt az $y=f(x)$ függvényt (amit gyakran kompressziós karakterisztikának hívnak), amely maximalizálja a jel-zaj viszonyt. Feltételezvé, hogy Δ elegendően kicsiny, $C_i - C_{i-1} \approx \frac{\Delta}{f^{(-1)'}(i\Delta)} = \frac{2}{Nf^{(-1)'}(i\Delta)}$ (ahol $f^{(-1)'}(x)$ az inverz függvény deriváltját jelöli).

Az átlagos kvantálási zajenergia az i -ik intervallumban

$$E(\varepsilon^2 | x \in (C_{i-1}, C_i)) = \frac{1}{3N^2 \left(\frac{df(x)}{dx} \right)^2},$$

ami következő jel-zaj viszonyt eredményezi

$$SNR(f) = \frac{3N^2 \int_{-1}^1 p(x)x^2 dx}{\int_{-1}^1 p(x) \left(\frac{df^{-1}(x)}{dx} \right)^2 dx}.$$

Ennek megfelelően az optimális kvantálás, egy jól-meghatározott optimalizálási (variációs számítási) feladat megoldást jelenti:

$$f_{opt} : \min_f \frac{3N^2 \int_{-1}^1 p(x)x^2 dx}{\int_{-1}^1 p(x) \left(\frac{df^{-1}(x)}{dx} \right)^2 dx}.$$

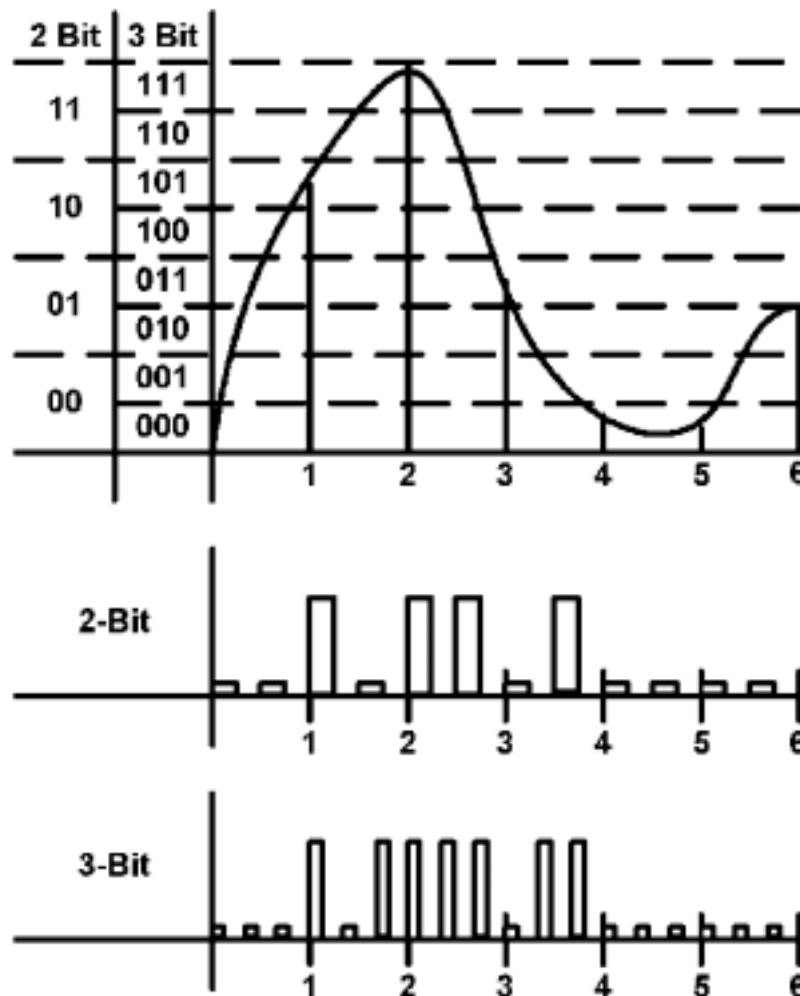
Sajnos f_{opt} analitikus meghatározása nehézkes. Ugyanakkor a cél gyakran azonos SNR biztosítása a bejövő jel szintjétől függetlenül (kb. ugyanolyan minőségű legyen a kvantált jel, ha az analóg jel max amplitúdója mindössze a fele a maximális kivezérelhetőségnek). Ekkor könnyű levezetni, hogy az optimális kompressziós

függvény (vagy másnéven karakterisztika) $f(x) \approx \log x$. Ez gyakran használt karakterisztika a beszéd hírközlésben (lásd [1.1.5]).

1.1.4. A mintavételezés és kvantálás egy szabványos megvalósítása - a PCM

A PCM (Pulse Code Modulation) először a hetvenes években terjedt el a beszédjelek digitalizálására, majd maga a rendszer az időosztásos multiplexálási hierarchiák alapkövévé vált. A rendszer jelenlegi specifikációját az ITU-T G.711 szabvány írja le.

A PCM rendszer megvalósításának első lépése az analóg beszédjel szűrése a 3.4KHz feletti komponensek fokozatos elnyomása érdekében (a beszéd jó érthetőségű és hanghűségű átviteléhez elég a kb. 3.4KHz-ig terjedő sáv átvitele).



1.1.5. Ábra. Analóg jel átlakítása digitális impulzussorozattá

Ezután a jel mintavételezése következik 8kHz frekvenciával, amit egy egyenletes lépésközű, 8 bites kvantáló követ (a kvantálási szintek száma $2^8 = 256$). Ezért a PCM jel sebessége 64 Kbit/sec. Egy analóg jel digitalizálását (2 és 3 bites kvantálás szerint) az 1.1.5. ábra mutatja.

Mivel az egyenletes lépésközű kvantálás nem jól használja ki a beszédjel statisztikai tulajdonságait (a kvantálási jel-zaj viszony értéke nem a legjobb), ezért a nemlineáris kvantálást hajtanak végre. A nemlineáris kvantálás megvalósításának az a módja, hogy a jelet előtorzítják („összenyomják”), majd a vételi oldalon, a digitál-analóg átalakítás során, helyreállítják egy inverz nemlinearitással („kitágítják”). E két szó (kompresszió és dekompresszió) ötvözetéből jött létre a gyakran használt „kompondálás”.

Az általános megfontolásoknak megfelelően a kompressziós karakterisztika logaritmikus. Az Európában elterjedt kompressziós karakterisztikát „A-szabálynak” hívják és alakja a következő:

$$y = \frac{1 + \log(Ax)}{1 + \log(A)} \quad \text{ha } \frac{1}{A} < x \leq 1 \quad \text{vagy} \quad y = \frac{Ax}{1 + \log(A)} \quad \text{ha } 0 \leq x \leq \frac{1}{A}$$

Az Egyesült Államokban és Japánban a „ μ -szabályt” alkalmazzák, a következő függvény szerint:

$$y = \frac{\ln(1 \pm \mu x)}{\ln(1 + \mu)} \quad \begin{array}{l} + \text{ ha a jel pozitív} \\ - \text{ ha a jel negatív} \end{array}$$

Az általánosan használt értékek $A = 87.6$ és $\mu = 1000$.

A kvantálás során a jelamplitúdó-tartományát 16 szegmensre bontják (8 pozitív és 8 negatív szegmens). Mindegyik szegmens az előző szegmens kétszerese. Mindegyik szegmensben egyenletes a kvantálás. A kvantálási szintekhez tartozó 8-bites kódszavak első bitje reprezentálja az amplitúdó előjelét, a második, harmadik és negyedik bit identifikálja melyik szegmensben esik éppen a minta, végül az utolsó 4 bit jelöli ki az adott a szegmensbeli kvantálási szint értékét.

Az „A-szabály” nagyobb dinamikus tartományt biztosít mint a „ μ -szabály”, ugyanakkor a „ μ -szabály” kis szintű jelekre jobb kvantálási jel-zaj viszonyt ad. A nemzetközi távbeszélő kapcsolatok felépítéskor természetesen meg kell oldani az $A - \mu$ konverziót (ez egyezmény szerint ez a „ μ országok” felelőssége).

A PCM-en alapuló beszédkódolás továbbfejlesztése a DPCM, ADPCM, valamint Delta Moduláció részletes leírása az 1.4-es alfejezetben található.

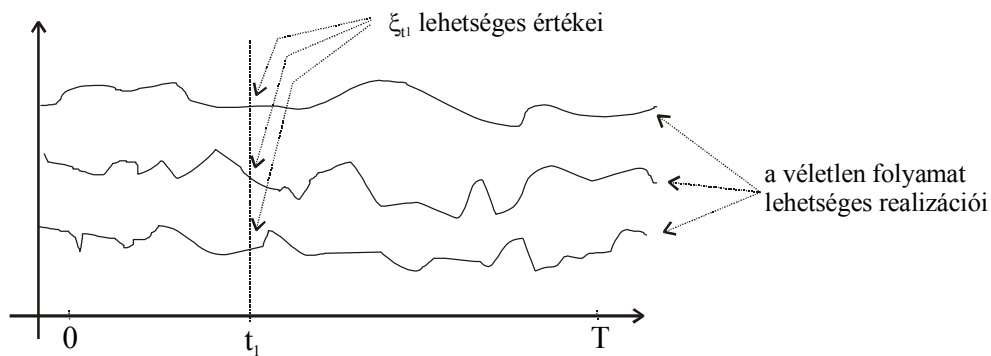
1.1.5. Véletlen folyamatok

Az előzőek szerint az információ a jelekben fellelhető "véletlenséggel" van kapcsolatban, hiszen egy előre ismert jel átvitele semmilyen plusz tudást nem eredményez a vételi oldalon. Ezért a véletlen, vagy más néven sztochasztikus folyamatok leírása központi szerepet játszik a kommunikáció elméletében. Az alapvető cél itt is az, hogy néhány mérnökileg jól definiált jellemzőt (sávszélesség, átlagos energia ...stb.) kapjunk, ami lehetővé teszi információátviteli rendszerek tervezését.

Ahhoz, hogy a véletlen folyamatok fogalmát egyelőre intuitíven megalapozzuk, vissza kell térni az elemi valószínűségi számításhoz. Emlékeztetve arra, hogy a kockadobás eredménye egy valószínűségi változó amely a $\{1,2,3,4,5,6\}$ halmazból veszi fel az értékeit, valaki azt mondhatná, hogy a sztochasztikus folyamat egy "általánosabb" valószínűségi változó, amely nem egy számot, hanem egy függvényt ad valamilyen belső, véletlen sorsolási mechanizmus eredményeként. Pl. a hőmérséklet alakulása az idő függvényében egy véletlen függvény. Sajnos a sztochasztikus folyamatoknak mint "véletlen függvényeknek" a leírása matematikailag nehezen kezelhető apparátushoz vezet. Ezért a sztochasztikus folyamatot, inkább mint valószínűségi változók egy seregét fogjuk értelmezni, a következőképpen (lásd még [1.1.3], [1.1.6]):

Definíció szerint, egy véletlen folyamat a valószínűségi változóknak egy halmaza $\{\xi_t, t \in [0, T]\}$, ahol egy adott $t_1 \in [0, T]$ időpillanatban az ehhez tartozó ξ_{t_1} valószínűségi változó kifejezi a folyamat helyettesítési értékének (amplitúdójának) a t_1 -ben mutatott véletlenségét.

Ennek alapján a ξ_{t_1} valószínűségi változót gyakran a $\{\xi_t, t \in [0, T]\}$ folyamatnak a t_1 időpillanatban vett egydimenziós projekciójának hívják.



1.1.6. ábra. Egy véletlen folyamat különböző realizációi a t_1 időpillanatban vett egydimenziós projekcióval, mint valószínűségi változóval

Hasonlóképpen az egydimenzióshoz projekcióhoz, be lehet vezetni az $(\xi_{t_1}, \xi_{t_2}, \dots, \xi_{t_n})$ többdimenziós projekciókat, amelyek a (t_1, t_2, \dots, t_n) időpontokhoz tartozó vektor értékű valószínűségi változókat jelentik. A végesdimenziós projekció eloszlásfüggvényének a definíciója a következő:

$$F_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = P(\xi_{t_1} < x_1, \xi_{t_2} < x_2, \dots, \xi_{t_n} < x_n), \text{ illetve az ebből nyerhető}$$

$$\text{valószínűségsűrűségfüggvény } f_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{\partial^n F_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_1 \partial x_2 \dots \partial x_n}.$$

A sztochasztikus folyamatok gyakorlati leírására használhatók az első és másodrendű statisztikák (ezek természetesen nem olyan statisztikai mélységben jellemzik a folyamatot, mint a végesdimenziós projekciók eloszlásai):

$$m(t) := \int_{-\infty}^{\infty} x f_t(x) dx \text{ és } R(t_1, t_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x_1 x_2 f_{t_1 t_2}(x_1, x_2) dx_1 dx_2$$

A fentiekből látható, hogy a véges dimenziós projekciók fontossága abban rejlik, hogy végesdimenziós valószínűségi vektorváltozóról lévén szó, a klasszikus valószínűségszámítás apparátusával (pl. eloszlásfüggvény) leírhatóak. Ha sztochasztikus folyamatokat véletlen függvényekként értelmeztük volna, akkor ezeket a fogalmakat a realizációk, mint függvények egy terén kellett volna bevezetnünk, ami komplikált leíráshoz vezet (további részletekért lásd [1.1.3], [1.1.2]).

A sztochasztikus folyamatok egyik legfontosabb alosztályát a *stacionárius* folyamatok képezik. A stacionaritás a statisztikai jellemzők időfüggetlenségével (időbeli eltolásra való invarianciájával) van kapcsolatban. Pl. ha valaki egy adott időpillanatban ismeri a folyamat egydimenziós projekciójának az eloszlását, akkor

vajon milyen hosszú ideig marad "érvényes" ez az ismeret ? Időben ugyanaz marad-e, vagy megváltozik a folyamat viselkedését meghatározó "véletlen sorsolási mechanizmus" ? Egy stacioner folyamatnál érvényes, hogy amit statisztikailag ismerünk a folyamatról egy adott időpillanatban az igaz lesz bármilyen jövőbeli időpillanatban. (Pl. egy kockadobás eredménye mindig egyenletes eloszlást követ, függetlenül attól, hogy vasárnap 5 órakor, vagy szerdán 10 órakor végezzük el a kísérletet).

A stacionaritás fogalma attól is függ, hogy a folyamatot milyen mélységig jellemző statisztikai jellemzőre teljesül az időbeli eltolással szembeni invariancia. Ebben két szintet különböztetünk meg:

- *gyenge stacionaritás* amikor csak a várhatóérték és a korrelációs függvény időeltolással szembeni invarianciája teljesül;
- *erős stacionaritás* amikor az összes véges dimenziós projekció valószínűség-eloszlásfüggvénye invariáns az időbeli eltolásra.

A fentiek alapján, egy $\xi(t)$ folyamat gyengén stacioner ha

$$m(t) = m(t + \tau) \quad \forall \tau > 0 \quad \text{és} \quad R(t_1, t_2) = R(t_1 + \tau, t_2 + \tau) \quad \forall \tau > 0, \text{ amiből a következő}$$

tulajdonságok vezethetők le:

$$m(t) = \text{constans} \quad \text{és} \quad R(t_1, t_2) = R(t_1 - t_2) = R(\tau).$$

Egy folyamat erősen stacionárius ha

$$F_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = F_{t_1 + \tau, t_2 + \tau, \dots, t_n + \tau}(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \forall \tau > 0.$$

Vegyük észre, hogy az erős stacionaritás maga után vonja a gyenge stacionaritást is (a várhatóérték- és korrelációfüggvények időeltolással szembeni invarianciája könnyen levezethető az eloszlásfüggvények időeltolással szemben mutatott invarianciájából). Ugyanakkor az állítás megfordítása általában nem igaz.

Az erősen stacionáris folyamatok közül fontos alosztályt képeznek az ergodikus folyamatok.

Egy folyamat statisztikájának a felderítéshez, valaki megfigyeléseket végezhet az idő folyamán (különböző időpillanatokban mintavételezve a folyamatot), majd ezen minták alapján időbeli átlagokkal próbálja közelíteni a folyamat statisztikai jellemzőit. Pl. az egydimenziós projekció alapján a várhatóértékét úgy próbálja megállapítani, hogy a folyamat tíz különböző időpillanatban megfigyelt értékét

átlagolja. Ez az eljárás a következő fundamentális kérdést veti fel: mennyire megbízhatók az időátlagolással kapott becslései a folyamat valódi statisztikájának? A kérdés hasonló ahhoz a kísérlethez, mikor valaki egyszerre dob fel tízezer kétforintost, vagy időben egymásután tízezerszer dob fel egy darab kétforintost azért, hogy empirikusan határozza meg a fej vagy írás valószínűségi változó várhatóértékét (vagy bármilyen más statisztikai jellemzőjét, pl. eloszlását). Van-e bármilyen különbség a két kísérlet között? (Azt leszámítva, hogy az első kísérlethez jóval nagyobb "tőkeberuházás" kell, mint a másodikhoz.) A választ az ergodicitás fogalma adja meg. Egy sztochasztikus folyamat ergodikus ha szinte bármilyen g függvényre (pontosabban bármilyen g Borel mérhető függvényre, lásd [1.1.2], [1.1.3]) az időbeli és statisztikai átlagok azonosak, azaz:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} g(x(t)) dt = E(g(\xi_t))$$

Mérnöki szempontból a g függvénynek két konkrét választása érdekes. Mikor g az identitás függvény, az maga után vonja, hogy

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) dt = E(\xi_t).$$

Mikor g a négyzetes függvény, az maga után vonja, hogy

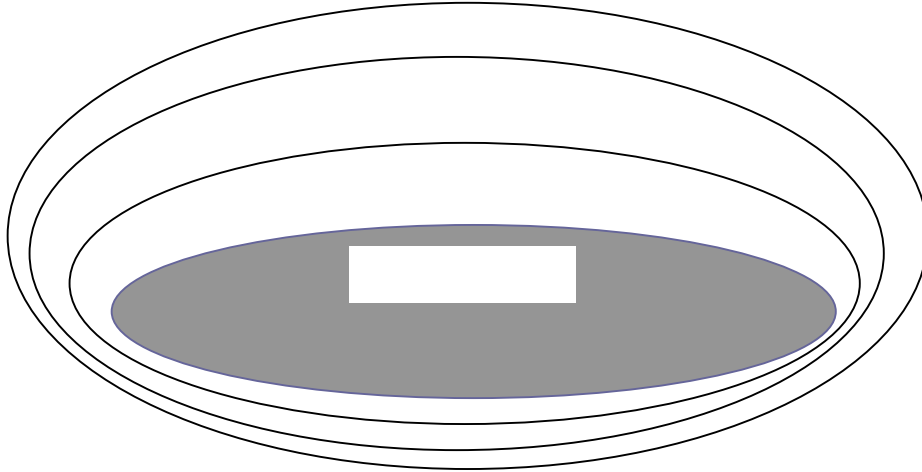
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = E(\xi_t^2).$$

Ez annyit jelent, hogy a folyamat első és másodrendű statisztikája időben egymásután megfigyelésekből és átlagolásokkal rekonstruálható.

Vegyük észre, hogy $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = E(\xi_t^2) = R(0)$, ami annyit jelent, hogy

ergodikus folyamatok esetén a korrelációs függvény nulla pontban felvett értéke megadja a folyamat átlagos teljesítményét.

Könnyű megmutatni, hogy az ergodikus folyamatok erősen stacionáriusak, ugyanakkor a gyengén stacionárus folyamatok osztálya tartalmazza az erősen stacionárus folyamatok osztályát. Ezt a kapcsolatot az 1.1.7 ábra demonstrálja.



1.1.6. Gyengén stacionárus folyamatok spektrális sűrűsége és sáv szélessége

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk, hogyan oszlik el egy folyamat energiája a frekvenciatartományban, bevezetjük a spektrális sűrűségfüggvényt (amire sok szerző a *teljesítménysűrűség spektrum* elnevezést is használja), mint a korrelációs függvény Fourier transzformáltját:

$$s(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-j2\pi f\tau} d\tau .$$

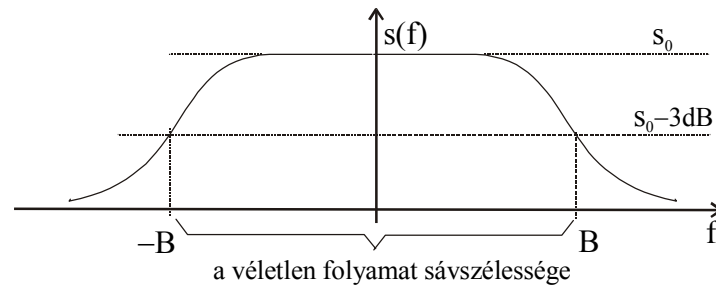
Ez valóban meghatározza az energia "spektrális eloszlását" hiszen

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = E(\xi_t^2) = R(0) \quad \text{ami inverz Fourier transzformálttal}$$

$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = R(0) = \int_{-\infty}^{\infty} s(f) df$. Ez megmutatja a teljesítmény és a spektrális sűrűség kapcsolatát.

A spektrális sűrűség alapján lehetőség van véletlen folyamatok sáv szélességét is definiálni, azon megfontolás alapján, hogy nincs szükség a

véletlen folyamat átvitelére azokon a frekvenciákon, ahol az energiája zérus. Ezért a sávszélesség az $s(f)$ függvény szerint pl. az 1.1.8. ábra alapján definiálható.



1.1.8. ábra. Egy sávkorlátozott véletlen folyamat sávszélessége

1.1.7. Véletlen folyamatok lineáris invariáns transzformációja (szűrése)

Ha egy $\xi(t)$ véletlen folyamatot egy $h(t)$ impulzusválaszú szűrőn bocsátunk keresztül, akkor a kimeneti jelet a következő összefüggés adja meg:

$$\eta(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t - \tau) \xi(\tau) d\tau .$$

Könnyű bizonyítani, hogy a kimeneti és bementi folyamat spektrális sűrűsége közötti összefüggés a következő:

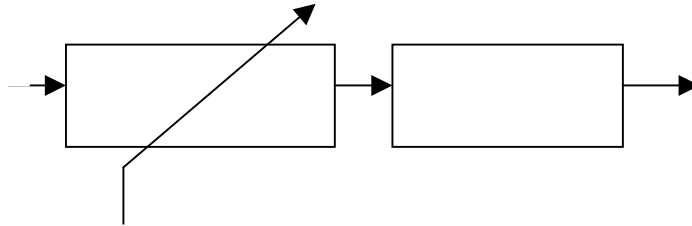
$s_{\eta}(f) = |H(f)|^2 s_{\xi}(f)$, ahol $H(f)$ a szűrő frekvencia karakterisztikája ($H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j2\pi ft} dt$). Ezen összefüggés alapján egy ergodikus véletlen folyamat spektrális sűrűsége mérhetővé válik, ha bevezetjük a tűszűrő fogalmát:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{ha } f_0 - \frac{\Delta}{2} \leq |f| \leq f_0 + \frac{\Delta}{2} , \\ 0 & \text{máskülönben} \end{cases}$$

ahol Δ egy infinitezimálisan kicsi mennyiség. Ha a tűszűrő $\eta(t)$ kimeneti folyamatának (aminek az éppen mért realizációját $y(t)$ jelöli), mérjük az átlagteljesítményét, ez arányos lesz a bementi folyamat spektrális sűrűségfüggvényének az f_0 helyen vett értékével:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} y^2(t) dt = E(\eta_0^2) = R_\eta(0) = \int_{-\infty}^{\infty} s_\eta(f) df = \int_{-\infty}^{\infty} |H^2(f)| s_\xi(f) df = 2 \int_{f_0 - \frac{\Delta}{2}}^{f_0 + \frac{\Delta}{2}} s_\xi(f) df \approx 2\Delta s_\xi(f_0)$$

Ez a formula azt vonja maga után, hogy egy túsűrűvel és "átlagteljesítménymérővel" felszerelve, egy ergodikus folyamat spektrális sűrűségfüggvénye mérhető. A mérési elrendezést az 1.1.9. ábra mutatja.



$s_\xi(f)$ -ből a korrelációs függvény inverz Fourier transzformációval meghatározható, tehát minden eredmény adott, hogy a folyamatot "négyzetes közép szintjén" jellemezzük.

1.1.8. Gaussi folyamatok és a fehérzaj

Hasonlóan az elemi valószínűségi számításhoz, a gaussi (vagy más néven normális) folyamatok főszerepet játszanak a sztochasztikus folyamatok elméletében. Ezek fontossága kettős:

- egy gaussi folyamatot teljesen leír a várhatóérték- és korrelációs függvénye.
- a centrális határeloszlási tétel általánosítása nyomán, sok, egymáshoz hasonló értékű, független véletlen folyamat összege a gaussi folyamathoz tart.

Egy $\xi(t)$ folyamat gaussi folyamat, ha minden (t_1, t_2, \dots, t_n) $n=1,2,\dots$ végesdimenziós időbeli mintavektorhoz tartozó $\bar{\xi} = (\xi_{t_1}, \xi_{t_2}, \dots, \xi_{t_n})$ projekció mint valószínűségi vektorváltozó normális eloszlást követ a következő valószínűség-sűrűségfüggvénnyel:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n \det(\mathbf{K})}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{x}-\mathbf{m})^T \mathbf{K}^{-1}(\mathbf{x}-\mathbf{m})},$$

ahol \mathbf{K} jelöli a kovarianciamátrixot, amelynek elemei $K_{ij} = E(\xi_{t_i} \xi_{t_j}) - E(\xi_{t_i})E(\xi_{t_j})$, valamint \mathbf{m} a várhatóértékvektort.

Ez egyúttal maga után vonja, hogy $K_{ij} = R(t_i, t_j) - m(t_i)m(t_j)$. Azaz egy gaussi véletlen folyamatot valóban teljesen meghatároz a várhatóérték- és korrelációs függvénye. A várhatóérték- és korrelációs függvényeknek a valószínűség-sűrűségfüggvényekkel való kapcsoltából következik, ahogy amelyik gaussi folyamat gyengén stacionárius az egyúttal erősen is stacionárius (általános folyamat esetén ez nem feltétlenül igaz).

A fehér gaussi folyamat (amelyet gyakran fehérzajnak hívnak) egy olyan speciális gaussi folyamat amelynek a spektrális sűrűsége állandó a frekvencia függvényében, azaz $s(f) = \text{const}$, $f \in (-\infty, \infty)$. Ezért ezen folyamat korrelációs függvénye a Dirac deltával arányos, $R(\tau) = \text{const} \delta(\tau)$. Ezért a fehér gaussi folyamat mintái korrelálatlanok. A fehér gaussi folyamat inkább egy hasznos matematikai absztrakció, semmint fizikai valóság (hiszen a folyamat átlagos teljesítménye végtelen). Ugyanakkor egy szűrt (színes) gaussi folyamat tulajdonságai könnyen számíthatók a fehér gaussi folyamat alapján.

A gaussi folyamatok fontossága a centrális határeloszlási tételben rejlik, hiszen sok, független folyamat eredője gaussi folyamathoz tart, ezért ez a folyamat jó approximációja a termikus zajnak (amikor sok független részecske véletlen hőmozgásának az eredője okozza a zajt). Sőt, nagyszámú információs folyamat multiplexálásaként kapott eredő folyam (pl. multiplexált beszédfolyamok) szintén jól közelíthetőek gaussi folyamattal. Ez megmagyarázza, hogy a gaussi folyamatoknak miért jut főszerep a manapság divatos "traffic engineering"-ben (a távközlő hálózatok forgalmi leírásában és méretezésében).

1.1.9. Összefoglaló

Ebben az alfejezetben a jelek fő tulajdonságait és a jelelmélet egyes elemeit mutattuk be. A fő hangsúly az analóg információ digitálissá való átalakításán volt, valamint az információs folyamatok (véletlen jelek) leírásán. Ennek megfelelően a stacioner és ergodelmélet rövid taglalására is kitértünk.

Irodalomjegyzék

[1.1.1] Chua, L.O. and Roska, T.: "The CNN Paradigm", *IEEE Trans. on Circuits and Systems*, Vol. 40., March, 1993.

[1.1.2] Doob, J. *Stochastic Processes*, New York-London, 1953

[1.1.3] Gihman, I., Szkorohod, A: *Introduction to stochastic processes*, Technical Press, Budapest 1975 (in Hungarian)

[1.1.4] Haykin, S.: *Neural networks - a comprehensive foundation*, Prentice-Hall, 1999

[1.1.5] Proakis, J, Manolakis, D.: *Digital signal processing*, McGraw-Hill, 1996

[1.1.6] Papoulis, A.: *Probability, random variables and stochastic processes*, McGraw-Hill, 1984

[1.1.7] Roska, T. and Chua, L.O.: "The CNN Universal Machine: an Analogic Array Computer", *IEEE Trans. on Circuits and Systems*, Vol. 40., March, 1993.

1.2. Hírányagok jellemzői

Szerző: dr.Levendovszky János

Lektor: dr.Dallos György

A kommunikációs rendszerek tervezésének alapvető célja az információ megbízható közlése. A megbízható átvitel általában előírt késleltetési korlát, hibaarány, jel-zaj viszony betartását jelenti. Egy gazdaságosan működő rendszer tervezésénél a cél az, hogy előírt QoS paraméterekkel működő összeköttetéseket a lehető legkisebb erőforrásigénnyel valósítsuk meg. Ehhez a valós források információs folyamainak (hang, kép, adat) tanulmányozása szükséges. A vizsgálat célja, hogy felfedjük mekkora erőforrásigény jelentkezik az egyes hírányagok előírt minőségű átvitele esetén, ahol az erőforrásigény, pl. a szükséges sáv szélességben testesül meg.

Az ilyen vizsgálatok jelentőségét az integrált szolgáltatások elterjedése is alátámasztja, hiszen ebben az esetben sokfajta, különböző szolgáltatás számára kell egyazon hálózaton belül hatékony sáv szélesség-gazdálkodást biztosítani.

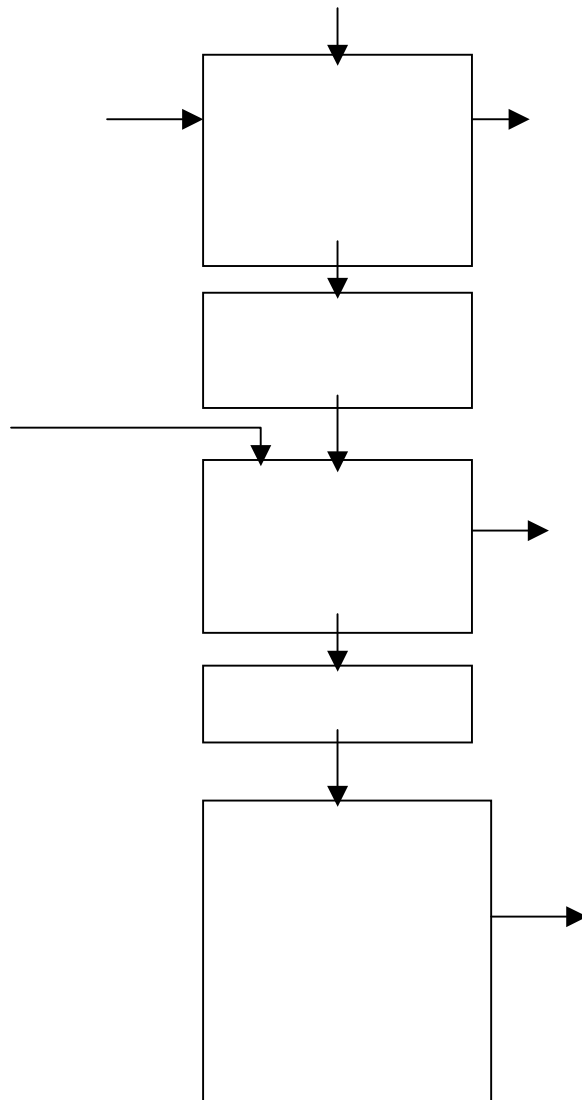
A források modellezése szempontjából két esetet különböztetünk meg: (i) analóg források (beszéd, zene, kép) modellezése, amikor az információközlés végállomása valamelyik emberi érzékszerv (fül, vagy szem); (ii) adatfolyamok leírása (pl. fájlok, elektornikus levelek ..stb.), amikor az információ már eredetileg is digitális formában keletkezett. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a "konvergencia" korszakában (amikor a hagyományosan különálló távközlési és műsorszórési világ az adatátviteli világhoz közeledik) gyakorlatilag minden információ "adatnak" minősül. Ezért az információs forrásokat a csomagkapcsolt hálózatok platformján, mint forgalmi folyamatokat kell modellezni, ahol az átvitt információ minőségét rá vonatkozó QoS követelmények határozzák meg.

Analóg források esetén az átvitt információ "élvezhetősége" a legfontosabb paraméter. Az "élvezhetőség" azonban szubjektív kritérium, amelynek kvantifikálása, csak kísérletileg és statisztikai átlagok alapján történhet. Ugyanakkor a mérnöki tervezés számára fontos paraméterek azok, amelyek kifejezik egy adott információs folyamat erőforrásigényét. Ezért a való életbeli folyamatok leírásánál az a feladat, hogy

a szubjektív élvezhetőséget, mérnöki szabatosan definiált paraméterekbe transzformáljuk. Ennek érdekében a továbbiakban röviden ki kell térnünk az emberi érzékszervek leírására is.

Ahhoz, hogy egy csomagkapcsolt hálózatban adott minőségű szolgáltatást tudjunk nyújtani, a beszéd-, zene-, kép- és adatforrások, mint "véletlen csomagkibocsátó egységek" statisztikai tulajdonságait kell áttekinteni. Pontosabban a statisztikus multiplexálás szempontjából fontos paraméterek, a statisztikus sávszélesség, teljesítményeloszlás felfedése a cél.

A fenti gondolatoknak megfelelően, a híryanagok jellemzőinek tárgyalása, a következő, rétegelt modell szerint történik:

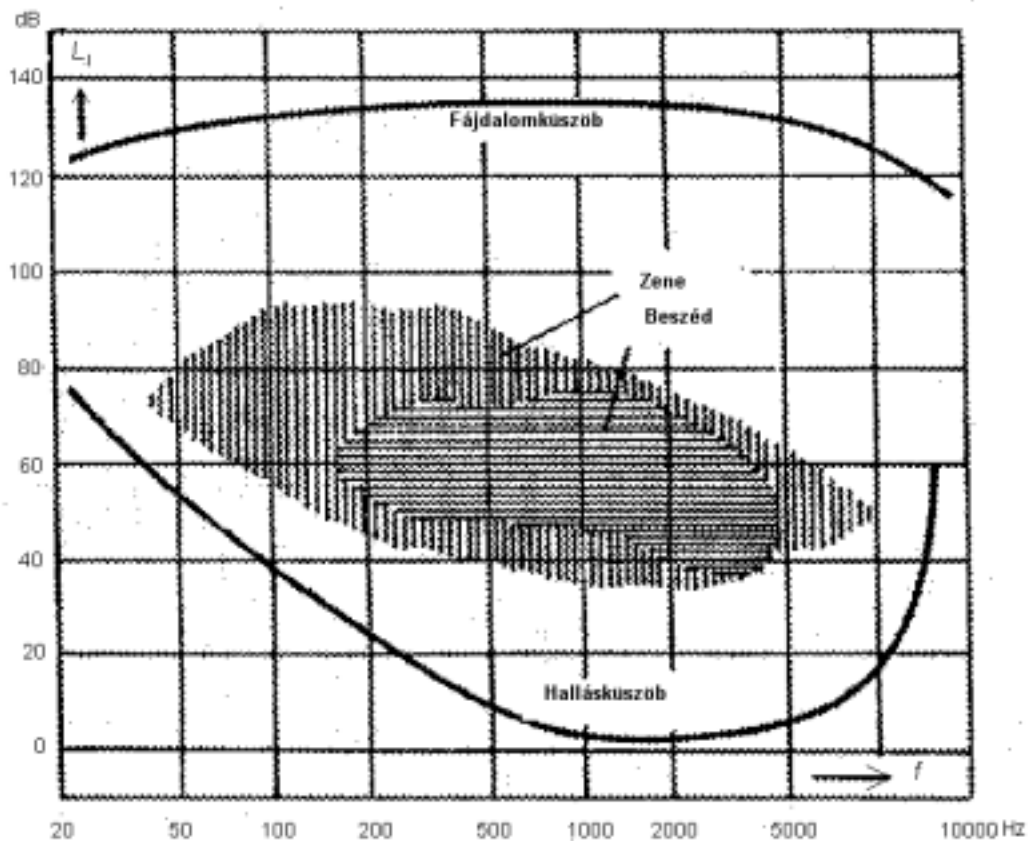


1.2.1. Audio jelek (beszéd és zene)

Ebben a pontban a beszéd és zene jeleket írjuk le, sávszélesség, jel-zaj viszony és egyéb kritériumok alapján.

Érzékszervi leírás

A beszéd- és zeneátvitel karakterizálásához először az emberi hallás rövid leírására van szükség. A fül „frekvenciakarakterisztikája”, azaz a hallás szinuszos hangokra értelmezett két határtulajdonsága, a beszéd és a zene tipikus spektrumával együtt az 1.2.1. ábrán látható:



A fenti ábra alapján a beszéd (20 Hz, 5000 Hz) míg a zene a (10 Hz, 20 KHz) frekvenciasávba esik.

A beszédátvitel minőségi követelményei

Az analóg beszédátvitelt a frekvenciasávon p_a kívül a jel-zaj viszony is minősíti, melynek határértéke a klasszikus telefóniában, a halk beszédnél 20 - 25 dB.

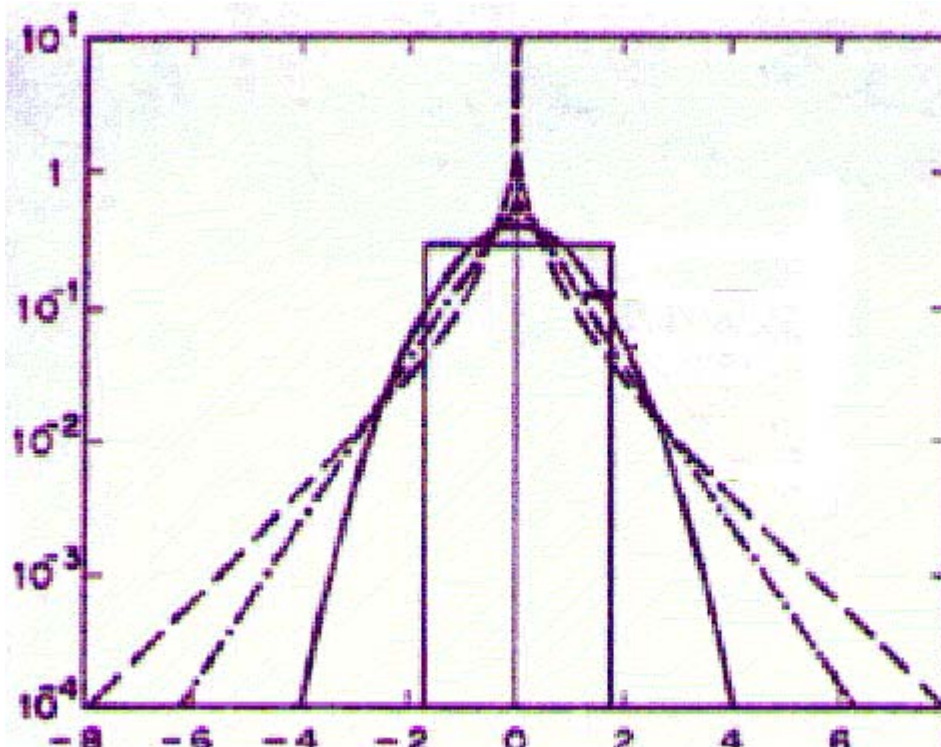
Egy másik alapvető jellemző a tolerálható nemlineáris torzítás mértéke. A nemlineáris torzítás egy tiszta szinuszos jellel gerjesztett nemlineáris elem (pl. szénmikrofon) kimenetén megjelenő felharmonikus tartalommal mérhető, a következő módon:

$$k = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} c_i^2}}{\sqrt{c_1^2}}, \text{ ahol } c_1 \text{ az } f_0 \text{ frekvenciájú alapharmonikus együtthatója, míg } c_i$$

az $if_0, i=2,3,\dots$ frekvenciához tartozó felharmonikus amplitúdó. Az analóg műsorszórásban a $k=1\%$, amíg az analóg telefóniában $k=5-10$ a megengedett érték. Az érték attól függ, hogy a torzítás termékek a hallható tartományba esik-e.

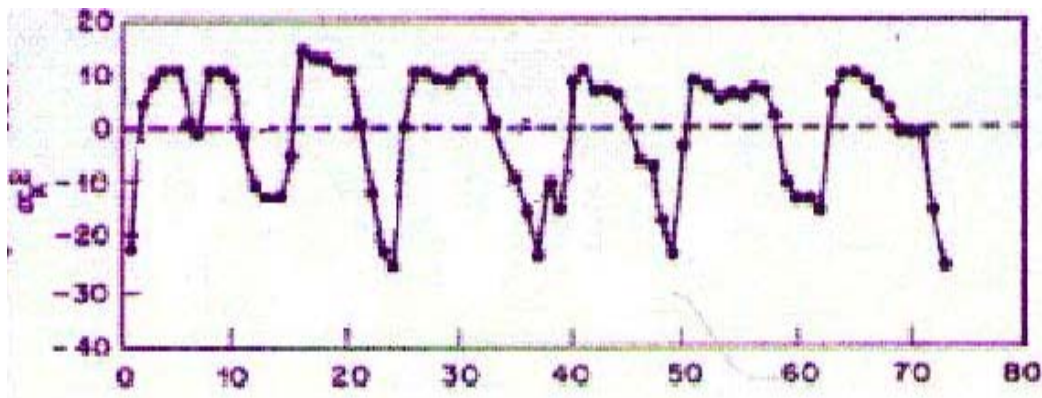
A beszédjel statisztikai tulajdonságai

A beszédjel statisztikájának a feltárására rengeteg kísérletet végeztek, amit az



optimális hangkódolási eljárások kifejlesztése motivált. A beszédjelek nemstacionárius véletlen folyamatok, ezért a rövidtávú statisztikák (amelyeket általában 32msec hosszúságú időintervallumon vesznek fel) alapvetően különböznek a hosszútávú statisztikától (amelyet 6400 msec hosszúságú időintervallumon számolnak). A legtöbb kutató a hosszútávú statisztikát Laplace eloszlással közelítette, amelynek sűrűségfüggvénye: $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma} e^{-\sqrt{2}|x|/\sigma}$, ahol σ a szórás (gyakorlatilag az effektív érték, lásd [1.2.1], [1.2.9]).

A modellezéshez használt sűrűségfüggvények alakját a következő ábra mutatja: A beszédjel szórásának az időfüggését az 1.2.3. ábra szemlélteti (lásd [1.2.2]).



A digitális beszédjel jel-zaj viszonyát az $SNR = 10 \lg \frac{\sigma_x^2}{\sigma_z^2}$ összefüggés definiálja,

ahol σ_x az analóg beszédminták szórását, míg σ_z a kvantált beszédminták szórását jelöli.

Digitális telefónia

A szabványos digitális telefóniában (PCM rendszerek) a beszédjel sáv szélességét (300 Hz, 3400 Hz)-ben határozták meg. A PCM kódoló 8 KHz-es mintavételi frekvenciát használ, amit egy 8 bites logaritmusos kvantáló követ. Ezért a beszéd által igényelt digitális sáv szélesség 64 Kb/s. Természetesen ez a sáv szélesség a kódoló algoritmikus komplexitásától is függ. (Pl. a vokóder sokkal kisebb sáv szélességben tud jó minőségű beszédátvitelt garantálni, azonban ennek

ára a sokkal bonyolultabb kódolási és dekódolási eljárás.) A PCM rendszerekben a jel-zaj viszony minden bit hozzáadásával közel 6 dB-vel javul, pontosabban $SNR = 6n - 10 \lg a$, ahol a egy empirikus konstans $1 < a < 10$, valamint n a kvantálásnál használt bináris kódszó hossza (lásd [1.2.2]).

A CCITT 30 csatornás "A-törvényű" multiplex rendszerben, mindegyik TDM keret 32 csatornát tartalmaz (az időrések 0-tól 31-ig számozottak, amiből 30 csatorna beszédet, kettő pedig jelzéseket visz át). Mindegyik csatorna időrés 8 bitet tartalmaz, amely $125 \mu\text{s} / 32 = 3.9 \mu\text{s}$ hosszú.

Az IP alapú és egyéb digitális hangátviteli rendszerek jelenlegi kódolói és dekódolói a G.711, G.723, G.726, G.729, G.728-el jelölt ITU ajánlások definiálják. Az alkalmazott tömörítéstől függően a beszéd sávszélessége a 6.4-64 Kb/s tartományban változik. Az alacsonyabb sávszélesség elérése csak nagyteljesítményű DSP-vel lehetséges.

A mobil telefóniában a GSM 06.10 transzkódolás használatos Európa szerte. Ez 13 kb/s-os sávszélességet ér el hosszú távú predikciót is használva.

A zene leírása

A zene hasonló műszaki paraméterekkel jellemezhető, mint a beszédjelé. Az idevágó számértékeket a következő táblázat tartalmazza:

A zene paraméterei	
Sávszélesség	15 KHz (FM rádió), 20 kHz (CD)
Jel-zaj viszony	40 dB (FM rádió), 96 dB (CD)
Nemlineáris torzítás	1% (FM rádió), 0.005% (CD)
Mintavételezési frekvencia	44,1 KHz (CD, MPEG)
Kvantáló	16 bit
Digitális sávszélesség	705.6 Kb/s (mono), 1.411 Mb/s (sztereo)

1.2.2. A képi információ jellemzése

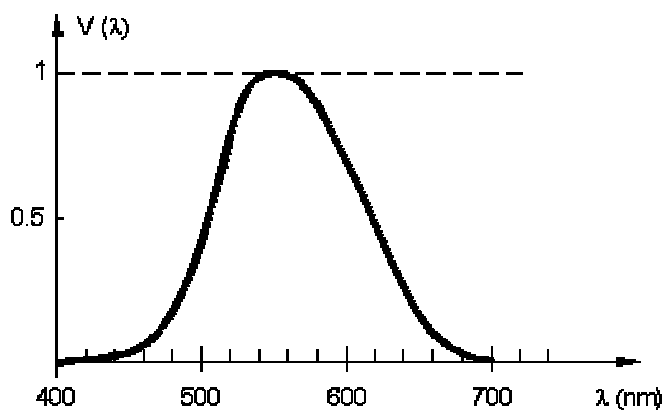
Ez a szakasz a hanghoz hasonlóan a képi információ bemutatására törekszik.

A vizuális érzékelés

A videojel jellemzéséhez az emberi látás néhány tulajdonságát kell összefoglalnunk. Az emberi szem a fényt a 400 nm-től a 700 nm-ig terjedő

tartományban érzékeli. A látás érzékenységét ebben a tartományban az 1.2.4. ábra szemlélteti.

Ugyanakkor a kísérletek azt bizonyították, hogy a színérzékelés során elegendő olyan színeket figyelembe venni, amelyek a három alapszín, pl. a vörös ($\lambda_R = 700 \text{ nm}$), a zöld ($\lambda_G = 564.1 \text{ nm}$) és a kék ($\lambda_B = 435.8 \text{ nm}$) kombinációjaként állnak elő. Ezt a fajta előállítást, amely az adott színt a benne szereplő vörös, zöld és kék intenzitásaival, egy $\mathbf{x} = (x_R, x_G, x_B)$ háromdimenziós vektorként jellemzi az angol nyelvű rövidítés alapján gyakran RGB reprezentációnak nevezzük.



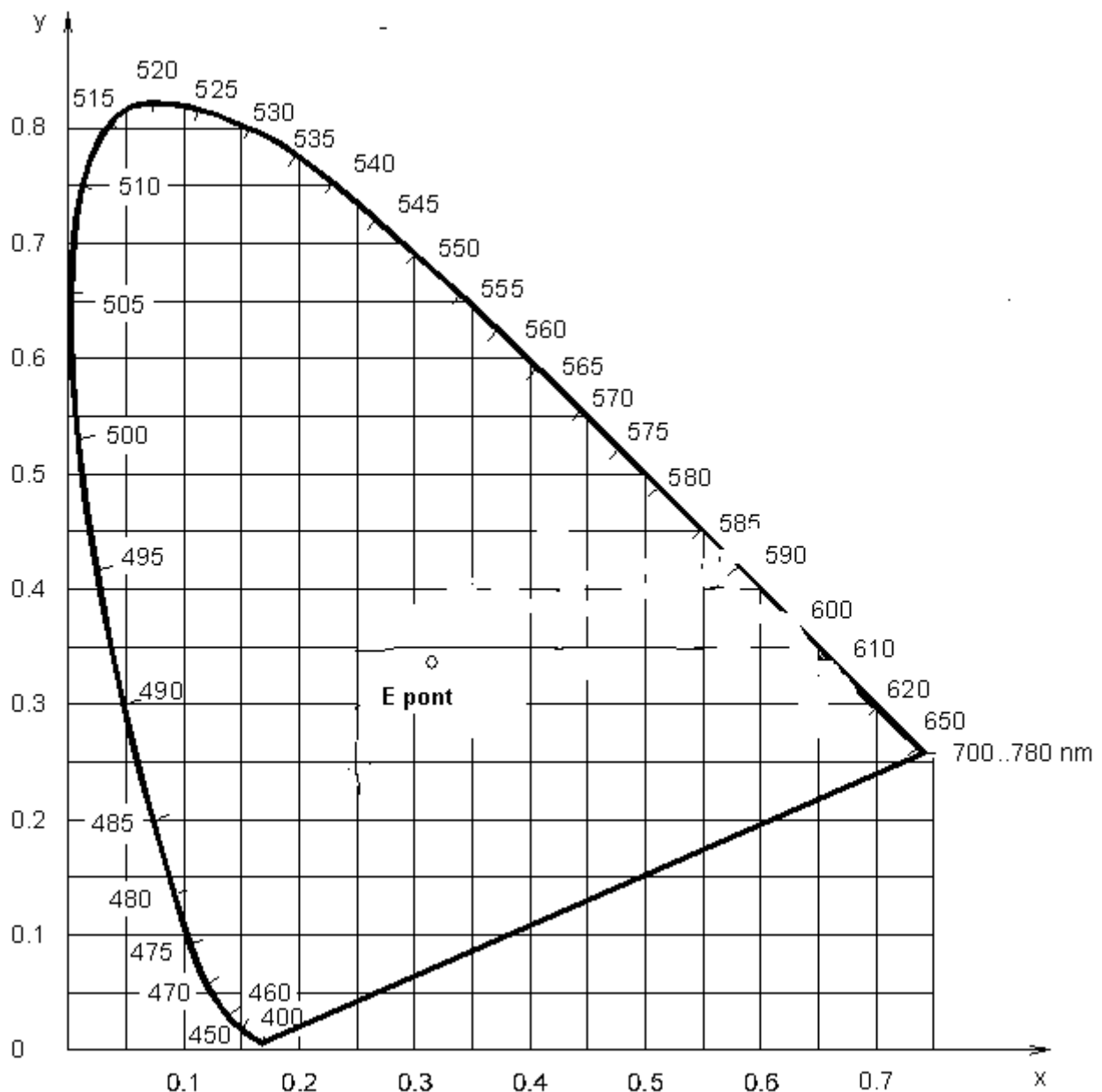
A háromdimenziós leírás egyszerűsítése végett a színteret egy kétdimenziós diagramba képezzük le megfelelő koordináta-transzformációkkal, amelynek végeredménye az ún. Színpatkó (1.2.5. ábra). A színpatkó görbe része reprezentálja a spektrális színeket, amíg a lezáró egyenes az úgynevezett "bíboregyenes" a vörös és kék kombinációjából kiadódó színeket tartalmazza. Az E fehér pont koordinátái a színpatkó belsejében ($x=0.33$ $y=0.33$) találhatóak. A színpatkó belső pontjai olyan színek, amelyek előállíthatóak a fehér szín és a megfelelő spektrálszín keverékéből. Az adott színhez tartozó spektrálszín úgy áll elő, hogy az adott színnek megfelelő pontot és a fehér pontot összekötő egyenest a színpatkóra vetítjük.

A televízió jel

A televíziójel leírásánál figyelembe vesszük, hogy az emberi szem egy 4:3 arányú téglalap alakú képre tud optimálisan fókuszálni, függőlegesen kb. 20 fokos szögben. Mivel a szem felbontási képessége $2'$, ezért a képnek $800 \times 600 = 480000$

képpontot kell tartalmaznia. A fekete-fehér televíziójel ezen képpontok világosságértékének jobbról-balra történő soronkénti leolvasását tartalmazza, másodpercenként 25 képsebességgel (az ilyen frekvenciával egymásután vetített állóképeket a szem mozgóképként érzékeli). Ennek ellenére a televízió 50 Hz-el dolgozik, először a páros, majd a páratlan sorokat megjelenítve a képernyőn. Az amplitúdók aránya alapján a fekete-fehér kép, kb. 70% videó-információt és 30% szinkron információt tartalmaz. A színes tévé esetén az $Y=0.3R+0.59G+0.11B$ összefüggéssel definiált világosság jel és a $R-Y$ és $B-Y$, színkülönbségi jel hordozza.

Történetileg három szabványa alakult ki a színes televízióknak: az NTSC, PAL



és a SECAM. Az NTSC a színjelet QAM segítségével viszi át, ezért ez nagyon érzékeny a fázistorzításokra. A SECAM figyelembe veszi az erősen korrelált színjelet és ezért csak egy színkülönbségi jelet továbbít soronként (a másik az előző sorhoz tartozik és a memóriából előhívandó). Ezért nincs szükség QAM-re, hiszen csak egy színkülönbségi jelet kell adott időben frekvenciamodulációval átvinni. A PAL rendszer váltogatja a vörös jel fázisát, amely úgy javítja meg a QAM jel spektrumát, hogy kevésbé lesz érzékeny a fázistorzításokra.

Napjainkban nagyfokú érdeklődés mutatkozik a nagyfelbontású digitális televíziók (HDTV= High Definition TeleVision) iránt. Ez a letapogatott sorok majdnem kétszeresére növelésével élesebb képet nyújt. A képméret aránya 16:9, amely jobban illeszkedik a mozifilmekhez. A HDTV adaptív kódolási technikákat alkalmaz (nagyobb felbontásban kódolja a kép állórészeit, míg kisebb felbontásban a kép mozgórészeit). A sáv szélesség jobb kihasználása érdekében egy mozgásvektort visz át a mozgás helyett (részletesebb leírás az [1.2.8]-ban található).

A digitális képjel sáv szélessége

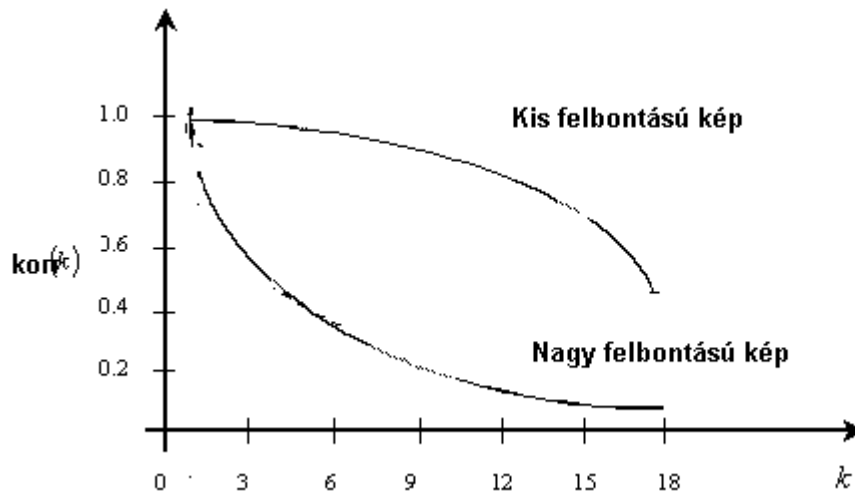
A kép $800 \times 600 = 480,000$ képelemet tartalmaz, képpontokhoz tartozó világosságértéket 100 szintben kvantálva. Ezért egy fekete-fehér kép $480,000 \text{ Id. } 100 = 3,19 \text{ Mbit}$ információnak felel meg. Mivel az emberi szem 25 Hz-es frekvenciájú állóképsorozatot mozgóképpé átlagol, ezért a fekete-fehér mozgókép átviteléhez szükséges digitális sáv szélesség: $3,19 * 10^6 * 25 \approx 80 \text{ Mbps}$.

Színes képek átvitele esetén csak a színkülönbségi jeleket kell még átvinni, hiszen a világosságjelet már tartalmazza a fekete-fehér képjel. Ráadásul az emberi szem színfelbontása rosszabb mint a világosság-felbontása, ezért elegendő a fekete-fehér képhez képest egy-ötödös felbontást alkalmazni, ami 166 Kbit többlet információt jelent színes állókép továbbítása esetén. A színes mozgóképek esetén a szükséges sáv szélesség másodpercenként: $25 * (3,19 \text{ Mbit} + 0,166 \text{ Mbit}) = 84 \text{ Mbps}$. Ebből látszik, hogy a színinformáció átvitele csak alig növeli a képjel sáv szélességét.

A televízió kivül a számítógép-képernyőn megjelenő kép továbbítása is szükséges. A számítógépes képekre a következő szabványok érvényesek: 640x480 VGA, 800x600 SVGA, 1024x768 XGA. Egy XGA képernyő 24 bit per képelem felbontással és 25 keret per másodperc átvitelével 472 Mb/s-os sáv szélességet igényel.

A képelek statisztikai tulajdonságai

A képelek statisztikai leírásánál felmerül a "hosszúidejű függőség" jelensége, amely a korrelációs függvény viszonylagosan nagy értékeire utal, még időben távoli mintapárok esetén is. Ezen jelenség a keretekben ismétlődő **képminták** jelenlétével magyarázható. Ezért a videojelek kváziperiodikusak a keretfrekvencia szerint. Néhány tipikus korreláció látható az 1.2.6. ábrán:



A videojelek statisztikájáról további információk az [1.2.4], [1.2.5] művekben találhatóak.

1.2.3. Az adatforrások modellezése

A modern telekommunikációs rendszerekben minden információt digitális formában visznek át. Ezért fontos, hogy a forrásokat vagy mint állandó sávszélességű adatfolyamokat modellezzük a vonalkapcsolt hálózatok számára, vagy mint véletlen csomag sorozatokat a csomagkapcsolt hálózatok számára.

Forrásmodellezés vonalkapcsolt hálózatokhoz

A vonalkapcsolt hálózatok esetében bizonyos erőforrások a teljes hívás alatt a rendelkezésre állnak (pl. egy telefonhívás esetén állandó kapcsolat épül ki a hívó és hívott között), ezért a legtöbb szolgáltatás állandó sávszélességet biztosít. Ennek

megfelelően az egyes források által kibocsátott információs folyamatokat a sávszélességükkel és időtartamukkal lehet jellemezni.

Az 1.2.7. ábra néhány tipikus forrásmodellt mutat sávszélesség és időtartam szerint (néha forrásmodell helyett a "szolgáltatás" terminológiát használják, hiszen a szolgáltatások adott típusú forrásokhoz kapcsolódnak). [1.2.6.]

Forrásmodellezés csomagkapcsolt hálózatokban

Ha az információt bitekből összeálló csomagok formájában továbbítjuk, akkor a forrásmodellezésnek tovább kell lépnie és véletlenszerű csomagfolyamot generáló forrást kell figyelembe vennie. Az ilyen modelleket forgalmi modelleknek nevezzük. Ezek fontosságát az is tanúsítja, hogy a forgalmi modellezés lassan önálló diszciplínává női ki magát, egyesítve a véletlen folyamatok, sorálláselmélet és a káoszelmélet eredményeit. Ebben a szekcióban néhány elemi modellt vezetünk be a videó, hang és adatfolyamok csomagszintű leírására. Az itteni fogalmak mélyebb és kiterjedtebb tárgyalása az 1.7. alfejezetben található.

Az információs folyamatok csomagszintű modellezésére különböző mélységű modellek születtek, amelyek Markov Modulált Poisson Folyamatokon, fraktálanalízisen, vagy egyéb módszeren alapulnak. Jelen esetben két alapvető modellel foglalkozunk:

1. On/Off modell a zérus puffer közelítés esetén (ebben az esetben a csomagkapcsolt hálózat úgy van dimenzionálva, hogy a pufferek hossza relatíve elhanyagolható, a valós idejű szolgáltatások támogatása végett). A modellezés alapja, hogy a forrás egy X valószínűségi változó, amely $p_i = P(X = i)$, $i = 0, \dots, h$ valószínűségeloszlása szerint generál időegység alatt

i db. csomagot. Jelölje $m = \sum_{i=1}^h ip_i$ az X forrás működését jellemző

várhatóértéket. Az "On/Off" modellezés annyit jelent, hogy az eredeti forrást egy kétértékű \tilde{X} valószínűségi változóval helyettesítjük, amelynek eloszlása

$P(\tilde{X} = 0) = 1 - \frac{m}{h}$ és $P(\tilde{X} = h) = \frac{m}{h}$. Ily módon \tilde{X} az úgynevezett "börsztös"

(vagy On/Off) megfelelője X -nek, amely vagy nulla, vagy csúcsebességgel ad.

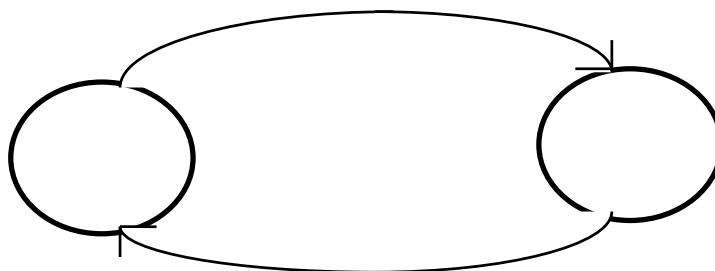
2. Markov vezérelt folyamatok, amelyek az állapotaikkal, az adott állapotokban való tartózkodási idejükkel és az állapot-átmeneti valószínűségeikkel vannak leírva.

Az On/Off modellre a hang esetén a tipikus paraméterek $m = 10$ Kb/s és $h = 64$ Kb/s. A hangforrások statisztikai multiplexálása ezért binomiális eloszlást követ. Érdekes még megjegyezni, hogy az On/Off források statisztikai sáv szélessége (amelyet Kelly vezetett be először annak mérésére, hogy mekkora véletlen terhelést

jelent egy On/Off forrás a hálózat számára), $\mu(s) = \frac{1}{s} \log \left(1 - \frac{m}{h} + \frac{m}{h} e^{sh} \right)$

összefüggéssel van megadva, ahol s a Chernoff határ optimalizálásból származó paraméter (lásd [1.2.3]). Ez a koncepció azon alapul, hogy a multiplexált forgalom "farokeloszlását" a log moment generáló függvényekkel becsüljük felülről.

A beszédet modellező Markov vezérelt folyamat a következő:

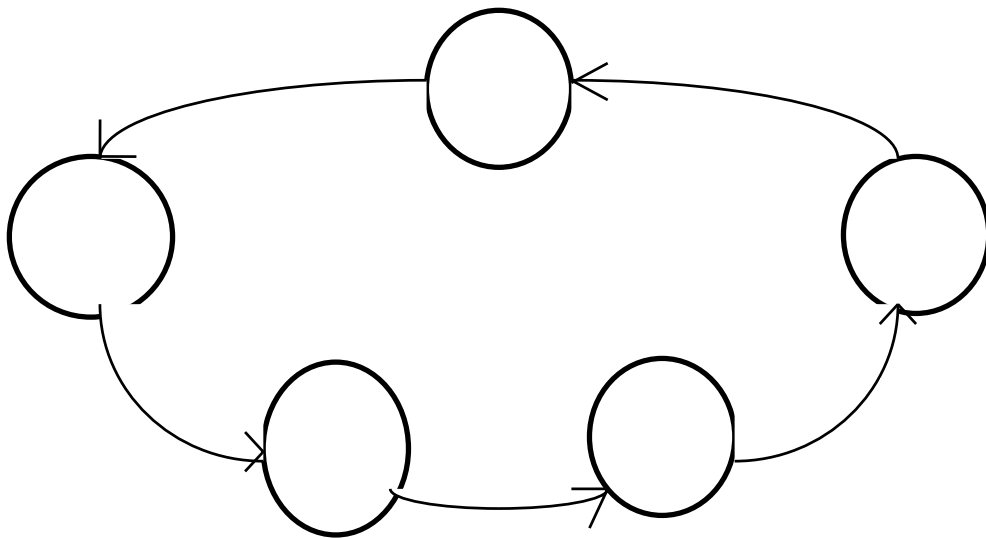


A videoforrás szintén modellezhető On/Off forrásként, habár ez nem tükrözi a képjel nagyfokú korreláltságát. A megfelelő On/Off modell paraméterei a következők: $m = 2,2121$ Mbit/s és $h = 11,02$ Mbit/s.

Egy másik megközelítése a videó forrásoknak Markov Modulált Poisson Folyamatokon alapul, ami szintén alkalmatlan a hosszúidejű függőség reprodukálásra. Ezért a csomagkapcsolt hálózatok forgalmi modellezésének egyik jelenlegi kihívása a videó, illetve multiplexált videó folyamok hiteles, analitikus leírása.

Az ún. gyors-adat modell, amely *ftp*-s folyamatok modellezésére került kifejlesztésre a következő paraméterekkel bír: $m = 0,4356$ Mbit/s, $h = 11,01$ Mbit/s

A Markov vezérelt modell (lásd [1.2.7]) a következő:



1.2.4. Összefoglaló

Ebben a fejezetben az információs források tulajdonságait vizsgáltuk. A bevezetőben vázolt rétegelt megközelítés alapján először az analóg beszéd, zene és képjel jellemzőit taglaltuk, amit a digitális beszéd-, kép- és adatfolyamok leírása követett. Végül a fenti folyamatokat csomagok szintjén modelleztük, amelyek a való életbeli források forgalmi statisztikáját írják le.

Irodalomjegyzék

[1.2.1] Flanagan, J.L.: Speech analysis, synthesis and perception, Springer-Verlag, 1972

[1.2.2] Jayant, N.S. , Noll, P.: Digital coding of waveforms, Prentice Hall, 1984

[1.2.3] Kelly, F.: "Notes on effective bandwidths", www.statslab.cam.ac.uk/~frank/

- [1.2.4] Kretzmer, E. R.: "Statistics of Television signals", Bell System Tech. J., pp. 751-763.
- [1.2.5] Kummerow: "Statistics for efficient linear and nonlinear picture coding", Int. Telemetry Conf, pp.149-161, October 1972.
- [1.2.6] Lee, B., Kang, M., Lee, J.: *Broadband telecommunications technology*, Artech House, 1996.
- [1.2.7] Levendovszky, J., Elek, Zs., Végső, Cs.: "Validation of novel CAC algorithms", *ICAM- IEEE 1999*, pp. 195-211
- [1.2.8] Nimoneya, et al.: "An HDTV Broadcasting System Utilizing a Bandwidth Compression Technique MUSE", *IEEE Trans. on Broadcasting*, pp 130-160, 1987
- [1.2.9] Zelinski, R., Noll, P.: "Optimal quantization for PCM", Technical report , Heinrich Hertz Institute, Berlin, 1974 (in German)
- [1.2.10] D.L.Richards: *Telecommunication by speech, transmission performance of telephone networks*. Butterworth 1973. London.
- [1.2.11] Kleinrock, Leonard: *Sorbanállás-kiszolgálás, bevezetés a tömegkiszolgálási rendszerek elméletébe*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979

1.3. Forráskódolás és csatornakódolás

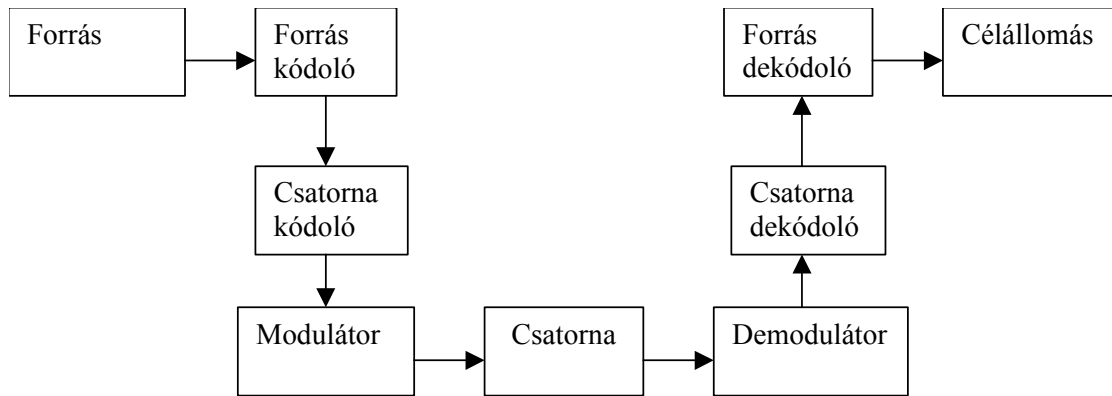
Szerző: dr. Vajda István

Lektor: Osváth László

A kommunikációs rendszerek az adatokat az adatforrás és a célállomás között továbbítják (lásd 1.3.1.ábra). Az adatokat először a *forráskódoló* kezeli, amelynek eredményeképp az adatok tömörebb formában kerülnek ábrázolásra. A kódoló kimenetén forráskódbeli kódszavak sorozata jelenik meg, amely kódszavak forrásábécé feletti sorozatok. A forráskódoló kimenete kerül a *csatornakódoló* bemenetére, amely a kimenetén csatornakódszavak sorozatát állítja elő. A csatornakódoló, a forráskódolóval ellentétes műveletet végez, meghosszabbítja az input sorozatokat, redundanciát ad hozzájuk. A modulátor a csatornakódszó szimbólumait (karaktereit) jelekké (analóg szimbólumokká) transzformálja, amelyek átvihetők a csatornán. A csatornában ezen jelek különböző változásokat szenvednek el a zaj, torzítás és interferencia kapcsán. A demodulátor az az egység, amely a csatorna kimeneti jeleit csatornakód szimbólumokká alakítja vissza. Egy csatornakódszónak megfelelő demodulált sorozat, a *vett szó*. A csatornadekódoló feladata az, hogy a vett szó alapján a legjobb döntést hozza az átküldött kódszóra. A forrásdekódoló kitömörítést végez, azaz dekódolja a forráskód szavakat.

Az adattömörítés nem függ a csatornától, a csatornakódolás pedig nem függ a forrástól. Bebizonyítható, hogy a fentiekben vázolt két lépésben végzett kódolás (forráskódolás, csatornakódolás) ugyanolyan jó lehet, mint bármely más módszer, adatoknak zajos csatornán történő továbbítására ([1.3.1.],[1.3.4.]). Következésképpen ezen kódolási algoritmusokat szeparáltan lehet tervezni. A cél a leghatékonyabb adatátvitel. Ez, például, azt jelenti, hogy adott szolgáltatási minőség mellett a lehető legnagyobb átviteli sebességet szeretnénk elérni.

Az információelmélet adta meg a forráskódolás és a csatornakódolás elvi lehetőségeinek határait. A klasszikus információelméleti eredmények között találjuk az első adattömörítő algoritmusokat. A csatornakódolás terén mai napi gyakorlatban alkalmazott módszerek javarésze az algebrai kódelmélet eredménye.



1.3.1. ábra. Digitális kommunikációs csatorna blokkvázlata

Természetesen, egy rövid fejezet csak arra ad módot, hogy dióhéjban összegzésre kerüljenek a főbb gondolatok, alapvető definíciók ezen két nagy tudományterületről.

Az alábbiakban először a forráskódolás témájába adunk egy bevezetőt. Az 1.4 fejezet részletes áttekintést ad a mai, praktikus adattömörítő módszerekről. A jelen fejezet nagyobb részét a csatornakódolásnak szenteljük.

1.3.1. Forráskódolás: entrópia és tömörítés

Az információ fogalma túl széles ahhoz, hogy jól megfogható legyen egyetlen definícióval. Az entrópia, amelyet tetszőleges valószínűségeloszláshoz ki tudunk számolni, sok olyan tulajdonsággal rendelkezik, amely jól megragadja az információ mennyiségével kapcsolatos intuíciónkat.

Legyen X egy diszkrét valószínűségi változó, amely egy X halmazból veszi értékeit $p(x)=\Pr(X=x)$, $x \in X$ valószínűségeloszlás szerint. Az X diszkrét valószínűségi változó $H(X)$ entrópiájának definíciója:

$$H(X) = -\sum_x p(x) \log_2 p(x) \quad [bit]$$

Bináris valószínűségi változó esetén, ahol $p(1)=q$ és $p(0)=1-q$, az *entrópia* formula a következő egyszerű alakot ölti:

$$h(q) = q \log_2 q + (1-q) \log_2 (1-q).$$

Például, pénzfeldobás kísérlet esetén a véletlen kimenetel entrópiája 1 bit. Az entrópia nem negatív értékű, ami könnyen látható, mivel $0 \leq p(x) \leq 1$ implikálja, hogy $\log_2 p(x) \geq 0$.

Egy további példaként tekintsünk egy 4 kimenetelű X valószínűségi változót, ahol a kimenetek a, b, c, d , továbbá a hozzájuk rendelt valószínűségek rendre $1/2, 1/4, 1/8, 1/8$. Tegyük fel, hogy egy A személy ezen eloszlás alapján megfigyel egy kimenetelt. Egy tőle különböző B személy feladata, hogy kitalálja ezt a kimenetelt minimális számú kérdést feltéve A -nak. Első kérdése: "A kimenetel 'a'?". Ha a válasz igen, akkor nem kérdez tovább, egyébként a következőt kérdezi: "A kimenetel 'b'?". Ha a válasz igen, akkor nem kérdez tovább, egyébként a harmadik kérdése: "A kimenetel 'c'?".

Ezen a módon B feloldja a bizonytalanságot, legfeljebb 3 kérdéssel. A megadott eloszlás alapján a kérdések számának várható értéke: $0.5 \cdot 1 + 0.25 \cdot 2 + 0.25 \cdot 3 = 1.75$. Ami itt igen érdekes, az az, hogy az X entrópiája is ugyanezen érték, azaz $H(X) = 1.75$! Általában igaz, hogy a minimális kérdésszám várható értéke $H(X)$ és $H(X)+1$ közötti.

Ezen észrevétel elvezet az adattömörítés elvi korlátjának megállapításához. Az adattömörítés során a legnagyobb valószínűségű kimenetekhez a legrövidebb leírást (bináris sorozatot, kódszót) rendeljük, s szükségszerűen hosszabbakat a kisebb valószínűségű kimenetekhez. A híres Huffman-kódolás ([1.3.1]) ezen az alapon a minimális várható kódszóhosszat biztosítja, ahogy azt az alábbiakban bemutatjuk, némi formalizálás után.

Tekintsünk egy C forráskódot s elemszámú, $Y^* = \{y_1, y_2, \dots, y_s\}$ forráskód ábécé felett ($s=2$ esetben bináris kódot készítünk). Jelölje $C(x)$ az $X=x$ kimenetelhez rendelt kódszót, amelynek hossza $l(x)$. A C kód $L(C)$ várható hossza:

$$L(C) = \sum_x p(x)l(x).$$

A fenti számpéldánk esetén $C = \{0, 10, 110, 111\}$ választással ($C(a)=0, C(b)=10, C(c)=110, C(d)=111$) $L(C) = 1.75$ adódik.

A C kód *prefix*, ha egy kódszó sem prefix egy másik kódszóban. Példánk kódja prefix. Ha prefix kód kódszavait egymás után írja egy A személy, akkor egy tőle különböző B személy dekódolni képest azt, azaz egyértelműen meg tudja állapítani a kódszóhatárokat abban pillanatban, amikor - előről kezdve sorosan olvasva a kódszavak alkotta sorozatot - egy kódszó végére ér. Ezt a tulajdonságot önszinkronizációs képességnek hívjuk. Általában pedig, ha a kódszavak sorozatát

egyértelműen szét tudjuk bontani komponens kódszavakra, akkor a kódot *egyértelműen dekódolhatónak* hívjuk.

Megmutatható, hogy tetszőleges egyértelműen dekódolható C kód esetén a várható kódszóhossz nem lehet kisebb, mint $H(X)/\log_2 s$. A már említett *Huffman-kód* optimális egyértelműen dekódolható kódot eredményez, ahol az optimalitás a minimális várható kódszóhosszat jelenti:

$$H(X)/\log_2 s \leq L(C) < H(X+1)/\log_2 s + 1,$$

azaz - ahogy már fentebb is említettük - bináris ábécé ($s=2$) esetén a várható hossz az entrópiát 1 biten belül megközelíti.

Alább egy példát mutatunk, ahol az X valószínűségi változó eloszlása: $\{0.4, 0.3, 0.2, 0.08, 0.02\}$.

1.	2.	3.	4.
0.4	0.4	0.4	0.4
0.3	0.3	0.3 →	0.6
0.2	0.2 →	0.3 ↗	
0.08 →	0.1 ↗		
0.02 ↗			

A módszer során lépésenként a két legkisebb valószínűséget kombináljuk. Ezután visszafelé lépünk, az ábrán a 4. lépéstől kezdve. Először $C(x_1)=0$ kódszót rendeljük a 0.4 valószínűségű kimenetelhez, s a többi valószínűségekhez - amelyek a 0.6 valószínűségbe akkumulálódtak - tartozó kódszavak első karaktereként (prefixeként) az 1 bitet rendeljük. A nyilakon visszafelé lépve, a 0.3 valószínűségű kimenetelhez $C(x_2)=10$ kódszót rendeljük, míg a fennmaradó kimenetek kódszavainak prefixét 11-re állítjuk. A 2. lépéshez visszalépve a 0.2 valószínűségű kimenetelhez $C(x_3)=110$ kódszót rendeljük, míg a fennmaradó kimenetek kódszavainak prefixét 111-re állítjuk. Az 1. lépéshez visszalépve a $C(x_4)=1110$, $C(x_5)=1111$ kódszavakat rendeljük a 0.08 illetve 0.02 valószínűségű kimenetekhez.

Az önszinkronozó képességben rejlő előny egyben hátrány is, ha ezen kódszavakat elemei meghibásodnak a csatornán való továbbítás során. Átviteli hibák okozhatják azt, hogy a szinkronizációs képesség megszűnik a kódszavak alkotta sorozat egy pontján, s attól a ponttól kezdve a további kódszavak is helytelenül dekódolódnak. Ekkor, sajnos, fel kell adni az önszinkronizációs előnyt, s előre (a

sorozat elején) rendelkezésre álló szinkroninformáció alapján szétválogatható konstans szóhosszra kell áttérni. Elvesztjük továbbá a fentemlített tömörítés optimalitást is, amennyiben az egyértelmű dekódolhatóság kritériumát meg kívánjuk tartani, vagyis ha továbbra is különböző - de konstans hosszú - kódszavakat kívánunk használni a kódunkban. Konstans szóhosszak esetén hatékonyabb kompresszióra csak úgy van lehetőség, ha feladjuk az egyértelmű dekódolhatóságot, azaz torzítással kódolunk.

Ilyen torzítás természetesen nem engedhető meg, ha például programokat tömörítünk, de megengedhető például beszéd- illetve képtömörítés esetén, az előírt szolgáltatási minőség mértékében. (lásd még az 1.4. fejezetet)

1.3.2. Csatornakódolás

Alapvető koncepciók

Tegyük fel, hogy adataink bináris formában állnak rendelkezésre. Az adatok k bites szegmenseit üzenetnek nevezzük. Egy bináris csatornakód M kódszót tartalmaz, ahol $M = 2^k$, továbbá a kódszó hossza n bit. A kód két dimenzionális paramétere (n, k) . Például a

$$C = \{00000, 10101, 01111, 11010\} \quad (1)$$

kód egy $(5, 2)$ paraméterű bináris kód, azaz bitpárokat kódolunk 5 bites szavakba. Általában a kódokat $\{0, 1, 2, \dots, q-1\}$ véges ábécé felett értelmezzük. Bináris esetben $q=2$.

Az itt bevezetett kód a *blokk kód*, azaz amelynél a forrás kimeneti sorozatának szeleteiből képzett üzenetblokkokat kódszóblokkokba kódolunk. Az output blokk csak a pillanatnyi input blokk függvénye. Az R kódolási sebesség definíciója $R = k/n$, $0 \leq R \leq 1$. Kisebb sebesség nagyobb redundanciával jár együtt, s megfordítva.

A másik nagy kódcsalád, a *konvolúciós kódok*. A forrás kimenetéről ekkor rövid, k_0 hosszúságú szeleteket, input kereteket vágunk. A kódoló egy lépésekor egy ilyen input keretet léptetünk a kódolóba, amelynek kimenetén egy n_0 hosszú output keret jelenik meg. A kódolónak állapota van, s az outputot a kódoló inputja és az

állapota határozzák meg. A kódolási sebesség definíciója értelemszerűen $R = k_0 / n_0$, $0 \leq R \leq 1$. A konvolúciós kódokra a továbbiakban még visszatérünk.

A blokk kódok harmadik fontos paramétere a *kódtávolság*, d_{min} . Ennek megfelelően a $C(n, k, d_{min})$ paraméterhármassal hivatkozunk egy kódra, megadva továbbá az kód-ábécé q méretét is. Két kódszó $d(x, y)$ Hamming-távolsága azon pozíciók darabszáma, amelyen a két kódszó különbözik. A minimális kódtávolság a legkisebb Hamming-távolság a C kód különböző kódszavai között. Például az (1) kód esetén $d_{min}=3$.

Tegyük fel, hogy egy c kódszó került továbbításra és r a vett szó:

$$(r_0, r_1, \dots, r_{n-1}) = (c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) + (e_0, e_1, \dots, e_{n-1})$$

ahol c és r vektorok differenciája a hibavektor. Például ha a $c=(01111)$ kódszó került továbbításra és $r=(01011)$ a vett szó, akkor ez egy hibát jelent a második pozícióban, s értéke 1, azaz $e=(00100)$.

A csatornakódok két alapvető használata a *hibajavítás* és a *hibadetekció*. Hibadetekció esetén a vételi oldalon azt szeretnénk megállapítani, hogy hibás a vett szó, azaz különbözik az átküldött kódszótól. Detektált hiba esetén a vevő a kódszó újraküldését kéri, mindaddig míg az helyesen meg nem érkezik (vagy egy időzítés le nem jár). Hibajavítás esetén maga a vevő próbálja meg korrigálni a hibát.

Nem nehéz látni, hogy a C kód maximum $t_{det} = d_{min} - 1$ hibát képes detektálni: ha ugyanis az átküldött kódszó kevesebb pozícióban változik meg, mint a legközelebbi kódszó távolsága, akkor a vett szó mindenképpen különbözik bármely kódszótól, s ennek alapján a meghibásodás detektálható. Például az (1) kód 2 hibát tud detektálni.

Hasonlóan, a C kód maximum $t_{corr} = \text{int}[(d_{min} - 1)/2]$ hibát tud javítani, ahol $\text{int}(x)$ az x egész része: amíg a vett szó közelebb van az átküldött kódszóhoz, mint bármely más kódszóhoz, addig helyesen dekódolni tudjuk azt.

Tegyük fel, hogy egy - nembináris - kód esetén tudjuk a hiba pozícióját, de nem ismerjük annak értékét. Ezt törléses hibának nevezzük. Egy C kód maximum $t_{eras} = d_{min} - 1$ törlést képes javítani: ha az átküldött szó kevesebb számú pozícióban törlődik, mint a legközelebbi kódszó távolsága, akkor a nem-törlődött pozícióban álló

értékek az átküldött kódszóra illeszkednek a legjobban. Például az (1) kód 2 törléses hibát tud javítani.

A legegyszerűbb kód az egyszerű paritáskód, $C(n, n-1, 2)$, $q=2$, amelynél egyetlen paritásbitet illesztünk az üzenethez. Ez a kód - a fentiek alapján - 1 hibát tud jelezni. Például a $C=\{0000, 0011, 0101, 0111, 1001, 1010, 1100, 1110\}$ kód paraméterei $C(4, 3, 2)$, $q=2$.

A legegyszerűbb hibajavító kód az egyszerű ismétléses kód, $C(n, 1, n)$, $q=2$. Ez a kód két kódszót tartalmaz a csupa 0 és a csupa 1 kódszót, s az üzenet egyetlen bit. Például $C=\{00000, 11111\}$ paraméterei $C(5, 1, 5)$, $q=2$, amely kód képes 2 hibát javítani és 4 hibát jelezni. Sebessége alacsony: $R=1/5$.

A 2-dimenziós paritáskód szintén elemi kód. Az üzenetet mátrixba rendezzük. A sorait illetve oszlopait egy-egy paritásbittel egészítjük ki. Tekintsük az alábbi kódszót, ahol $9=3 \times 3$ bites az üzenet:

1	1	0	0
0	1	1	0
1	1	1	1
0	1	0	1

A jobb alsó sarokba írt bit a paritások paritása, amelyet akár a sorok, akár az oszlopok paritása alapján is számolhatunk, azonos eredményre jutunk. A kód paraméterei $C(16, 9, 4)$, $q=2$. A kód tehát egy hibát képes javítani. A javítás algoritmus is igen egyszerű: a sorparitás-hiba indexe valamint az oszlopparitás-hiba indexe egyértelműen kijelölik a hiba pozícióját a mátrixban.

Nembináris aritmetika

Az algebrai kódok intenzíven használnak algebrai eszközöket. A véges test, az úgynevezett Galois-test, $GF(q)$ az egyik leggyakrabban használt algebrai struktúra nembináris blokk kódok esetén.

Egy test testelemek egy F halmaza szorzás és összeadás művelettel, amelyek rendelkeznek a szokásos szabályokkal (asszociativitás és kommutativitás, a disztributivitási szabály, az additív egység (0) léte, a multiplikatív egység (1) léte, az

additív inverzek léte, valamint a 0 elem kivételével az elemek multiplikatív inverzének a léte).

A $GF(q)$ Galois-test véges test, elemszáma q . A q elemszám prímszám vagy prímszámhatvány, lehet csak $q = p^m$, $m=1,2,\dots$.

Egyszerűbb az aritmetika $q=p$ esetben, amikor modulo p összeadás illetve modulo p szorzás a két művelet. Tekintsük például $GF(5)$ esetét. Ekkor 5 testelem van: 0,1,2,3,4. A műveletek modulo 5 szerintiek. Például $3+4=7=5+2=2 \pmod{5}$, vagy 4 inverze 4, azaz $4^{-1}=4 \pmod{5}$, mivel $4*4=3*5+1=1 \pmod{5}$. A legegyszerűbb eset a $GF(2)$ test a szokásos bináris aritmetikával. A $GF(p)$ test kiterjesztésével jutunk az általános esethez, azaz amikor $m>1$:

Egy $GF(p)$ feletti polinom a következő matematikai kifejezés

$$f(x) = f_{n-1}x^{n-1} + f_{n-2}x^{n-2} + \dots + f_1x + f_0,$$

ahol az f_{n-1}, \dots, f_0 együtthatók $GF(p)$ -beli elemek. Egy $p(x)$ polinom irreducibilis, ha csak $\alpha p(x)$ vagy α , $\alpha \in GF(p)$ az osztója, azaz valódi osztója nincsen. A $p(x)$ polinom főpolinom, ha $f_{n-1}=1$. Tekintsük $GF(p)$ feletti polinomok gyűrűjét modulo $p(x)$, azaz ahol a két művelet a polinom szorzás és összeadás modulo $p(x)$. Ha $p(x)$ tetszőleges $GF(p)$ feletti polinom, akkor gyűrű kielégíti a testek fentebb említett szabályainak mindegyikét, kivéve a multiplikatív inverzek létét. Ha azonban további megszorítással élünk a $p(x)$ polinomra, akkor megmutatható (lásd például [1.3.2]):

A $GF(p)$ feletti polinomok gyűrűje modulo $p(x)$, $p(x)$ főpolinom esetén test, akkor és csak akkor, ha $p(x)$ irreducibilis polinom.

Tekintsük például $GF(2^3)$ (=GF(8)) testet. A testelemek 0,1,2,3,4,5,6,7, amelyeket bináris polinomokként tekintünk, legfeljebb 2 fokszámmal:

$$GF(8) = \{0, 1, x, x+1, x^2, x^2+1, x^2+x, x^2+x+1\},$$

ahol a természetes hozzárendelés: $\{0 \leftrightarrow 0, 1 \leftrightarrow 1, 2 \leftrightarrow x, 3 \leftrightarrow x+1, 4 \leftrightarrow x^2, 5 \leftrightarrow x^2+1, 6 \leftrightarrow x^2+x, 7 \leftrightarrow x^2+x+1\}$, tehát a polinomok bináris együtthatóinak decimális megfeleltetésével. A műveleteket ekkor modulo x^3+x+1 végezzük, ahol az x^3+x+1 polinom egy bináris, irreducibilis harmadfokú polinomként került kiválasztásra. Az összeadás nem nehéz, például: $3+5=(x+1)+(x^2+1)=x^2+x=6$. A modulo polinom aritmetika igazából a szorzásnál kerül felhasználásra. Például $3*6=(x+1)*(x^2+x)=x^3+2x^2+x=x^3+x=(x+1)+x=1 \pmod{x^3+x+1}$, így $1/3=6$.

Az algebrai blokk kódok esetén q -áris kódábécéként $GF(q)$ kerül választásra.

Lineáris blokk kódok

Legtöbb praktikus kód lineáris: ha a kódszavak tetszőleges lineárkombinációja is kódszó, akkor a kód lineáris. Egy lineáris kódok algebrai struktúra szempontjából egy lineáris altér az n hosszúságú q -áris szavak terében. A $C(n, k, d_{\min})$, q lineáris kód szavainak száma q^k , lineáris altérként dimenziója k .

Mátrixok segítségével definiálhatjuk a lineáris kódot; ezek a generátormátrix, valamint a paritásellenőrző mátrix. A G generátormátrix dimenziója $k \times n$, ahol a k sort k számú lineárisan független kódszó alkotja, így a G sorai mint bázisvektorok kifeszítik a kódszavak terét:

$$(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) = (m_0, m_1, \dots, m_{k-1}) \cdot G$$

ahol $m = (m_0, m_1, \dots, m_{k-1})$ üzenet, mint vektor balról szorozza a generátormátrixot, lineárisan kombinálva azok sorait. A csupa nulla kódszó mindig eleme egy lineáris kódnak: a csupa nulla üzenethez tartozik.

A H paritásellenőrző mátrix dimenziója $(n-k) \times n$. Tulajdonsága a következő: a kódszavak és csak azok, ortogonálisak a H soraira; formálisan tetszőleges $c \in C$ kódszóra: $Hc^T = 0$, ahol c^T jelöli a c , mint sorvektor transzponáltját.

Szisztematikusnak nevezzük a C kódot, ha kódszavai az alábbi struktúrájúak: $c = (m_0, m_1, \dots, m_{k-1}, p_0, p_1, \dots, p_{n-k-1})$, azaz az üzenet tisztán megjelenik a kódszó szeleteként. A szisztematikus kódolóállítás praktikus: a csatorna dekódoló első lépésként döntést hoz arra, mely kódszó került továbbításra, majd a második lépés ezen dekódolt kódszó alapján az üzenet rekonstruálása, amely művelet szisztematikus alak esetén triviális.

Az (1) kódot tekintve

$$G = \begin{pmatrix} 10101 \\ 01111 \end{pmatrix} \text{ and } H = \begin{pmatrix} 11100 \\ 01010 \\ 11001 \end{pmatrix} \quad (2)$$

ahol továbbá azt is észrevehetjük, hogy a kód szisztematikus: a G mátrix egységmátrix-szal kezdődik.

Lineáris kódok esetén a minimális kódtávolság a minimális nemzéró Hamming-súllyal egyezik meg. Ez a megállapítás három egyszerű tény következménye: a linearitás miatt két kódszó különbsége is kódszó; két kódszó Hamming-távolsága a kódszavak különbségének Hamming-súlya; bármely kódszó triviálisan előállítható, két kódszó különbségeként, ahol az egyik kódszó önmaga, s a másik a zérus kódszó.

Ez az észrevétel jelentősen egyszerűsíti a minimális távolság kiszámítását.

Alsó korlátot kaphatunk a minimális kódtávolságra a H mátrix egyszerű algebrai tulajdonsága alapján: a H oszlopvektorai halmazát tekintve, a lineárisan függő oszlopok minimális számánál nem lehet kisebb a minimális távolság. Például a (2) alatti H mátrixot tekintve, annak oszlopai különbözők, következésképp - bináris lévén - bármely két oszlopa lineárisan független, s három oszlop alakozhat csak lineárisan függő részhalmazzá. Következésképp legalább 3 a minimális távolság (adott esetben ez pontosan 3).

Ezen észrevételünk egyben kódkonstrukció alapötlete is. A híres $C(7,4,3)$, $GF(2)$ Hamming-kód egy paritásellenőrző mátrixa:

$$H = \begin{pmatrix} 0111100 \\ 1011010 \\ 1101001 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Ciklikus lineáris blokk kódok

A legelterjedtebb algebrai blokk kódok lineárisak és ciklikusak. Egy kód *ciklikus*, ha tetszőleges kódszavának ciklikus forgatásával újra kódszót kapunk az adott kódban. A ciklikus kódok szavainak alkalmas reprezentálását adják a polinomok:

$$c = (c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) \longleftrightarrow c(x) = c_0 + c_1x + \dots + c_{n-1}x^{n-1}$$

Két alapvető polinom tartozik egy kódszóhoz: a $g(x)$ generátor polinom és a $h(x)$ paritásellenőrző polinom, ahol $g(x)$ fokszáma $n-k$, $h(x)$ fokszáma k . A generátorpolinom segítségével a következőképp állíthatók elő a kódszavak:

$$c(x) = m(x)g(x) \quad (4)$$

ahol $m(x) = m_0 + m_1x + \dots + m_{n-1}x^{n-1}$ az üzenet polinom alakban. A két alap-polinom között egyszerű kapcsolat áll fenn : $g(x)h(x) = x^n - 1$.

A $C(7,4,3)$, $GF(2)$ paraméterű ciklikus Hamming-kód generátorpolinomja $g(x) = x^3 + x + 1$. Például $m = (1011) \leftrightarrow m(x) = 1 + x^3 + x^4$ üzenetet $c(x) = 1 + x + x^5 + x^6 + x^7 \leftrightarrow c = (1,1,0,0,0,1,1,1)$ kódszóba kódoljuk.

A (4) előállítás nem-szisztematikus. Szisztematikus generálás elve a következő: számítsuk ki az alábbi osztási maradékot

$$r(x) = -x^{n-k}m(x) \text{ mod } g(x), \quad (5)$$

amelynek alapján a szisztematikus alakú kódszó

$$c(x) = x^{n-k}m(x) + r(x). \quad (6)$$

A (6) előállítás a CRC (*Cyclic Redundancy Check*) generálás, ahol a $g(x)$ polinomot CRC generátor polinomnak nevezzük.

Reed Solomon kódok

A Reed-Solomon kódok hatékony nonbináris ciklikus lineáris blokk kódok. Velük találkozhatunk leggyakrabban: ez a CD felvételeknél alkalmazott kódolás. Egy $C(n,k,d_{\min})$, $GF(q)$, $n=q-1$ Reed-Solomon kód generátorpolinomja:

$$g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2) \dots (x - \alpha^{n-k+1}) \quad (7)$$

ahol $\alpha \in GF(q)$ egy n -edrendű testelem, ami azt jelenti, hogy n az a legkisebb pozitív egész kitevő, amelyre $\alpha^n = 1$. A Reed-Solomon kódok optimálisak, MDS (Maximum Distance Separable) tulajdonságú kódok: a legoptimálisabban használják fel a redundanciát. Tetszőleges kód esetén - a Singleton-korlát alapján - $d_{\min} \leq n - k + 1$, míg a Reed-Solomon kódok esetén $d_{\min} = n - k + 1$, azaz a maximális távolság elérik az $n - k$ paritáshossz adott értéke mellett.

Például a $C(12,8,5)$, $GF(13)$ Reed-Solomon kódot: $g(x) = (x - 2)(x - 4)(x - 8)(x - 3)$ generátorpolinom állítja elő, s ezen kód két hiba javítására alkalmas. Gyakorlati paraméterek például a következők: $C(255, 255 - 2t, 2t + 1)$, $GF(256)$, ahol t a megkívánt javítóképesség, továbbá a kód byte ábécé feletti.

Dekódolási koncepciók

A dekódoló célja a téves dekódolás hibavalószínűségének minimalizálása. Az optimális eljárást a maximum likelihood dekódolás (ML) adja.

Tegyük fel, hogy ismert a csatorna egy valószínűségi modellje a $P(r|c)$ feltételes valószínűségek formájában. r vett szó esetén az ML dekódoló azt a c' kódszót dekódolja, amelyre a maximális, $P(r|c')$ feltételes valószínűség adódik. Sajnos gyakorlati csatornák esetén ilyen mélységű leírás nem áll rendelkezésre.

Ezért a dekódoló egyszerűbb algoritmust alkalmaznak: a vett szóhoz Hamming-távolságban legközelebbi kódszóra döntenek. Ez az algoritmus ML dekódolással ekvivalens, ha a csatorna bináris, szimmetrikus hibázású és a meghibásodások statisztikailag függetlenek az kódszó különböző pozícióiban (DM-BSC, Discrete Memoryless - Binary Symmetric Channel). Sajnos általában még ez az algoritmus sem kivitelezhető közvetlenül: praktikus kódméreték esetén a kódszavak száma csillagászati, így nem tudjuk megkeresni a legközelebbi kódszót. Ezen problémát enyhíti a szindróma dekódolás.

Az r vett szó s szindrómájának definíciója: $s=Hr^T$. Következésképp $s=Hr^T=H(c+e)^T=Hc^T+He^T=He^T$. Ha nincsen hiba, azaz $e=0$, akkor $s=0$. A szindrómákat és a nekik megfelelő javítható hibát - elvileg - egy táblázatba, a szindróma dekódolási táblázatba rendezzük. Javítható hibamintának azt a legkisebb súlyú szót választjuk, amelynek szindrómája az adott szindróma. Az (1) példakódunkra, amelynek H mátrixa a (2) alatti, a következő szindróma dekódolási táblázat adódik:

s	e
000	00000
001	00001
010	00010
011	01100
100	00100
101	10000
110	01001
111	01000

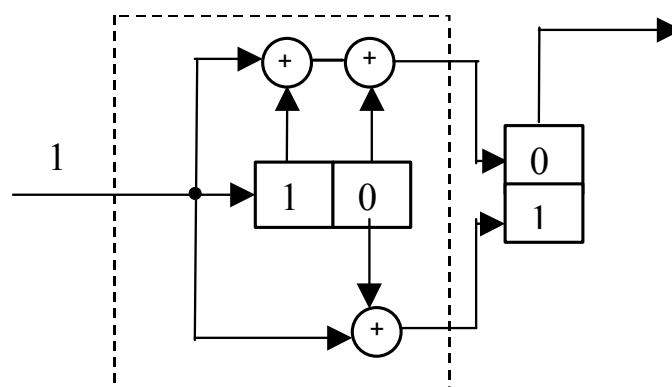
Tegyük fel, hogy a vett szó szindrómája 111. A dekódoló a táblázatba tekint s kiválasztja a megfelelő hibavektort, ami ez esetben 01000, következésképpen a dekódolt kódszó úgy adódik, hogy a vett szó bitjét invertáljuk. Praktikus kódméreték

mellett ez a táblázatos megoldás sem kivitelezhető a nagy tárigény miatt (a táblázat sorainak száma bináris kódok esetén 2^{n-k}). Ezért táblázat helyett algoritmust használunk, minden vett szóra újra és újra kiszámolva a javító hibamintát. A klasszikus szindróma dekódolási algoritmus a Peterson-Gorenstein-Zierler-algoritmus (PGZ), s egy gyorsabb megoldás a Berlekamp-Massey algoritmus.

Konvolúciós kódok

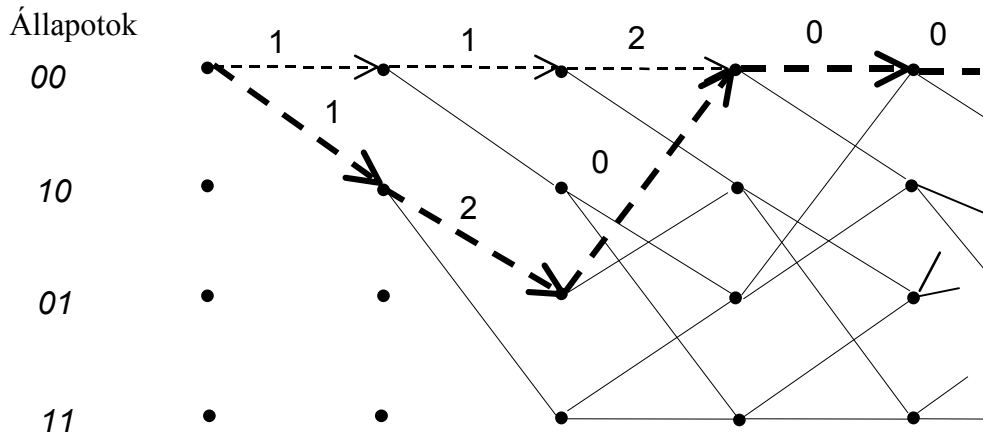
A konvolúciós kódok kódolója egyszerű elemekből épül fel: shiftregiszterekből és modulo 2 összeadókból:

A 1.3.2. ábra kódolója kimenetén egy lépésben $n_0=2$ csatornabit lép ki, annak hatására hogy a bemenetére $k_0=1$ adatbit kerül, azaz a kódsebesség $R=1/2$. Az input bit belép a 2 bitcellás shiftregiszterbe. A blokk kódokkal ellentétben az üzenethossz nem rögzített, elvileg félig végtelen. A pillanatnyilag tárolt bitek és az input bit modulo 2 összegei határozzák meg az output biteket. A kódolót kettő generátor polinom írja le, amely polinomok együtthatói a shiftregister megcsapolási pozícióinak felelnek meg természetes hozzárendeléssel. A konvolúciós kódoló lineáris. Láttuk, hogy lineáris kód esetén a minimális kódtávolság megegyezik a minimális nemzérő kódszósúllyal. Ha csupa nulla input lép a nulla kiinduló állapotú kódolóba, akkor az output is csupa nulla lesz. Példánk esetén a minimális kódszósúlyra vezető input az 1000... a 00 kezdeti állapot mellett. Ekkor az output 11 10 11 00 00... lesz, azaz a minimális kódtávolság (itt tradicionális neve szabad távolság) értéke 5.



1.3.2. ábra. Konvolúciós kódoló $[x^2+x+1, x^2+1]$

Konvolúciós kódok esetén ismert a gazdaságos maximum likelihood dekódoló, a Viterbi-dekódoló ([1.3.2],[1.3.7],[1.3.9]). Ezen dekódoló a kód speciális gráf reprezentációja, a trellis alapján dolgozik:



1.3.4.ábra: Trellis súlyozott élekkel (részlet)

Gyakorlati kódgenerálási technikák

A csatornakódok módosításával, illetve több kód kombinálásával új, kedvező tulajdonságú kódok generálhatók. A legfőbb módszerek a következők ([1.3.1],[1.3.6],[1.3.8]):

- kódrövidítés
- paritásbittel bővítés
- interleaving (kódátfűzés)
- szorzat kód generálás
- kaszkádosítás

Tekintsünk egy $C(n,k,d_{\min})$ szisztematikus lineáris kódot. L -bites rövidítés során a kódszavak halmazának azon részhalmaza kerül kiválasztásra, amelyben a kódszavak L darab zéró bittel kezdődnek. Az L zérus nem kerül továbbításra. Az eredményül kapott kód paraméterei: $C'(n-L,k-L,\geq d_{\min})$.

Tekintsünk egy $C(n,k,d_{\min})$ lineáris kódot, ahol d_{\min} páratlan szám. Egy paritásbittel bővítjük a kódszavakat. Az eredményül kapott kód paraméterei: $C'(n+1,k,d_{\min}+1)$. Például a $C(7,4,3)$ Hamming-kódból kiindulva $C(8,4,4)$ teletext kódot kapjuk.

Csomós hibák ellen a kódátfűzés technika hatékony. Gyakran használt módszer rádiócsatornán történő digitális átvitelnél. h -szoros kódátfűzés esetén h kódszót továbbítás előtt egy mátrixba rendezünk sorokként, majd a mátrixik oszloponként továbbítjuk a csatorába. A vevő újra felépíti ezt a mátrixot, majd

soronként dekódolja azt. A javítható hibacsomó-hossz a komponens kód kódtávolságának h -szorososa.

A *szorzat-kód* technika két kódot használ: $C1(n_1, k_1, d_{1, \min})$ és $C2(n_2, k_2, d_{2, \min})$ kódokat. Az üzenetbiteket $k_1 \times k_2$ méretű mátrixba rendezzük, majd soronként a $C1$, oszloponként a $C2$ kóddal kódoljuk szisztematikusan. A paritások paritása jobb alsó szegmenst bármelyik kóddal kódolva számíthatjuk. Az eredményül kapott kód paraméterei: $C'(n_1 n_2, k_1 k_2, d_{1, \min} d_{2, \min})$, azaz a komponens kódok paramétereit összeszorozzuk.

A *kaszkád-kód* technika hatékony kevert hibázás esetén, azaz amikor mind csomós mind pedig egyedi, véletlen hibákra is fel kell készülni. Két komponens kódot használunk, az egyik neve belső kód, a másik neve külső kód. A külső kódoló inputját adja a forrás. A külső kód, egy nembináris kód, amelynek szavai érkeznek a belső kódolóhoz. A belső kódoló a külső kódoló egy-egy nembináris karakterét binárisba fejtve, mint egy-egy önálló bináris üzenetet kezel, s ezt kódolja tovább. Így a vételi oldalon a belső dekódoló által rekonstruált üzenetek a külső kódoló egy kódszavának egy karakterét jelentik. A belső dekódolót úgy tervezzük, hogy az egyedi hibákat tudja dekódolni, míg a csomós hibák a külső dekódoló számára javítható karakterhibákként jelenkezzenek. Így a két kód együttélése optimális.

Spektrális bitsebesség és bitenergia per zaj viszony

Az eddigiekben a demodulátort és a dekódert külön egységként kezeltük. Tekintsük most őket egy egységként, amely analóg jeleket fogad a csatornából, s üzeneteket dekódol belőle közvetlenül. Legyen S a jelteljesítmény, továbbá R_b [bit/sec] jelölje a - fizikai - bitsebességet. Nyilván $E_b = S/R_b$ alapján adódik a bitenergia. Shannon adta meg a C [bit/sec] kapacitást additív gaussi zajú csatorna esetén:

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N_0 W} \right) \quad (8)$$

ahol W a sáv szélesség, ami azt jelenti, hogy $s(t)$ a jelalak teljesítménye elhanyagolható a $[-W/2, W/2]$ frekvenciasávon kívül, továbbá N_0 [watts/Hz] jelöli az egyoldalas zaj teljesítménysűrűségét. A (8) formula megadja azt a legnagyobb fizikai bitsebességet, amely mellett - elvileg - tetszőlegesen kicsi dekódolási hibavalószínűség valósítható meg a vételi oldalon.

(8) formula alapján hasznos - és áttekinthető - korlátok vezethetők le. Tekintsük azt az esetet, amikor a sáv szélesség tetszőlegesen nagy lehet (elméletileg végtelen). Kiderül, hogy a legkisebb bitenergia per zaj viszony, E_b/N_0 elvileg -1.6dB-ig csökkenthető!

A tapasztalat azt mutatja, hogy könnyen tervezhetők olyan átviteli rendszerek, amelyek gyakorlatilag kicsi bithibaarányt (BER, Bit Error Rate) érnek el 12dB E_b/N_0 mellett (szokásos digitális modulációs eljárások külön csatornakódolás nélkül). A csatornakódolók az úgynevezett *kódolási nyereségükkel* (coding gain) [dB] csökkentik ezt az E_b/N_0 értéket ([1.3.6-9]).

Tehát különböző modulációs-kódolási rendszerek az alapján vehető egybe, hogy adott BER eléréséhez (például $BER=10^{-5}$), mekkora E_b/N_0 érték szükséges. Az utóbbi évek ígéretes kódolási eljárása a *turbó kód* ([1.3.11]). Ezen kódokkal már demonstráltak 1dB körüli E_b/N_0 értékeket praktikus BER mellett. A turbó kódok a konvolúciós kódok továbbfejlesztései és igen komplex, iteratív, valószínűségi modellekre támaszkodó dekódert használnak.

Ha két, különböző sáv szélességet használó rendszert vetünk egybe, akkor az egyszerű bitsebesség helyett az $r = R_b/W$ [bit/sec / Hz] *spektrális bitsebesség* használható.

(8) formula alapján, ha tetszőlegesen kicsi BER elérésének lehetőségét vizsgáljuk

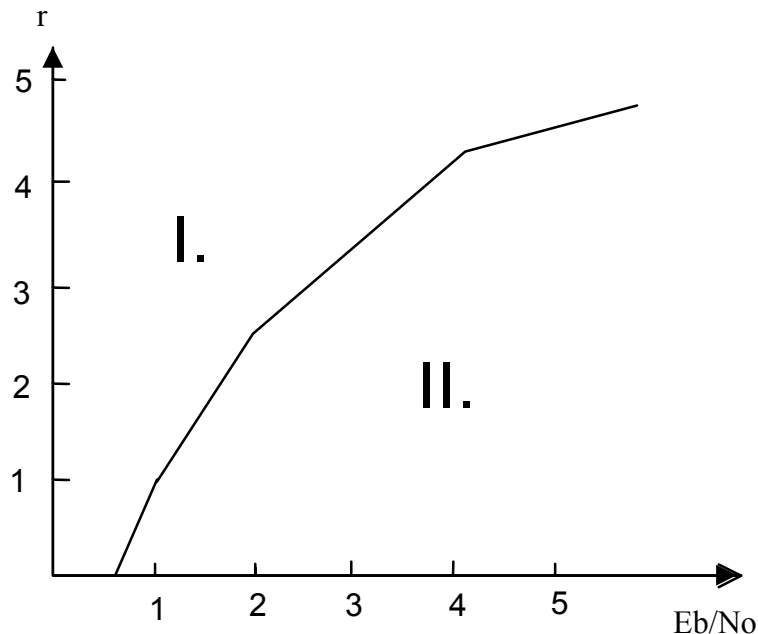
$$\frac{E_b}{N_0} \geq \frac{2^r - 1}{r} \quad (9)$$

összefüggés adódik. Ezt illusztrálja az 1.3.5. ábra (lineáris skálák).

A II. tartomány felel meg az $[r, E_b/N_0]$ elérhető pároknak, azaz tetszőleges átviteli rendszer belül kell maradjon ezen tartományon. Például ha r tart a nullához (W tart a végtelenhez) a legkisebb elérhető bitenergia per zaj viszony a már említett 0.69 (-1.6dB).

Számos fontos témakörre ilyen rövid anyagban nem tudunk kitérni, ahol elsősorban a kódolási alapfogalmak bevezetésére törekedtünk, segítve az olvasót a további speciális témakörök, anyagok önálló feldolgozásában. Ilyen további témakörök között említjük meg a sáv szélességkorlátozás melletti kódmodulációs

technikákat ([1.3.13]), fadinges csatornák speciális kódolási technikáit a mobil kommunikáció kapcsán([1.3.12]), a többszörös hozzáférésű kódosztásos csatornák kódolási és dekódolási problémáit ([1.3.7],[1.3.9]). A korszerű kommunikációs rendszerek tervezésében a modulációs, az csatornakegyenlítési, az adaptív



1.3.5.ábra. Az elérhető és a nem elérhető tartomány

teljesítményszabályozási valamint a kibakontroll kódolási technikák együttes szempontok szerinti tervezése kerül előtérbe.

Irodalomjegyzék

- [1.3.1] Györfi L, Györi S., Vajda I.: *Információ és kódelmélet*, Typotex Kiadó, 2000.
- [1.3.2] Blahut, R.E.: *Theory and Practice of Error Control Codes*, Addison wesley, 1986.
- [1.3.3] van Lint,J.H.: *Introduction to Coding Theory*, Springer Verlag, 1982
- [1.3.4] McElice, R.J. *The Theory of Information and Coding*, Addison wesley, 1977.
- [1.3.5] MacWilliams,F.J. and Sloane, N.J.A: *The theory of Error-Correcting Codes*, Part I-II., Noth-Holland Publishing Co., 1977
- [1.3.6] Steele,R and Hanzo,L.: *Mobile radio Communications*, 2001
- [1.3.7] Viterbi,A.J.: *CDMA.Principles of Spread Spectrum Communication*, Addison Wesley, 1995
- [1.3.8] Proakis,J.: *Digital Communications*, McGraw Hill, 1992
- [1.3.9] Simon,M. et.al.: *Spread Spectrum Communications*, Computer Science Press, Vol I-III, 1985

[1.3.10] Shannon,C.E.: *A mathematical theory of communication* ,Bell System Tech. J., Vol. 27, 1948, pp. 379-423 (Part I), pp. 623-656 (part II).

[1.3.11] Berrou,C., Glavieux,A. and Thitimasjshima,P: *Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: Turbo codes*, Proceedings IEEE Int.Conf. on Communications, Geneva, May 1993, pp.1064-1070.

[1.3.12] Biglieri,E., Proakis,J and Shamai,Sh.: *Fading channels: information-theoretic and communication aspects*, IEEE Trans. Information Theory, Vol. 44, No. 6, October 1998, pp. 2619-2692.

[1.3.13] Forney D. and Ungerboeck,G: *Modulation and coding for linear Gaussian channels*, IEEE Trans. Information Theory, Vol. 44, No. 6,October 1998, pp. 2384-2415.

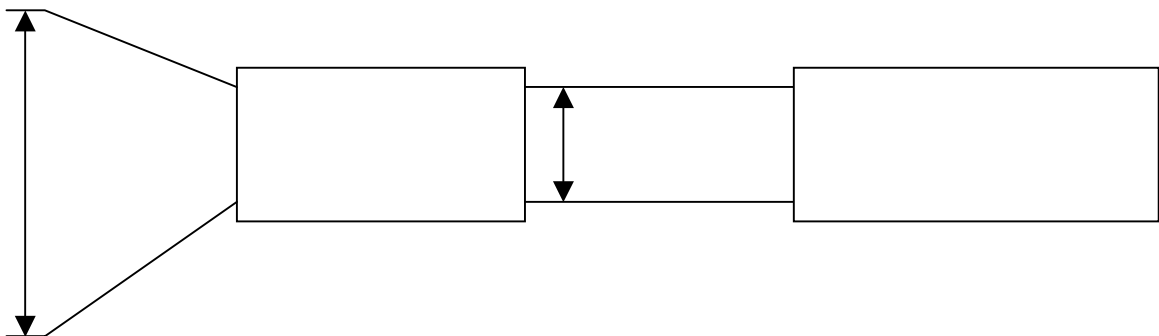
1.4. Adattömörítés

Szerző: dr. Levendovszky János

Lektor: dr. Dallos György

Ez a fejezet a modern adattömörítési algoritmusokkal foglalkozik, amelyek célja az átviendő (vagy feldolgozandó) információs folyam sávszélességének a csökkentése. A modern informatikában az adattömörítésnek központi szerepe jut, amelyet a tároló kapacitások jobb kihasználása, vagy a jelfeldolgozási igény csökkentése motivál. Kommunikációs hálózatoknál azonban az elsődleges cél a sávszélesség-gazdálkodás optimalizálása annak érdekében, hogy a szélessávú adatátvitel, keskenysávú hozzáférési hálózatokon is megvalósítható legyen (pl. multimédiás adatfolyamot átvitele a Számítógépes Világhálózatra kapcsolódó MODEM-es telefonvonalakon keresztül).

Az alapelvet az 1.4.1. ábra szemlélteti.



A feladat fontosságát az is indokolja, hogy az adattömörítés (amely tradicionálisan az információelmélettel foglalkozó tankönyvek egy-egy fejezete volt) ma már önálló "tudományággá" nőtte ki magát, számos kiemelkedő tudóssal, cikkel és szakmai monográfiával [1.4.6, 1.4.3, 1.4.7]. Sőt, a kidolgozott algoritmusok egy része olyan jól ismert szabványokká érlelődött, mint JPEG, GnuZIP, MPEGstb.

Az adattömörítéssel foglalkozó algoritmusok két részre oszthatók:

1. Ha az adat mintavételezett analóg minták formájában adott, akkor transzformációs, vagy adaptív prediktív technikákkal lehet tömöríteni. Mivel a

módszer alkalmazása során információvesztés lép fel, ezért ezeket a módszereket "veszteséges" módszereknek hívják. Ha az információvesztés "kontrollált" formában történik (ennek mértéke egy előírt szint alatt marad), akkor ez az információ minőségét nem rontja el. Ezeket az eljárásokat általában beszéd és képjelekre alkalmazzák. Segítségükkel aránylag nagy sávszélességcsökkenés érhető el ([1.4.6, 1.4.7]).

2. Ha az adat digitális (pl. fájl) formában adott, akkor információelméleti módszerek (pl. Huffman kódolás) vagy szótáralapú metódusok (pl. Lempel-Ziv algoritmus) alkalmazhatóak az információ tömörítésére. Mivel ebben az esetben a tömörített fájlból a teljes információs folyamat, hiba nélkül visszanyerhető, ezért ezeket a módszereket "veszteségmentes" eljárásoknak szokták nevezni. Ezen módszerek részletes áttekintését az olvasó a [1.4.1, 1.4.3, 1.4.5] irodalmakban találhatja meg.

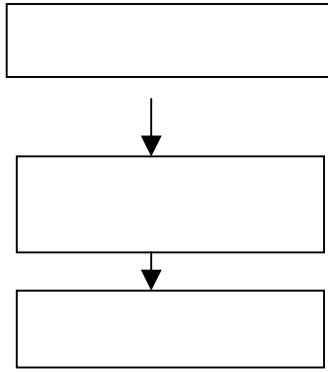
Mivel digitális kommunikáció esetén minden információs folyamat végül digitális formában jelenik meg (legyen ez hang vagy egy szövegszerkesztő által generált szövegfájl), ezért a második módszer univerzálisan alkalmazható. Ugyanakkor a "veszteségmentes" módszerek nem biztos, hogy jól illeszkednek az analóg információhoz (kép és hang), mert nem mindig tudnak nagy kompressziós arányt elérni, valamint túl nagy az algoritmikus komplexitásuk. Ezért a tradicionális szereposztás szerint a "veszteségmentes" tömörítést tipikusan digitálisan generált fájlokra, míg a "veszteséges" módszert hangra és képre alkalmazzák. Természetesen hibrid módszerek is elképzelhetők.

Az adattömörítő algoritmusok másik fontos jellemzője az algoritmikus komplexitás, amit gyakran „rejtett költségnek” neveznek. Ezt a költséget két tényező határozza meg:

- mekkora mennyiségű információra van szükség a tömörítő algoritmus lefuttatásához (pl. egy teljes szótár tárolására és átvitelére is szükség van szótáralapú eljárásoknál);
- mi a tömörítő és a visszaállító algoritmus numerikus komplexitása (pl. összeadások és szorzások száma)

Az utóbbi faktor kritikussá válhat, mikor a tömörítendő információ több Mbps sebességgel kerül a tömörítő bementére és valós-idejű tömörítés a cél. Ez megköveteli az algoritmikusan egyszerű módszerek használatát, amelyek kereskedelmileg elérhető hardver elemeken (pl. DSP-n) is megvalósíthatóak.

A különböző adattömörítő algoritmusok tárgyalása a következő szerkezet szerint történik:



1.4.1. Alapelvek

Az adattömörítés alapgondolata a forrásinformáció statisztikus függőségi viszonyainak a kiaknázásában rejlik. Pl. egy szó kiejtésénél a szó eleje gyakran meghatározza a végét. Ezért a beszéd során, vagy egy írásos dokumentumot olvasva, könnyű megjósolni, hogy egy adott szakasz után mi következik. A képi információban sok visszatérő motívum és periodicitás van, amiktől a tömörítés során "megszabadulhatunk". A tömörítés hatékonysága azon múlik, milyen "ügyesen" tudjuk a primer információ korrelációs tulajdonságait kihasználni. A statisztikus függőség kihasználására különböző módszerek léteznek:

- Tervezhetünk egy prediktort, amely a múlt alapján "megjósolja" a jövőt. Ebben az esetben csak a prediktor együtthatói, a kezdeti állapot, valamint a kvantált predikciós hiba átvitelére van szükség, amely jelentős sávszélesség csökkenést eredményezhet. Mivel a kvantálás információvesztéssel jár, ezért ez egy "veszteséges" módszer [1.4.6, 1.4.8].
- Az információk folyamat korrelációs tulajdonságait analizálva, eldönthető, hogy mi a fontos része az információnak és mi kevésbé fontos. A fontos részek (szakmai terminológiával élve: a főkomponensek) meghagyásával és a mellék komponensek eldobásával szintén tömöríthető az eredeti információ. Ezek a módszerek szintén veszteségesek és matematikailag a főkomponens analízisből, illetve a transzformációs alapú eljárásokból erednek [1.4.4].
- Megfigyelve az egyes bitsorozatok relatív gyakoriságát egy forrásfájlban belül, az információelméletből ismert adaptív forráskódolási (más néven entrópiakódolási) algoritmusok alkalmazhatóak [1.4.3].
- Azért, hogy egy forrásfájlban az ismétlődő sztringektől megszabaduljunk, valaki felállíthat egy "szótárt", amely a szövegben leggyakrabban előforduló sztringeket tartalmazza, majd a különböző sztringeket helyettesítheti a szótár megadott helyére utaló referenciákkal (pl. hely és hosszúság) [1.4.9, 1.4.6].

1.4.2. Algoritmusok

Ebben a fejezetben különböző tömörítő eljárásokat fogunk bevezetni. A hangsúly inkább az alapgondolat világossá tételén van, semmint a formálisan precíz tárgyaláson. Az algoritmusok részletes leírása megtalálható [1.4.6, 1.4.7] munkáiban.

Az adattömörítés veszteséges módszerei

Ebben a részben az analóg adat sávszélességének a csökkentésére szolgáló eljárásokat vesszük sorra, ahol a tömörítés ára az információveszteség.

Differenciális PCM

Mivel az információs folyamatok (pl. beszédminták) mintái között erős korreláltságot találtak, ez arra utal, hogy a múltbeli minták „többé kevésbé” meghatározzák a beszédminta jelenbeli értékét. Ebben az esetben viszont elég csak a beszédjel múltbeli értékeihez képesti változását kódolni, hiszen így valószínűleg sok bitet megspórolunk. (Mivel az erős korreláltság miatt a múltbeli értékek statisztikailag meghatározzák a jelenbeli mintát, a változás meglehetősen kis információ tartalmú lehet, ezért a változás kódolásához valóban kevesebb bitre van szükség, mint ha magát a mintát kódolnánk. Extrém esetben akár elég azt jelezni, hogy nő-e, vagy csökken-e a jel, ami 1 bit információt igényel, lásd „Delta moduláció”).

Azt a kódolási eljárást, ami az információs folyamat időbeli korreláltságának a kihasználásán alapul, differenciális PCM-nek (D-PCM) hívják. A kódoló az AutóRegresszív (AR) modell alapján jósolja meg a folyamat értékét az egyes időpillantokban. Nevezetesen, minden minta az ezt megelőző, a M db. múltbeli minták alapján kerül becslésre, a következő formában $\hat{x}_n = \sum_{j=1}^M w_j x_{n-j}$. A $w_j, j = 1, \dots, M$ együtthatók úgy választandóak meg, hogy minimálissá tegyék az előrejelzés $E(x_n - \hat{x}_n)^2$ négyzetes középphibáját.

$$\mathbf{w}_{opt} : \min_{\mathbf{w}} E \left(x_n - \sum_{j=1}^M w_j x_{n-j} \right)^2$$

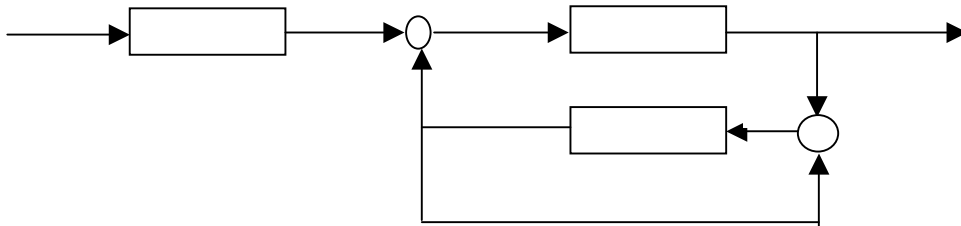
Ez a feladat egy lineáris egyenletrendszer megoldásához vezet (amit gyakran Yule-Walker egyenleteknek neveznek)

$$\mathbf{R} \mathbf{w}_{opt} = \mathbf{r}, \quad (1.4.1)$$

ahol $r_i = E(x_n x_{n-i})$ és $R_{ij} = E(x_{n-i} x_{n-j})$, $i, j=1, 2, \dots, M$

A fenti egyenletrendszer megoldására Levinson és Durbin fejlesztett ki hatékony, rekurzív megoldást [1.4.2].

A DPCM kódolót az 1.4.2. ábra mutatja.



A DPCM kódolót/dekódolót leíró egyenletek a következők:

a kvantáló bemeneti jele $e_n = x_n - \hat{x}_n = x_n - \sum_{j=1}^M w_j \tilde{x}_{n-j}$, míg \tilde{e}_n jelöli a kvantált

hibát és $\hat{x}_n = \sum_{j=1}^M w_j \tilde{x}_{n-j}$.

(A következő tárgyalás során a változó fölé írt "hullám" mindig a kvantált mintákat jelöli. Figyeljük meg, hogy a prediktor kvantált minták alapján dolgozik, ezért van szükség a "kalap" és "hullám" együttesére.)

A DPCM-el a beszéd eredetileg 64 Kbit/sec-es sávszélessége (PCM), 48 Kbit/sec-re, vagy ez alá csökkenthető.

Adaptív DPCM (ADPCM)

Eddig gyengén stacionárius folyamatokat feltételeztünk, amelyeknek a korrelációs tulajdonságai ismertek. Az (1.4.1)-es egyenlőség ezen feltétel mellett igaz. A valóságban azonban a beszéd és videó folyamatok nem stacionerek, ezért időben változó korrelációs tulajdonságaik vannak. A stacionaritás hiányának egy következménye, hogy az egyenletes lépésközű kvantáló időben változó jel-zaj viszonyt produkál, attól függően, hogyan változik a bemenetére kerülő véletlen jel

statisztikája. Ennek kiküszöbölésére, adaptív kvantálót használnak, amelynél a kvantálási lépcső nagysága (amit Δ jelöl) nem állandó, hanem az idő függvényében változik. Ezt a szabályt a $\Delta_{n+1} = \Delta_n M(n)$ formula írja le, ahol $M(n)$ egy szorzófaktor, ami az éppen kvantált minta amplitúdójától függ. A beszédejelre vonatkozó $M(n)$ értékeket Jayant adta meg [1.4.6]. Ezeket 2, 3 és 4 bites adaptív DPCM-re a következő táblázat foglalja össze:

M(n) értéke	2 bites kvantáló	3 bites kvantáló	4 bites kvantáló
M(1)	0,80	0,90	0,90
M(2)	1,60	0,90	0,90
M(3)		1,25	0,90
M(4)		1,70	0,90
M(5)			1,20
M(6)			1,60
M(7)			2,00
M(8)			2,40

A (1.4.1)-es egyenlőség szintén csak a gyenge stacionaritás feltétele mellett igaz. Ahogy az előbb említettük a beszéd és videó folyamatok nem stacionérek, ezért időben változó korrelációs tulajdonságaik vannak. Ezért nemcsak a kvantálási lépésköznek, hanem a prediktornak is adaptívnek kell lennie, azaz konkrét korreláció ismeretének hiányában ezt a bejövő minták alapján kell megbecsülnie. Ez a következő algoritmus szerint történik:

$$w_l(k+1) = w_l(k) - \delta \left(x_n - \sum_{j=1}^M x_{n-j} \right) x_{n-l} \quad l = 1, 2, \dots, M, \quad (1.4.2)$$

ahol δ az ún. "tanulási paraméter". Itt az n index továbbra is a megfelelő idősor indexét reprezentálja, míg k tanulási algoritmus k -ik lépésére utal. Ezt az algoritmust Robbins-Monroe típusú sztochasztikus approximációnak hívják. Az eljárásra vonatkozóan az érdeklődő részletes konvergencia-analízist találhat [1.4.4] munkájában.

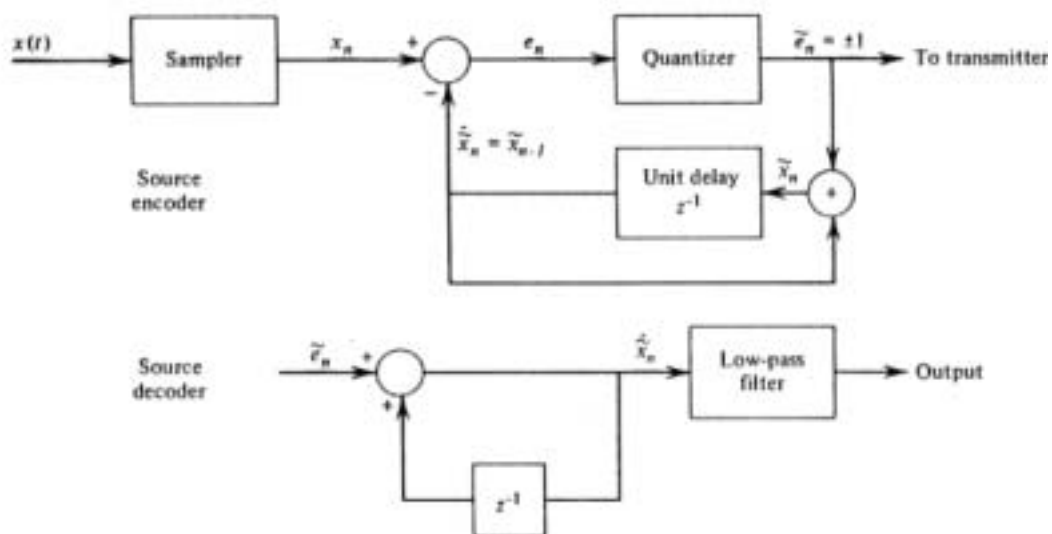
A (1.4.2) összefüggés alkalmazása során a prediktor együtthatókat is időről időre át kell vinni a vételi oldalra, ami sajnos plusz sáv szélességet igényel. Ezért sokszor a vételi oldalnak van egy a „saját” prediktora, ahol a koefficiens adaptálása nem x_n , hanem a detektált \tilde{x}_n minta alapján történik. Mivel \tilde{x}_n a kvantálási zajjal

különbözik x_n -től, az ilyen típusú algoritmusok konvergenciájának a bizonyítása még ma is kutatások tárgyát képezi.

Az ADPCM modulációt nemcsak beszéd, hanem képtömörítésre is lehet használni. Itt a képjelek kettős korrelációját lehet kihasználni. Ugyanis nemcsak a szomszédos képpontok, hanem az időben egymás után jövő keretek is korreláltak. Ezért a DPCM mind intra-, mind interframe kódolásra használható. Az algoritmus leírása hasonló a beszédejelnél megismertekhez.

Delta moduláció

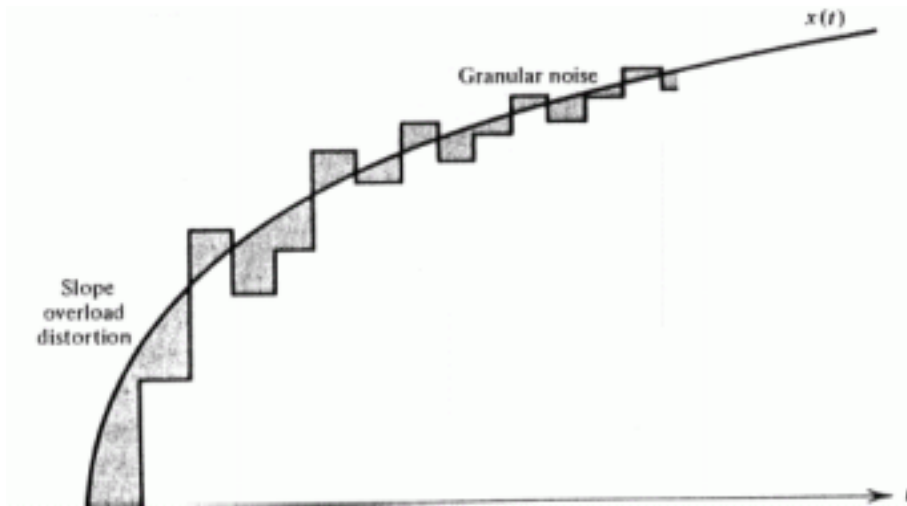
A legegyszerűbb módszer az időbeli korreláltság kihasználására a delta moduláció (DM). Ez az eljárás egy $\{0,1\}$ kétállapotú kvantálón alapszik, illetve egy elsőrendű prediktoron (a megjósolt jel csak az eggyel előző minta alapján adódik). Mivel a kódoló egy diszkrét differenciáló gyanánt működik, a dekódoló egy diszkrét integrátor. A megfelelő architektúrákat az 1.4.3. ábra mutatja.



1.4.3. ábra A delta modulációs rendszer kódolója és dekódolója

A delta modulátor ekvivalens az eredeti jelformának egy lépcsős approximációjával. Ahhoz, hogy jó minőségű közelítést kapjunk az eredeti jelformának lassan kell változnia a mintavételi frekvenciához képest. Ez maga után vonja, hogy a deltamodulátorban a Nyquist frekvencia négyszeresére vagy ötszörösére állítják be a mintavételi frekvenciát.

A deltamodulátor esetén kétfajta torzítás léphet fel. Ez elsőt "granuláris zajnak" hívják, amely a kvantálási lépcső nagyságával kapcsolatos. A másik a véges "követési" képességből adódik, ezt "meredekség túlterheltségi" torzításnak szokták nevezni. Az 1.4.4. ábra ezen torzítások hatását demonstrálja.



1.4.4. Ábra. A DM kétféle torzításnak a szemléltetése

A fenti torzítások csökkentése végett adaptív delta modulátorokat alkalmaznak, amelyben a kvantálási lépcső mérete adaptívan változik a következő szabály szerint [1.4.8]:

$$\Delta_n = \Delta_{n-1} K^{\tilde{e}_n \tilde{e}_{n-1}}$$

ahol a $K \geq 1$ állandó a torzítások minimalizálása szerint van beállítva.

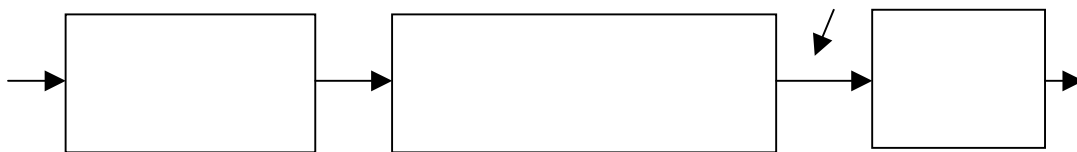
Az irodalomban számos más adaptív delta modulátor ismert [1.4.8], pl. az ún. „folytonosan változó meredekségű” deltamodulátor, ahol a kvantálási lépcső állítási szabálya a következő: $\Delta_n = \alpha \Delta_{n-1} + \beta_1$ ha $\tilde{e}_n, \tilde{e}_{n-1}$ és \tilde{e}_{n-2} előjele megegyezik, vagy $\Delta_n = \alpha \Delta_{n-1} + \beta_2$ máskülönben.

Transzformációs alapú algoritmusok képek tömörítésére

A transzformációs alapú algoritmusok alapvetően "veszteséges" módszerek, amelyek a forrásinformáció egy részét "eldobják" a sáv szélesség csökkentése érdekében. Természetesen az információ "eldobása" kontrollált módon kell, hogy lezajljék (pl. nem sok felhasználó tolerálná, ha a híradó képeinek az alsó egynegyedét kivágnák). Ahhoz, hogy megtudjuk a képi információ melyik része

felesleges (és ezért eldobható), valamilyen fontossági sorrendet kell felállítani az eredeti információs folyamatban. Azaz az eredeti információt egy olyan reprezentációba kell áttanszformálnunk, amely jól tükrözi, hogy "mi a fontos" és "mi a nem fontos" része az információnak. Ezek után a "nem fontos" részek eldobhatók, egészen addig, amíg el nem érjük a minőségromlásnak egy előre adott korlátját. A fenti elv szerint a dekompreszió (az eredeti információ visszaállítása a tömörített verzióból) a tömörítés szerint "csonkolt" reprezentáción az inverz transzformáció végrehajtását jelenti. Mivel ezt a módszert alapvetően a képi információ tömörítésére használják, ezért a következőkben mindig képtömörítésről fogunk beszélni.

A transzformációs módszer általános blokkdiagramját az 1.4.5. ábra szemlélteti:



A kép reprezentálására (ami alapján eldönthető, hogy mi képezi a fontos és kevésbé fontos részét a képi információnak) többfajta matematikai transzformáció szolgálhat. A jelen alfejezet ebből a két legismertebbet, a Karhunen-Loeve sorfejtést (Karhunen-Loeve Expansion = KLE), illetve a diszkrét koszinusz transzformációt (Discrete Cosine Transformation = DCT) fogja tárgyalni.

Adattömörítés főkomponens analízissel

Ez a módszer az eredeti információ Karhunen-Loeve sorfejtésén alapszik. A képet a továbbiakban egy \mathbf{x} valószínűségi vektorváltozó jelöli (ahol \mathbf{x} oszlopvektort, míg \mathbf{x}^T sorvektort jelöl), amelynek a dimenziója N . A korrelációs mátrix $\mathbf{R} = E(\mathbf{xx}^T)$ (\mathbf{xx}^T a külső, vagy más szóval diadikus szorzatot jelöli). A korrelációs mátrix hermitikus, ezért a sajátértékei valósak, a sajátvektorai pedig ortogonálisak egymásra. A sajátértékek és sajátvektorok jelölése a következő:

$\mathbf{R}\mathbf{s}^{(i)} = \lambda_i \mathbf{s}^{(i)}, i = 1, \dots, N$. Mivel az $\mathbf{s}^{(i)}, i = 1, \dots, N$ sajátvektorok ortonormált bázist alkotnak, ezért \mathbf{x} rekonstruálható, mint $\mathbf{x} = \sum_{i=1}^N y_i \mathbf{s}^{(i)}$, ahol $y_i = \mathbf{s}^{(i)T} \mathbf{x}$.

A kompresszió menete ezután a következő:

Határozzuk meg és rendezzük a korrelációs mátrix sajátértékeit monoton csökkenő sorrendbe $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_M > \dots > \lambda_N$. Ezek után a megfelelő sajátvektorokkal határozzuk meg az (y_1, \dots, y_M) komponenseket. Az információvesztést az (y_{M+1}, \dots, y_N) komponensek eldobása okozza. Ezek után a de-kompresszált kép megkapható az $\tilde{\mathbf{x}} = \sum_{i=1}^M y_i \mathbf{s}^{(i)T}$ összefüggés alkalmazásával.

Be lehet bizonyítani (lásd [1.4.4]), hogy $E(\|\mathbf{x} - \tilde{\mathbf{x}}\|^2) = \sum_{i=M+1}^N \lambda_i$. Mivel a sajátértékek monoton csökkenő sorrendben voltak elrendezve, ezért a négyzetes hiba, ami a komponensek eldobása miatt keletkezik, minimális ($\sum_{i=M+1}^N \lambda_i$ a legkisebb összeg, mert a legkisebb sajátértékeket tartalmazza).

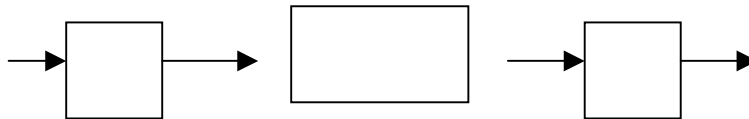
Azaz, a főkomponens analízis megvalósítja a bevezetőben vázolt általános célkitűzést, hiszen a KLT segítségével a transzformációs tartományban eldönthető, "mi a fontos" (a nagy sajátértékekhez tartozó sajátvektorok irányába mutató komponensek), illetve mi "nem fontos" (a kis sajátértékekhez tartozó sajátvektorok irányába mutató komponensek). Ezt a fontossági sorrendet a négyzetes hiba minimalizálása motiválta, amely alapján a megfelelő komponensek eldobhatók. A fentiek alapján, ha valaki egy meghatározott ε minőségű tömörítést akar végrehajtani (ahol a minőséget az $E(\|\mathbf{x} - \tilde{\mathbf{x}}\|^2) \leq \varepsilon$ egyenlőtlenség teljesítése jelenti), akkor a következő eljárást kell megvalósítania:

1. Határozza meg az \mathbf{R} korrelációs mátrix sajátvektorait $S = \{\mathbf{s}^{(i)}, i = 1, \dots, N\}$ és sajátértékeit $\Lambda = \{\lambda_i, i = 1, \dots, N\}$.
2. Rendezze a sajátértékeket csökkenő sorrendbe $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_M > \dots > \lambda_N$.
3. Határozza meg azt az M számot, amelyre $\sum_{i=M+1}^N \lambda_i \leq \varepsilon$.

4. Tömörítse a forrásinformációt az $y_i := \mathbf{x}^T \mathbf{s}^{(i)}$ $i=1, \dots, M$ komponensek kiszámolásával. (az $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_M)$ vektor most már a kép "keskenysávú" megfelelője, valamint az elért tömörítési arány M/N)

5. A rekonstruált kép az $\tilde{\mathbf{x}} = \sum_{i=1}^M y_i \mathbf{s}^{(i)T}$ inverz transzformáció alkalmazásával állítható elő.

A főkomponens alapú tömörítés blokkvázlatát az 1.4.6. ábra mutatja.



A fenti sémában a \mathbf{K} és \mathbf{L} mátrixok, amelyeknek a típusai $M \times N$ illetve $N \times M$, míg a mátrixok egyes elemei a következőképpen vannak definiálva: $K_{ij} = s_j^{(i)}$; $i = 1, \dots, M$; $j = 1, \dots, N$ és $L_{ji} = s_j^{(i)}$ $j = 1, \dots, N$ $i = 1, \dots, M$. Mivel a transzformációk lineárisak, ezért a nagysebességű képtömörítés a modern DSP technikák és architektúrák alkalmazásával lehetővé válik.

Mindazonáltal az előző módszerrel kapcsolatban felmerülhet néhány nehézség:

- a forrásinformáció korrelációs mátrixa nem ismert a priori, hanem ezt az egymásután következő keretből kell megbecsülni;
- a főkomponens analízis a sajátértékek és sajátvektorok meghatározását igényli, ami numerikusan igen fárasztó feladat.

Ezen nehézségek elkerülésére számos módszert dolgoztak ki, pl. adaptív, "kernel-alapú" főkomponensanalízis, vagy az Oja által kifejlesztett hebbi alapú neurális főkomponens analízis. Az olvasó egy részletes áttekintést talál ezekről a módszerekről [1.4.4] munkájában.

Képtömörítés a diszkrét koszinusz transzformáció segítségével

Ebben az esetben a transzformáció, amivel a forrásinformációt új tartományba képezzük le a 2-dimenziós DCT. Az alapötlet az, hogy a transzformált tartományban megszabaduljunk a felesleges, nagy térbeli frekvenciával bíró komponensektől.

A DCT definíciója a következő:

$$\hat{f}(u, v) = \sum_{j,k=0}^{N-1} f(j, k) C(u) \cos \frac{(2j+1)u\pi}{2N} C(v) \cos \frac{(2k+1)v\pi}{2N}$$

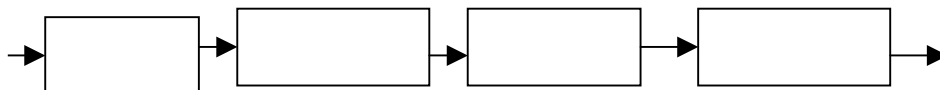
ahol $f(j, k)$ reprezentálja a képi információ síkbeli amplitudóját (a (j, k) pixelhez tartozó képjel amplitúdója), valamint $C(0) = 1/\sqrt{N}$, $C(u) = 2/\sqrt{N}$ és $C(v) = 2/\sqrt{N}$ ha $u \neq 0$. Az inverz transzformáció a következőképpen számolható:

$$f(i, j) = \sum_{u,v=0}^{N-1} \hat{f}(u, v) C(u) \cos \frac{(2j+1)u\pi}{2N} C(v) \cos \frac{(2k+1)v\pi}{2N}.$$

Jelen esetben adattömörítés úgy érhető el, hogy a DCT "farkát" (nagyfrekvenciás komponenseit) agresszívebben dobjuk el, azon feltételezésen alapulva, hogy a nagyfrekvenciás komponensek nem számottevő részletet adnak csak hozzá a képhez. Pl. a JPEG kódolás (a szabvány részletesebb leírását lásd később) ezen az alapelven alapul és a következő lépéseket követi:

1. *Információ lokális feldolgozása:* Ossza fel az eredeti képet 8x8-as blokkokra.
2. *Transzformáció:* Minden blokkon hajtson végre egy DCT-t a síkbeli frekvenciák eloszlásának a meghatározására.
3. *Kvantálás:* Kerekítse a DCT együtthatóit, úgy hogy "agresszívebb" kerekítést szenvedjenek a nagyfrekvenciás komponensek együtthatói.
4. *Kódolás:* Hajtson végre Huffman kódolást a digitalizált együtthatókon további tömörítés végett (ebben a lépésben nincs további információvesztés).

A dekompreszálás a következő lépéseket tartalmazza:



A JPEG részletes tárgyalásához lásd [1.4.5].

Az adattömörítés veszteségmentes algoritmusai

Ebben a szakaszban az adattömörítés veszteségmentes eljárásait foglaljuk össze. Ezen eljárások legfőbb tulajdonsága, hogy a forrásadat teljes mértékben visszaállítható a tömörített verzióból, azaz nincs információvesztés. Ezen módszerek teljes tárházat részletesen tárgyalják a [1.4.1, 1.4.3, 1.4.7] irodalmak. Két alapvető megközelítés létezik "vesztésmentes" tömörítés esetén:

- helyettesítési módszerek, amelyeket az információelmélet statisztikus eredményei motiválnak;
- szótáralapú módszerek, amelyek az eredeti információra egy szótár, valamint alapján, pointerok és hosszúságok szerint referálnak.

Helyettesítési eljárások

Tételezzük fel, hogy az eredeti forrásinformáció egy bináris fájl, amelyet W -vel jelölünk. A tömörített fájl jelölje U . A veszteségmentes tömörítés annyit jelent, hogy W teljesen (hiba nélkül) visszanyerhető U -ból. Néha W akár napokig rendelkezésre áll, hogy hosszú meditáció után döntsük el mi a megfelelő tömörítési eljárás (pl. archivált anyagoknál). Máskor viszont W egy nagysebességű adatfolyam, ami több Mbps sebességgel "kerül" a tömörítő bemenetére. Ezért egy kompressziós algoritmust nemcsak az elért tömörítési arány minősít, hanem a tömörítés, mint jelfeldolgozási műveletnek a működési sebessége, illetve az algoritmus futtatásához szükséges adatok mennyisége is. Nem jó az a tömörítési módszer, amelynél a dekompreszióhoz legalább annyi adatot kell tárolni, mint maga W .

A helyettesítésen alapuló tömörítés algoritmus a következő:

Tételezzük fel, hogy az ún. "elválasztószavak{mert sokfajta módon felosztható egy szöveg elválasztószavakra}" $S = \{s_1, \dots, s_m\}$ halmaza adott. Azt mondjuk, hogy W elválasztó szavakra van felosztva (elválasztva), ha megadható mint a következő sorozat $W = (s_{i_1}, s_{i_2}, \dots, s_{i_v})$, $s_{i_j} \in S$. Feltételezzük továbbá, hogy adott egy kódolási séma $C: S \rightarrow R$, amely az elválasztószavakhoz kódszavakat rendel hozzá (ahol a kódszavak halmazát R jelöli, $R = \{r_1, \dots, r_m\}$). Helyettesítvén az eredeti fájl minden s_{i_j} elválasztószavát a megfelelő r_{i_j} kódszóval, a tömörített $U = (r_{i_1}, r_{i_2}, \dots, r_{i_v})$, $r_{i_j} \in R$ fájl kapjuk. Ha az r_i kódszavak átlagos hossza kisebb mint az s_i elválasztószavak átlagos hossza, akkor U jelentősen rövidebb lehet, mint W .

Például tételezzük fel a következő elválasztószavakat: $s_1 = 0$ $s_2 = 10$ $s_3 = 110$ $s_4 = 1110$ $s_5 = 11111$. Ugyanakkor legyen W egy 30 bit hosszúságú fájl

$W = 111110111111101110111101110110$. Ekkor W "elválasztható" a következő sorozatba $W = s_5 s_2 s_5 s_4 s_4 s_5 s_1 s_4 s_3$. Ha következő kódolást alkalmazzuk, $r_1 = 1111$ $r_2 = 1110$ $r_3 = 110$ $r_4 = 10$ $r_5 = 0$, akkor $U = 01110010100111110110$. Látható,

hogy U 20 bit hosszúságú, azaz ezen az elemi példán is demonstrálható a tömörítés ténye.

A helyettesítési módszer hatékony alkalmazásához információelméleti megfontolásokat alkalmazhatunk. Pontosabban a veszteségmentes és hatékony tömörítés eléréshez a következő feltételeknek kell teljesülnie:

1. A kódszavak R halmaza olyan kódszavakat kell, hogy tartalmazzon, amelyek kielégítik a prefix mentesség feltételét (egyik kódszó sem előtagja a másoknak, a veszteségmentesség elérése érdekében)
2. Olyan kódot kell konstruálni, amely a gyakran előforduló elválasztószavakhoz rövid, míg a ritkán előforduló elválasztószavakhoz hosszú kódszavakat rendel.

Ennek megfelelően, az információelmélet bármelyik tradicionális forráskódolási algoritmus (Shannon-Fano, Huffman, aritmetikus kódok) alkalmazható, amennyiben a szükséges statisztikák a forrásfájlból feldolgozás közben becsülhetőek.

Ezért ezen módszerek alapvető kérdése, hogyan becsülhető meg az elválasztószavak valószínűség-eloszlása. A legegyszerűbb módszernek a W -ben való előfordulások relatív gyakoriságának a meghatározása tűnik. Ennek alapján a következő statisztika nyerhető:

$$f_i = \frac{\text{az } s_i \text{ elválasztószó előfordulásainak száma a forrásfájlban}}{\text{a forrásfájlban lévő elválasztószavak teljes száma}}$$

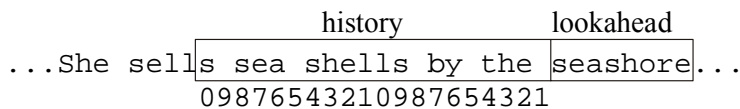
Az előző példában $f_1 = \frac{1}{9}$ $f_2 = \frac{1}{9}$ $f_3 = \frac{1}{9}$ $f_4 = \frac{3}{9}$ $f_5 = \frac{3}{9}$. Sajnos ennek a módszernek a hátránya, hogy a becslés nem biztosan ad pontos értéket, főleg rövid fájlok esetén. Nagysebességű, valós idejű tömörítés esetén a relatív gyakoriságokat célszerű rekurzív módon becsülni. Adaptív Huffman kódolás esetén a kódfa adaptív "karbantartására" is szükség van, amely Gallager és Knuth algoritmusai alapján történhet. Az olvasó részletes leírást [1.4.3] munkájában talál.

Szótáralapú módszerek

A szótáralapú módszerek a kifejezések egy listáját (a szótár) használják és a forrásszöveg részeit a listára vonatkozó mutatókkal helyettesítik. Tömörítés akkor történik, ha a mutatók kisebb tárolási helyet igényelnek, mint maga a szöveg. Természetesen a mutatók mellett magának a szótárnak a tárolásáról, vagy átviteléről

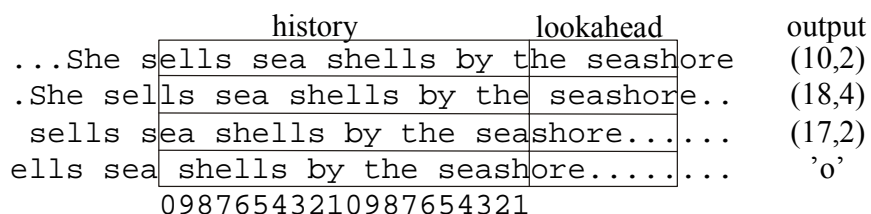
is gondoskodni kell. Mivel egy kommunikációs rendszerben gyakran a valós idejű tömörítés a cél, ezért a szótárkészítésnek és a mutatók elhelyezésének adaptív módon kell történnie.

Az első adaptív szótáralapú módszerek a hetvenes évekre nyúlnak vissza, amikor Ziv és Lempel "mérőföldkőnek" számító eredményeiket publikálták. A megfelelő algoritmusokat LZ77-nek és LZ78-nak nevezték el. Számos alkalmazás alapul az LZ77-en (pl. LHarc, PKZIP, GNU zip, vagy Info-Zip), illetve az LZ78-on (MODEM kommunikáció tömörítő algoritmus, valamint a GIF grafikai formátum). Az alapötlet bemutatásához az LZ77 típusú mozgóablakos sémát használjuk. Ebben az esetben egy két részből álló ablak "halad" végig a szövegen, amelynek az első részét "históriának", míg a másodikat "előrenézőnek" nevezik. Pl.:



A legegyszerűbb esetekben a história és az előrenéző fix hosszúságú és a szótár az összes olyan kifejezést tartalmazza, amelynek hossza nem haladja meg az előrenéző hosszát. A tömörítő úgy működik, hogy az előrenéző kezdeti szakaszát egy a szótár adott részére referáló mutatóval helyettesítjük, majd tovább mozgatjuk az ablakot. Az alábbi példában (lásd a következő ábrát) a kezdeti szegmens "he" illeszkedik a szótárban lévő "shell" szó első két karakteréhez (a 10-ik karakter a szótárban). Az algoritmus egy *(koordináta, hosszúság, karakter)* hármast ad eredményül, ahol a harmadik komponens a forrás következő karakterét adja. A jelen példában ez a számhármast a (10,2,_), ahol a "_" a szóköz karakterre utal. A karakter komponens engedi meg, hogy akkor is tovább tudjon haladni az algoritmus, ha nincs a históriában illeszkedő szó, amire referáló mutatót el lehetne helyezni

A következő ábra az LZ77 algoritmus működésének néhány lépését mutatja:



Az implementációhoz kapcsolódó néhány tipikus értéket talál az olvasó a következő táblázatban:

a história hossza	az előrenéző hossza	koordináta ábr.	hossz ábr.
4096 byte	4096 byte	12 bit	4 bit

A *koordináta* és a *hossz* megkülönböztetésére a karaktertől egy darab jelző bitet használnak. Ezért a *koordináta* és a *hossz* átvitelének a költsége 17 bit. Ezért csak olyan forrásszöveg részeket érdemes mutatóval helyettesíteni, amelyek hossza nagyobb mint 2 bájt.

A következő táblázat az egyes algoritmusok hatékonyságát mutatja (kompressziós arány szerint) az ún. "Calgary corpus"-on. A Calgary corpus a tipikus fájlok egy gyűjteménye, amelyen teljesítőképesség szempontjából össze szokták hasonlítani a különböző tömörítő algoritmusokat.

Fájl	KByte	Az LZ 77által elért kompressziós arány
bib	109	43 %
book1	751	51.8 %
Geo	100	80.3 %
Obj1	21	57.2 %
pic	501	20.9 %
progc	39	41.7 %
Átlag		49.2 %

Az LZ78 esetében a forrásfájl kifejezésekre van felosztva. Egy új kifejezésnek a szótárba foglalása esetén egy darab karaktert adunk hozzá egy, már létező kifejezéshez. Ezt a módszert a UNIX Compress, V.42bis MODEM kommunikációban, valamint a GIF grafikai formátumokban alkalmazzák.

Más technikák, pl. vektorkvantálás (lásd [1.4.4]), szintén hatásos kompressziót eredményeznek.

1.4.3. Szabványok és szabadalmak

A beszédjelet hagyományosan adaptív prediktív technikákkal tömörítik és az idevágó kódoló neve ADPCM. A gyakorlatban a 4 bites ADPCM-et használják a leggyakrabban, amely 32 kbps és 24 kbps alkalmazásokhoz illeszkedik, szemben az eredeti 64 kbps-el. A 32 kbps tömörítést az ITU G.726 szabvány írja le, ez 4 bites kvantálót tartalmaz.

Mobil telefóniában a GSM 06.10 transzkódolás a használatos Európa szerte, ez 13 kbps sávszélességet eredményez, a hosszú távú predikciót a "regular pulse excitation"-al kombinálva.

IP alapú hangátvitel esetén a G.7x családot alkalmazzák, mely néhány esetben akár 6,4 Kbps sebességet is elérhet (tizede a szabványos PCM hang

sávszélességnek), azonban ezek a tömörítő eljárások nagyteljesítményű jelfeldolgozó apparátust igényelnek.

A zene tömörítéséről beszélve a szabványos Music Instrument Digital Interface (MIDI)-t kell megemlíteni, amelyet a zeneipar nagyrésze adaptált. A MIDI üzenet zeneileg "szignifikáns" eseményeket visz át, pl. egy billentyű lenyomódott ...stb. Minden hangszer rendelkezik egy MIDI kóddal (pl. a zongora 0-ás, a hegedű a 40-es). Összesen 127 hangszernek van kódja. A MIDI rendszerben a számítógép a kapott üzenetek alapján egy szintetizátorral generálja a zenét. A szintetizátor mind a 127 hangszert ismeri és a megfelelő spektrumot generálja a kapott utasítások alapján. A MIDI előnye a hatalmas sávszélességbeli csökkenés. A hátránya viszont, hogy a generált zene minősége nagyban függ a szintetizátortól.

Az állóképek tömörítése a jól ismert JPEG (Joint Photographic Expert Group) szabvány alapján történik. A JPEG 640x480 pixel méretű 24-bit RGB videó jeleket tömörít. Először a világossági- és a színjelet határozza meg az RGB képből. A színjelet kétszeres faktoriala tömöríti, hiszen az emberi szem kevésbé érzékeny a szín információra. Ezután a világossági és színmátrix 8x8-as blokkokra van felosztva, majd minden blokkon egy DCT-t hajtanak végre. A kevésbé fontos spektrális komponensektől kvantálással szabadulnak meg. Ezután egy "run length encoding", majd Huffman kódolás következik. A JPEG szabvány a komplikáltsága ellenére előnyös, hiszen képes a 20:1 tömörítési arány elérésére.

A mozgóképek tömörítésére az MPEG (Motion Picture Experts Group) szabvány terjedt el. Az első szabvány (MPEG-1) az NTSC képjelet 1.2 Mbps sávszélességre tömörítette. Az MPEG-1-et még filmek tárolására használják CD ROM -on a CD-I és CD-Video formátumban. Ezután az MPEG-2 került kifejlesztésre, amely a TV műsorszórásban az NTSC és PAL jeleket tömörítette 4-6 Mbps sávszélességre. Ezt a nagyfelbontású HDTV alkalmazásokra is kiterjesztették. Az MPEG-4-et közepes felbontású videokonferenciára használják. Az MPEG-ben a kép és hang együttesen kerül tömörítésre egy 90 kHz rendszer-órajel segítségével. A hangot 32 kHz, 44,1 KHz vagy 48 KHz frekvenciával mintavételezik, majd FFT, nemlineáris kvantálás, illetve Huffman kódolás következik. A képjel tömörítésénél az MPEG a JPEG-nél megismert módon szabadul meg a felesleges spektrális komponensektől. Mivel az időben egymásután következő keretek nem sokban különböznek egymástól, ezért az MPEG az időbeli korrelációt is kihasználja a

tömörítés során. Ez általában az egyes blokkok időben egymásból való kivonásával történik.

A szótáralapú módszerek esetén a GIF grafikai formátum az LZ78 algoritmuson alapul (Lempel, Ziv, Welch). Ez az algoritmus azért is "hírhedtté" vált, mert ebben az esetben az intellektuális tulajdonhoz kapcsolódó jogi viták is felmerültek. Az IBM és Unysis alkalmazta a módszert. A vita a körül forgott, vajon egy algoritmus szabadalmaztatható vagy sem. Ezideáig a US Patent Office szerint egy eljárás még nem, de annak egy implementációja szabadalmaztatható. Ez valóban egy ellentmondás, ami az algoritmikus fejlesztők körében jogi megoldást igényel.

1.4.4. Összefoglaló

Ebben a fejezetben a különböző adattömörítési eljárásokat foglaltuk össze. A "veszteséges" módszerek főleg a hang és a kép tömörítésére vonatkoznak, míg a "veszteségmentes" algoritmusokat eredetileg adattömörítésre fejlesztették ki. A kapcsolódó gondolatokat alapelvek, algoritmusok, szabványok és szabadalmak szintjén tárgyaltuk.

Meg kell jegyezni, hogy manapság nagy erővel folyik a kutatás a wavelet és fraktálanálízis alapján történő képtömörítés területén. Sajnos a fejezet limitált terjedelme miatt ezek a módszerek a fenti leíráson kívül estek.

1.4.5. Az adattömörítés szempontjából fontos web oldalak listája

Fraktális képtömörítéshez: <http://inls.ucsd.edu/Research/Fisher/Fractals>

GNU projektekhez: <http://www.gnu.ai.mit.edu>

Az Info-Zip-ről: <http://www.cdrom.com/pub/infozip/>

A JPEG-ről: <ftp://ftp.uu.net/graphics/jpeg>

A waveletalapú tömörítésről: <http://www.cs.dramouth.edu/~gdavis>.

A PNG és LZ77-ről: <http://www.wco.com/~png/>

Irodalom:

[1.4.1] Bell, T., Witten, J.: *Text compression*, Prentice-Hall, 1990

[1.4.2] Durbin, J.: "Efficient estimation of parameters in moving average models", *Biometrika*, Vol. 46, 1959

[1.4.3] Hankerson, D., Harris, A., Johnson, P.: *Introduction to information theory and data compression*, CRC Press, 1998

[1.4.4] Haykin, S.: *Neural networks - a comprehensive foundation*, Prentice-Hall, 1999.

[1.4.5] Independent JPEG Group, JPEG SW Release 6. <ftp://ftp.uu.net/graphics/jpeg>

[1.4.6] Jayant, N., Noll, P.: *Digital coding of waveforms, principles and applications to speech and video*, Prentice-Hall, 1984

[1.4.7] Nelson, M., Gailly, J.: *The data compression book*, M&T Books, 1996

[1.4.8] Proakis, J.: *Digital communications*, McGraw-Hill, 1983

[1.4.9] Ziv, J., Lempel, A.: "A universal algorithm for sequential data compression", *IEEE Trans. on Information Theory*, May, 1977, pp. 337-343

1.5. Modulációs eljárások

Szerző: dr. Frigyes István

Lektor: dr. Dallos György

1.5.1. Bevezetés

Az információ átvitele, tárolása és feldolgozása során, *elektromos vagy elektromágneses jel* alakjában jelenik meg. Fizikailag e jel lehet időben változó elektromos feszültség, áramerősség, elektromágneses térerősség, optikai teljesítmény vagy más. Az esetek egy részében az eredeti jelforrás elektromos jelet állít elő – e kategóriába tartoznak az adatforrások, az EKG (elektrokardiográf), az EEG (elektroencefalográf) és mások. Más esetekben az átviendő, feldolgozandó, tárolandó jel az emberi érzékszervek által észlelhető alakban keletkezik – hang, látvány alakjában. Ekkor valamilyen átalakító hozza létre az elektromos, elektromágneses jelet.

Bármilyen fizikai alakban jelenik is meg, matematikailag *valós időfüggvényként* modellezhető. Az ilyen időfüggvények tulajdonságaival, matematikai leírásukkal az 1.1. szakasz foglalkozik. A következőkben legtöbbször nem fogjuk megkülönböztetni tényleges fizikai folyamatként megjelenő jeleket az azokat matematikailag modellező absztrakt jelektől.

Ismeretes, hogy az elektromos források által előállított jeleket, illetve az elektromossá átalakított jeleket, ezek digitalizált változatát *alapsávi jeleknek* nevezik. Ezeket az jellemzi, hogy Fourier transzformáltjuk gyakran tartalmazza a 0 frekvenciát, vagy ha nem is, legkisebb frekvenciájú összetevőjük elég kicsi – noha ehelyütt nem foglalkozunk azzal, hogy mit tekintünk nagynak, mit kicsinek.

A jelek feldolgozását, tárolását legtöbbször vagy legalább is igen sokszor azok alapsávi alakján végzik. Néha a jeleket alapsávi alakban viszik is át. Igen gyakran azonban – vezetéken és vezeték nélkül egyaránt – kedvezőbbnek vagy egyenesen egyedül lehetségesnek az bizonyul, ha az alapsávi jeleket átalakítjuk olyan módon, hogy Fourier-transzformáltjuk egy valamivel vagy sokkal nagyobb frekvenciájú

sávban helyezkedjen el. Ezt a frekvenciasávot módosító műveletet nevezzük modulációnak illetve inverzét demodulációnak – mely műveletek, az azokhoz kapcsolódó fogalmak képezik tárgyát a jelen alfejezetnek.

1.5.2. Alapvető fogalmak

Legyen az információt tartalmazó valós időfüggvény $s(t)$; ez lehet egy ismert – tehát determinisztikus – időfüggvény, de ugyancsak lehet sztochasztikus folyamat egy realizációja. Tekintsünk továbbá egy, az időben szinuszosan változó “jelet” amit v -vel jelöljük, a vivőhullám rövidítésére:

$$v(t) = \sqrt{2}A \cos(\omega_c t + \Phi) \quad (1.5.1)$$

ahol A a jel effektív amplitúdója ($W^{1/2}$ -ben),

$\omega_c = 2\pi f_c$ a körfrekvencia (rad/sec-ban; a c index a vivőfrekvenciára – angolul carrier – utal),

Φ a kezdőfázis.

A Bevezetésben körülírt modulációt legtöbbször egy szinuszos jel amplitúdójának vagy argumentumának módosításával érik el, olyanmódon, hogy az (1.5.1)-ben állandó amplitúdóba vagy az időtől lineárisan függő argumentumba az $s(t)$ időfüggvényt “beírják” – azt modulálják. Ekkor a modulált paraméter(ek) az időnek $s(t)$ -vel egyértelmű kapcsolatban levő függvénye(i) lesz(nek); ilyen módon lehetőség van a modulált jel demodulálására, e függvény inverzének képzése útján.

A modulációt a szinuszos vivőfrekvencia oldaláról nézve egy modulált jel általános alakja

$$\begin{aligned} x(t) &= \sqrt{2}Am(t) \cos[\omega_c t + \Phi + \mathcal{G}(t)] \\ m(t) &= f[s(t)]; \mathcal{G}(t) = g[s(t)] \end{aligned} \quad (1.5.2)$$

ahol az $m(t)$ időfüggvény az *amplitúdómodulációt*, $\mathcal{G}(t)$ a *szögmodulációt* reprezentálja.

Ezzel a *modulációs*nak nevezett előállítással egyenértékű az úgynevezett *kvadratúra-előállítás*:

$$x(t) = Aa(t) \cos(\omega_c t + \Phi) - Aq(t) \sin(\omega_c t + \Phi) \quad (1.5.3)$$

ahol $a(t)$ a jel fázisban-lévő,

$q(t)$ annak kvadratúrában vagy fázis-kvadratúrában levő összetevője.

A két függvény-pár közötti kapcsolat:

$$\begin{aligned} a(t) &= m(t) \cos \vartheta(t); q(t) = m(t) \sin \vartheta(t) \\ m(t) &= \sqrt{[a(t)]^2 + [q(t)]^2}; \operatorname{tg} \vartheta(t) = \frac{q(t)}{a(t)} \end{aligned} \quad (1.5.4)$$

A két leírás közül hol az egyik hol a másik bizonyul előnyösebbnek.

Megjegyezzük, hogy egyes esetekben a szinuszos vivő helyett más, az időnek ugyancsak periódikus függvényét használják vivőként. Ilyen vivő általános alakja

$$v(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A p(t - kT + \tau_0); A = \frac{1}{T} \int_0^T [p(t)]^2 dt \quad (1.5.1a)$$

A $p(t)$ függvény tartója $(0, T)$; viszonylag enyhe megkötéseknek kell eleget tennie, lényegében ugyanazoknak, melyek a Fourier-sor létezésének feltételei. Ezzel a változattal nem fogunk részletesen foglalkozni; a szinuszos vivőre elmondottak illetve elmondandók – a változók megváltoztatásával – erre az esetre is érvényesek.

E pont befejezéseként megemlíjtjük, hogy a következőkben többször szerepel jelek Fourier-transzformáltja; e fogalmazás determinisztikus jelet tételez fel. Az állítások legtöbbször sztochasztikus jelek spektrális sűrűségfüggvényére is igazak. Fordítva ez nem mindig áll fenn: a spektrális sűrűségfüggvényről mondandók nem feltétlenül érvényesek determinisztikus jel Fourier-transzformáltjára.

1.5.3. Az analitikus jel és a komplex burkoló

A komplex burkoló fogalma, mely modulált jelek leírására alkalmas, alapvető fontosságú nem csak e jelek vizsgálatában – az alábbiakban mi is használjuk – hanem hullámterjedési jelenségek vizsgálatában, a zaj leírásában is, szinte “sine qua non”-ja a távközlő rendszerek számítógépes szimulációjának, a digitális jelfeldolgozásnak és másoknak. Ezért kicsit részletesebben foglalkozunk vele.

A kvadratúra alakban megadott modulált jel így is felírható:

$$x(t) = A \cdot \operatorname{Re} \{ [a(t) + jq(t)] e^{j\omega_c t} \} \quad (1.5.5)$$

ahol Re a valós-rész képzés jele, a Φ kezdőfázist pedig, mint jelentéktelent elhagytuk.

Az $a(t)+jq(t)$ komplex mennyiséget a jel *komplex burkolójának* nevezik. Most a komplex burkoló általános fogalmával, valamint a *keskenysávú jelekkel* ismerkedünk meg kissé precízebben illetve részletesebben.

Ismeretes, hogy egy valós $s(t)$ jel Fourier-transzformáltja, $S(\omega)$, konjugált szimmetrikus. (azaz: $S(-\omega) = S^*(\omega)$). Így például a pozitív ω -khoz tartozó $S(\omega)$ a jelet egyértelműen megadja – ismeretében tudjuk, hogy a Fourier-transzformáltat megkapjuk, ha a megfelelő negatív-frekvenciás részt is hozzáadjuk. Így a jelet jellemezhetjük $S(\omega)$ helyett $\hat{S}(\omega)$ -val is ahol definíció szerint:

$$\begin{aligned}\hat{S}(\omega) &= S(\omega) + \text{sign}(\omega) \cdot S(\omega) = \\ &= S(\omega) + j[-j \cdot \text{sign}(\omega) \cdot S(\omega)]\end{aligned}\tag{1.5.6}$$

$\hat{S}(\omega)$ pozitív ω -kra éppen $2S(\omega)$ -val, negatív ω -kra 0-val egyenlő.

Persze képezhetjük $\hat{S}(\omega)$ inverz Fourier-transzformáltját; ehhez vegyük figyelembe, hogy a második tag két tényező szorzata - inverz transzformáltját konvolúcióval kapjuk meg:

$$\mathbf{F}^{-1}[-j \cdot \text{sign}(\omega) \cdot S(\omega)] = s(t) * \mathbf{F}^{-1}[-j \cdot \text{sign}(\omega)]\tag{1.5.7}$$

(*: konvolúció).

A második tényező történetesen éppen $1/t$. Így

$$\mathbf{F}^{-1}[-j \cdot \text{sign}(\omega) \cdot S(\omega)] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{t-\tau} d\tau = \hat{s}(t),\tag{1.5.8}$$

az $s(t)$ Hilbert-transzformáltja

Így írhatjuk:

$$\hat{s}(t) = \mathbf{F}^{-1}[\hat{S}(\omega)] = s(t) + j \cdot \hat{s}(t)\tag{1.5.9}$$

Az $\hat{s}(t)$ komplex időfüggvényt az $s(t)$ -hez tartozó *analitikus jelnek* hívják. (A név onnan származik, hogy ha a t változó helyett bevezetjük a $z = t + j.u$ változót, abban $\hat{s}(t)$ kielégíti a Cauchy-Rieman parciális differenciál-egyenleteket, így

analitikus.) Az analitikus jel valós része az $s(t)$ időfüggvény. Mint láttuk, azzal a tulajdonsággal rendelkezik, hogy Fourier-transzformáltja negatív frekvenciákon 0.

Az analitikus jelnek modulált jelek tárgyalásánál van jelentősége. Ugyanis $e^{j\omega_c t}$ a $\cos \omega_c t$ -hez tartozó analitikus jel. Ha e vivőfrekvencia amplitúdóját valamilyen $a(t)$ sávkorlátozott jellel megmoduláljuk, $a(t)e^{j\omega_c t}$ -t kapunk; ez analitikus lesz, ha $a(t)$ sáv szélessége kisebb $f_c = \omega_c / 2\pi$ -nél; hasonlóan $e^{j\omega_c t}$ analitikus jel tartozik a $-j \cdot \sin(\omega_c t)$ vivőfrekvenciához is; ez analitikus marad, ha hasonló sávkorlátozott $q(t)$ -vel moduláljuk. Így az adott feltételek között a modulált jel *valóban* előállítható

$$\operatorname{Re}\left\{[a(t) + jq(t)]e^{j\omega_c t}\right\} \quad (1.5.10)$$

alakban, ha a moduláló jelek sáv szélessége kisebb a vivőfrekvenciánál. Az ilyen jeleket *keskenysávú* moduláló jelnek nevezik. (Fontos hangsúlyozni, hogy a feltétel *a kisebb* és nem *a sokkal kisebb* állítás.) Az $\tilde{s}(t) = a(t) + jq(t)$ a modulált jel *komplex burkolója*.

(Zárójelben az ellenpélda: ha a sáv szélesség $B > f_c$, $a(t) + jq(t)e^{j\omega_c t}$ *nem* analitikus, így valós része nem adja meg a modulált jelet.)

Ha a moduláló jel sávkorlátozott, szinte mindig keskenysávú; így számításokban elég az $a(t) + jq(t)$ komplex burkolóval foglalkoznunk; tudjuk azután, hogy annak valós része a modulált jel koszinuszos, képzetes része annak szinuszos része. A komplex burkoló (komplex számértékű) *alapsávi* jel; Fourier-transzformáltját egyszerűen az analitikus jel transzformáltjának $-\omega_c$ -vel való eltolása útján kapjuk. Vagyis: a jelalak és a komplex burkoló közötti kapcsolat:

$$\tilde{x}(t) = [x(t) + j\hat{x}(t)]e^{-j\omega_c t}; x(t) = \operatorname{Re}[\tilde{x}(t)e^{j\omega_c t}] \quad (1.5.11)$$

Ismeretében a komplex burkolót megkapjuk, ha képezzük annak analitikus jelét és ezt $\exp[-j\omega_c t]$ -vel megszorozzuk; illetve fordítva: a komplex burkolót megszorozva $\exp[j\omega_c t]$ -vel, majd képezve a valós részt, a valós időfüggvényt kapjuk meg.

A komplex burkolóhoz hasonlóan definiálhatjuk egy sáváteresztő szűrő $\tilde{H}(\omega)$ ekvivalens aluláteresztő szűrőjét; ennek átviteli függvényét is $-\omega_c$ -vel való eltolás útján kapjuk; és a sávszűrőn átvitt modulált jelet megkapjuk, ha meghatározzuk az

$$\tilde{Y}(\omega) = \tilde{X}(\omega) \cdot \tilde{H}(\omega), \text{ illetve az} \quad (1.5.12)$$

$$\tilde{y}(t) = \tilde{x}(t) * \tilde{h}(t)$$

kifejezéseket.

Egy fontos tulajdonság: ha mondjuk a vivő koszinuszos összetevőjét moduláljuk, $\tilde{X}(\omega)$ persze konjugált szimmetrikus; de $\tilde{H}(\omega)$ vagy az vagy nem (egy sávszűrő nem feltétlenül konjugált szimmetrikus a vivőfrekvencia körül); utóbbi esetben $\tilde{y}(t)$ már nem lesz valós – vagyis áthallás keletkezik a szinuszos és koszinuszos vivők között; viszont nem keletkezik áthallás, ha $\tilde{H}(\omega)$ a vivőfrekvencia körül konjugált szimmetrikus.

1.5.4. Analóg modulációs rendszerek – amplitúdómoduláció

Amint az 1.1 szakasz részletesebben tárgyalja: *analógnak* nevezett jelet olyan $s(t)$ időfüggvény reprezentál, amely bizonyos specifikáción belül *tetszőleges* lehet. Ilyen specifikációs adat lehet a jel tartója vagy Fourier-transzformáltjának tartója, teljesítménye, dinamika-tartománya vagy hasonlók. (Fiatalabb olvasók kedvéért érdemes elmondani, hogy az elnevezés a számítástechnika korai éveiből származik, amikor a digitális számítógépek mellett még *analóg* számítógépek is léteztek. Ezek egy matematikai problémát úgy oldottak meg, hogy felépítették a problémával *analóg* – azonos differenciálegyenletet, integrálegyenletet stb. kielégítő – áramkört és vizsgálták a létrejövő jelalakokat. Ez az alapja a jelek analóg-digitális kategorizálásának: a folytonos értékészletű, nem pontosan definiált jelalakok halmazát analóg jelnek nevezik) Az analógnak nevezett modulációs rendszerek stúdiuma lényegében azzal foglalkozik, hogy milyen módon modulálható egy (szinuszos) vivő analóg jellel.

Definíciók és spektrális tulajdonságok

i. Kétoldalsávós el-nem-nyomott vivőjű AM. Amplitúdó modulációban az (1.5.6) formulában szereplő $g(t) = 0$ és $m(t)$ az $s(t)$ időfüggvénnyel legtöbbször lineáris kapcsolatban van. Így amplitúdómodulált szinuszos jel általános kifejezése

$$x(t) = \sqrt{2}A[1 + h \cdot s(t)]\cos \omega_c t \quad (1.5.13)$$

ahol h a modulációs index.

Vizsgáljuk az amplitúdómodulált jel Fourier-transzformáltját (1.5.1. ábra). Az 1.5.3 szakasz megfontolásaiból látszik, hogy a fenti $x(t)$ komplex burkolója éppen $[1 + h \cdot s(t)]$; ennek Fourier-traszformáltja

$$\mathbf{F}[1 + hs(t)] = \delta(\omega) + hS(\omega) \quad (1.5.14)$$

Így az analitikus jel Fourier-transzformáltja

$$\hat{X}(\omega) = \sqrt{2}A[\delta(\omega - \omega_c) + hS(\omega - \omega_c)] \quad (1.5.15)$$

illetve a valós modulált időfüggvényé

$$(1.5.16)$$

Vizsgálva e formulákat egyrészt azt látjuk, hogy az (1.5.13) szerinti amplitúdómodulált jel *modulálatlan vivőfrekvenciát* tartalmaz; ez alatt azt értjük, hogy Fourier-transzformáltjában van egy vivőfrekvenciás spektrumvonal, melynek intenzitása független a moduláló jeltől. Továbbá látjuk, hogy $X(\omega)$ az $S(\omega)$ -t változatlan, úgy is mondhatjuk: torzítatlan formában tartalmazza; az AM-et ezért szokták *lineáris modulációnak* nevezni. Folytatva vizsgálatainkat ne feledjük, hogy $S(\omega) = s(t)$ valós időfüggvény lévén – konjugált szimmetrikus függvény. Így $X(\omega)$ a modulálatlan vivőn kívül *két oldalsávot tartalmaz*, melyek a vivő körül konjugáltan szimmetrikusak. Látjuk, hogy amennyiben $S(\omega)$ tartójának szélessége W a modulált



jel $2W$ szélességű frekvenciasávot foglal el.

Az utóbbi megfontolásoknak megfelelően az amplitúdómoduláció (1.5.13) szerinti megvalósítását *két-oldalsávú, el-nem-nyomott vivőjű* AM-nek nevezik, angol rövidítéssel *AM-DSB-NSC*-nek (AM, Double-Side-Band, Non-Suppressed-Carrier). Az ilyen moduláció két szempontból is pazarol. Pazarló az elfoglalt frekvenciasávval, hiszen a teljes információ "benne van" a W frekvenciasávban, mégis elfoglaljuk ennek kétszeresét. Ugyancsak pazarló a felhasznált teljesítménnyel: a modulálatlan vivő-teljesítmény nem járul hozzá az információ-átvitel minőségéhez.

ii. Kétoldalsávú elnyomott vivőjű AM (AM-DSB-SC) Kívánatos lehet a pazarlás csökkentése. Az (1.5.13) szerinti $x(t)$ módosítható úgy, hogy ne legyen "elpazarolt teljesítmény"; akkor

$$x(t) = \sqrt{2}A \cdot s(t) \cos \omega_c t \quad (1.5.17)$$

Mint látjuk, ekkor a modulálatlan vivő egyszerűen meg van szorozva a moduláló jellel. Az imént végigtekintett *spektrumok* közül talán az analitikus jelé a legszemléletesebb; ez most

$$\hat{X}(\omega) = \sqrt{2}AS(\omega - \omega_c) \quad (1.5.18)$$

iii. Egyoldalsávú AM (AM-SSB) Minthogy az átviendő információt egy oldalsáv is teljes egészében tartalmazza, indokolt, a frekvenciával való takarékoság érdekében, nem elfoglalni a másodikat. Az eddigiek ismeretében ilyen egyoldalsávú AM-hez jutunk, ha a vivőt nem a moduláló jellel, hanem annak analitikus jelével moduláljuk (Ugyanis ekkor, mint tudjuk, $s(t)$ -nek nincs negatív frekvenciájú összetevője, így $x(t)$ -nek csak az egyik oldalsávja lesz meg.) Vagyis ekkor

$$x(t) = \sqrt{2}A \cdot [s(t) \pm j\hat{s}(t)] \cos \omega_c t \quad (1.5.19)$$

ahol a felső oldalsávot kapjuk, ha a pozitív, az alsót, ha a negatív előjelet választjuk.

Az (1.5.6) -ből látható, hogy $\hat{s}(t)$ képzéséhez az $s(t)$ jelet egy állandó abszolút értékű, $\pi/2$ fázistolású szűrőn kell átvezetni; ennek megvalósítása nem nagyon könnyű. (Persze előállíthatjuk az SSB jelet úgy is, hogy az egyik oldalsávot kiszűrjük; erre akkor van lehetőség, ha $S(\omega)$ nem tartalmaz kisfrekvenciás összetevőket – pl. a beszédjel).

iv. Csonka oldalsávós AM Hely hiányában nem részletezzük, csak megemlítjük, hogy az SSB létrehozásának, demodulálásának gyakorlati nehézségei jelentősen csökkenthetők, ha az egyik oldalsáv mellett a másiknak egy (akár elég kis) részét is átviszik.

AM jelek demodulálása

Az AM-DSB-NSC jel egyszerű burkolódetektorral demodulálható; ennek az egyszerűségnek fizetjük meg az árát amikor pazarlóan bánunk teljesítménnyel is, sávzsélességgel is. Vegyük figyelembe, hogy ez feltételezi a modulált jel pillanatnyi amplitúdójáról, hogy az >0 ; vagyis szigorúan $h \cdot s(t) < 1$, csúcserőben is.

Vivő nélküli AM demodulálása (akár egy, akár két oldalsávot tartalmaz) igényli a vivő *fázisának* ismeretét is. Vagyis a demodulátorban szükségünk van egy *referenciajelre*, mely a vett jellel – elvileg – koherens; ennek birtokában az AM jel szorzó-demodulátorral demodulálható. PI AM-DSB-SC:

$$s_d(t) = \sqrt{2}Ahs(t)\cos\omega_c t \times \sqrt{2}R\cos\omega_c t = ARhs(t)(1 + \cos 2\omega_c t) \quad (1.5.20)$$

ahol R a referenciajel effektív amplitúdója. A kétszeres frekvenciájú összetevő persze könnyen kiszűrhető.

Kimutatható, hogy amennyiben a helyileg előállított referenciajel és a vett jel között δ fáziskülönbség van (vagyis a koherencia nem tökéletes)

- DSB-SC-nél a demodulált jel $\cos\delta$ -val arányos; így a frekvenciáknak *pontosan* meg kell egyeznie, hisz különben $\cos\delta$ folyamatosan változik ± 1 között
- SSB-nél a jelalak ugyan lényegesen eltorzul, azonban a teljesítmény (vagyis a komplex burkoló abszolút-érték-négyzete) állandó marad. Így ez a torzítás pl. beszédátvitelnél szubjektíven nem észlelhető.

1.5.5. Analóg modulációs rendszerek – szögmoduláció

Definíciók

Szögmodulációnál az (1.5.6) formulában $m(t) = 1$ és $g[\]$ elvileg tetszőleges, a gyakorlatban lineáris operátor. Gyakorlati alkalmazásban háromféle g operátor illetve ennek megfelelő $\mathcal{A}(t)$ függvény fordul elő:

- Fázismoduláció (PM)

$$\vartheta(t) = 2\pi h s(t); x(t) = \sqrt{2}A \cos[\omega_c t + 2\pi h s(t)] \quad (1.5.21)$$

Ekkor tehát a vivő fázisa arányos a moduláló jellel; h a modulációs index.

ii. Frekvenciamoduláció (FM)

$$\vartheta(t) = 2\pi\Delta F \int s(t) dt \quad (1.5.22)$$

Ekkor a pillanatnyi frekvencia arányos a moduláló jellel; ΔF a frekvencialöklet.

iii. FM preemfázissal

A moduláló jel kisfrekvenciás összetevőit elnyomják, a nagyfrekvenciásakat kiemelik majd ezzel az eltorzított jellel modulálják a vivő frekvenciáját. (Erre az FM zaj spektrumának alakja miatt lehet szükség; ez ugyanis ω^2 -tel arányos.) Ekkor

$$\vartheta(t) = 2\pi \cdot \Delta F \cdot \int p(t) * s(t) dt; x(t) = \sqrt{2}A \cos \left[\omega_c t + 2\pi \cdot \Delta F \cdot \int p(t) * s(t) dt \right] \quad (1.5.23)$$

ahol $p(t)$ a mondott spektrum-alakítást végző szűrő súlyfüggvénye.

Spektrális tulajdonságok – néhány példa

Az AM-mel ellentétben az FM nem lineárisan transzformálja $s(t)$ -t $x(t)$ -vé, így $x(t)$ Fourier-transzformáltját közvetlenül nem tudjuk felírni. A következőkben néhány esetet áttekintünk.

i. Frekvenciamoduláció egyetlen szinusszal

Ekkor $s(t) = \cos \omega_m t$ és $\vartheta(t) = \Delta F / f_m \cdot \sin \omega_m t$. Most a modulált jel periódikus és így Fourier-sorba fejthető; alkalmazva $\cos(\sin x)$ ismert Fourier-sorát, $x(t)$ Fourier-transzformáltja

$$X[\omega] = \frac{A}{\pi\sqrt{8}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n \left(\frac{\Delta F}{f_m} \right) \left[\delta(\omega - \omega_c - n\omega_m) + \delta(\omega + \omega_c + n\omega_m) \right] \quad (1.5.24)$$

ahol J_n az n -edrendű Bessel-függvény.

Mint látjuk, elvileg végtelen sok spektrumvonalból áll, melyek nagysága bonyolultan függ a modulációs indextől. Igen kis modulációs indexnél a vivőfrekvencián kívül mindössze két olyan oldalsáv van, melyek amplitúdója nem

elhanyagolható; ha $\Delta f/f_m$ éppen J_0 0-helyével egyezik meg, a vivőfrekvencia eltűnik; stb.

ii. Keskenysávú FM tetszőleges jellel

Ha a frekvenciolöket a moduláló spektrum felső határfrekvenciájához képest kicsi, a moduláció lineárisnak tűnik: a két oldalsáv alakja megegyezik $\mathfrak{S}(t)$ -ével:

iii. Szélessávú FM véletlenszerű jellel

Elég érdekes eredmény: a spektrális sűrűségnek két oldalsávja van, melyek alakja megegyezik a moduláló jel valószínűségi sűrűségével.

iv. Az elfoglalt sávszélesség

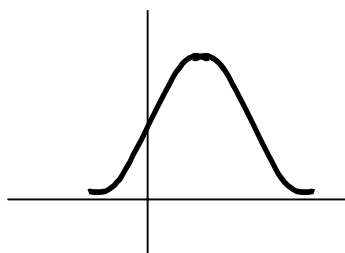
Amint egyebek közt (1.5.23)-ból látjuk, elméletileg a sávszélesség végtelen nagy. A gyakorlatilag elfoglalt sávszélességre elég jó közelítést ad az úgynevezett Carson-formula; eszerint

$$B = 2(\Delta F + f_{\max}) \quad (1.5.24a)$$

Szögmodulált jelek demodulálása

Frekvenciamodulált átvitelnél a modulált jel pillanatnyi frekvenciája arányos a moduláló jellel. Így a demoduláláshoz frekvencia-detektor áramkört kell létrehoznunk, vagyis olyat, melynek kimenő jele a bemenő jel *frekvenciájával* arányos. E követelmény persze azt is magába foglalja, hogy e kimenő jelnek függetlennek kell lenni a bemenő jel amplitúdójától

Frekvenciaváltozást amplitúdóváltozássá konvertáló áramkör megvalósítható félrehangolt rezgőkörrel – lásd az 1.5.2 ábra rezonanciagörbéjét. (A bejelölt abszcissza a vivőfrekvencia. Célszerűen a rezonanciagörbe inflexiós pontja erre illeszkedik.) Az így kapott jelet aztán burkolódetektorral detektálhatjuk.



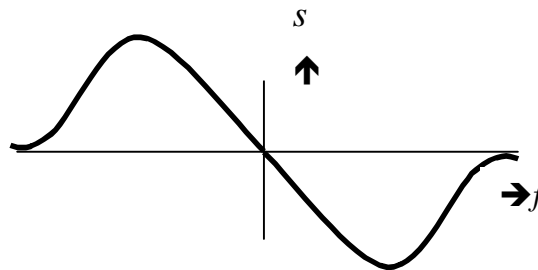
1.5.2. ábra Félrehangolt rezgőkör mint frekvencia-amplitúdó konverter

E frekvencia-amplitúdó konverzió persze nemlineáris torzítást okoz, mely legtöbbször nagyobb mint ami elfogadható. A konverzió linearitása javítható, ha két félrehangolt rezgőkört alkalmazunk és ezek detektált jelét kivonjuk egymásból. Ilyen – úgynevezett frekvencia-diszkriminátor – áramkör karakterisztikája az 1.5.3. ábrán látható.

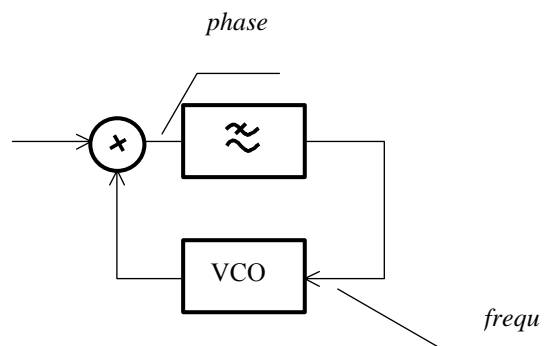
Annak érdekében, hogy a diszkriminátor kimenő jele valóban a frekvenciával legyen arányos, gondoskodni kell arról, hogy a bemenő jel állandó legyen; ez limiterrel érhető el. Így egy teljes FM demodulátor diszkriminátort és azt megelőző limitert tartalmaz.

FM jel ugyancsak detektálható PLL (fázisszabályozott hurok) áramkörrel, 1.5.4 ábra. Ha a PLL egyensúlyi állapotban van, a VCO frekvenciája *pontosan* megegyezik a bejövő jel frekvenciájával. Így ha az utóbbi változik, a VCO vezérlő jelének követnie kell a frekvenciaváltozást – vagyis e jel a detektált frekvenciát szolgáltatja. Továbbá a VCO modulációs karakterisztikája független a bejövő jel amplitúdójától, így a PLL a limiter szerepét is ellátja.

Részletezés nélkül megemlítjük, hogy a PLL analóg fázisdemodulátorként is



1.5.3. ábra Frekvenciadiszkriminátor karakterisztikája



1.5.4 ábra PLL mint analóg frekvencia- és fázisdemodulátor

használható, amit ugyancsak feltüntettünk az ábrán.

FM additív zaj jelenlétében

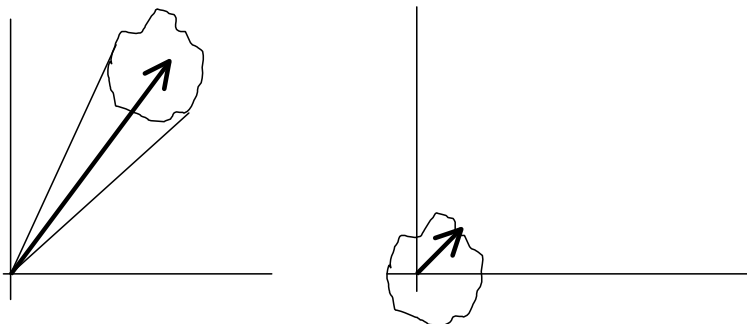
Az eddig figyelembe nem vett zaj természetesen módosítja a demodulált FM jelet – az is zajos lesz. Alább levezetés illetve különösebb indoklás nélkül közöljük a jel/zaj formuláját majd egy fontos jelenségről, a küszöbről ejtünk néhány szót.

Additív fehér zajjal terhelt FM jelet demodulálva a jel/zaj viszony az

$$S/N = \frac{C}{N} \left(\frac{\Delta F}{f_{\max}} \right)^2 \quad (1.5.24.b)$$

formulából számítható, ahol C/N a (rádiófrekvenciás) vevő sávjában mért jel/zaj viszony. (Utóbbihoz vegyük figyelembe, hogy a vevő sávszélességét közelítőleg az (1.5.24.a.) formula határozza meg.) (1.5.24.b)-ből látható, hogy a frekvencialöketet növelve a jel/zaj viszony – első ránézésre tetszőleges mértékben – növelhető, a vett víviófrekvenciás teljesítmény növelése nélkül. Frekvenciamoduláció alkalmazásának ez a fő előnye.

Az (1.5.24.b.) formula érvényességének van azonban két feltétele, melyeket először limiter-diszkriminátoros demodulátorra nézünk meg. Az első az, hogy a burkolódetektor sávszélessége ne legyen nagyobb f_{\max} -nál – viszonylag könnyen teljesíthető feltétel. A másik az, hogy C/N legyen elég nagy, a gyakorlatban 7-10 dB-nél nagyobb. Ha ennél kisebb, a már említett küszöb jelenség lép fel; ekkor a diszkriminátor már nem működik ideális frekvenciadetektorként és a jel/zaj viszony kisebb, mint ami az (1.5.24.b)-ből adódna. E jelenség megértéséhez vegyük figyelembe az 1.5.5 ábrát. Nagy jel/zaj viszonynál a jel+zaj nagy valószínűséggel a jelvektor közelében van (mondjuk azt körbeveszi, mint az ábrán), ennek megfelelően változik annak fázisa (a változás határait az ábra mutatja); a változó fázis deriváltja



1.5.5. ábra. A zajos jel fázisának változása nagy és kis C/N esetén

pedig a (viszonylag kis) frekvenciazaj. Az (1.5.24.b) formulát ennek feltételezésével vezették le. Ha azonban a jel kicsi, a zaj-folyamat egy ugyanolyan realizációja a jel fázisának egy ciklusnyi csúszását eredményezi; ennek deriváltja egy igen nagy impulzus, vagyis a detektált jel a másik esetben nem túl nagy gaussi zaj helyett impulzuszajjal is terhelve lesz, jelentősen lerontva a jel/zaj viszonyt.

Elvileg hasonló jelenség fellép a PLL-es demodulátorban is, azonban nagy különbséggel. A PLL-nek csak az alapsávi jelet kell átvinnie, így sáv szélességének nagyságrendje nem $2\Delta F + f_{\max}$ hanem csak f_{\max} . Cikluscsúszás csak sokkal kisebb jelnél lép fel. Így a PLL mint FM demodulátor az egyik legjobb megoldás a küszöb-szint csökkentésére.

1.5.6. Digitális modulációs eljárások

Míg az analóg jeleket egy-egy meglehetősen tág függvényosztály egy-egy elemeként definiáltuk, *digitális* jelek kezelése – átvitele, tárolása, feldolgozása – során mindig egy *véges-elemszámú* jelkészlet egy-egy eleméről van szó. (Így a modulációs rendszer kiválasztása lényegében e jelalakok definiálását jelenti). A jelkészlet elemeinek száma M és mindegyik elemet az jellemzi, hogy *időtartama véges* (T vagy T_s) ideig tart és *energiája is véges*; egy jelalak energiáját annak négyzetes integráljaként definiálunk.

Így egy digitális jelfolyam alakja a következő:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s_i(t - kT_s); i = 1, 2, \dots, M \quad (1.5.25)$$

ahol az $s_i(t)$ jelalakok lehetnek alapsávi, szinuszos vagy más vivőjű jelek.

A digitális jelek vektoriális ábrázolása

A jelkészlet elemeinek ismeretében definiálhatunk egy D dimenziós vektorteret, melyben minden jelalak egy-egy vektornak felel meg; kimutatható, hogy $D \leq M$. A jel-időfüggvények és a jel vektorok között kölcsönös-egyértelmű kapcsolat van:

$$s_i(t) \Leftrightarrow \mathbf{s}_i; i = 1, 2, \dots, M$$

$$\mathbf{s}_i = (s_{i,1}, s_{i,2}, \dots, s_{i,D}); s_i(t) = \sum_{j=1}^D s_{i,j} \varphi_j(t) \Leftrightarrow s_{i,j} = \int_0^T s_i(t) \varphi_j(t) dt \quad (1.5.26)$$

Itt $\varphi_j(t); j=1, 2, \dots, D$ az ortonormált bázisfüggvények.

Mint kimutatható, a jelvektorok abszolút érték-négyzete megegyezik a jel-időfüggvények energiájával. Ugyancsak kimutatható, hogy egy digitális jelsorozat által elfoglalt frekvenciasáv arányos a jelkészlet dimenzióinak számával.

A jelek vektoriális kezelése igen egyszerűvé teszi a modulációs rendszerek ismertetését, tárgyalását: egy-egy modulációs rendszer egyszerűen geometriai elrendezésként adható meg, vizsgálható. A vektoriális leírás általánosan lehetséges: tetszőleges – alapsávi vagy vivőfrekvenciás, szinuszos vagy másféle vivőjű – M darab véges energiájú időfüggvényhez egyértelműen definiálható egy vektortér, egy jelvektor-készlet. Mint látni fogjuk, igen sok, a gyakorlatban felhasznált modulációs eljárásban az összes jel frekvenciája azonos; ilyenkor ezen általános vektor-felfogás megegyezik a szinuszos jelek szokásos fázor-ábrázolásával.

Anélkül, hogy ebben a szakaszban foglalkoznánk e kérdéssel megemlíthetjük, hogy additív Gauss-zajos csatornán a hibaarány csak a vektorelrendezéstől függ és nem függ a konkrét jelalakoktól; ezen belül is a jel-vektor-végpontok távolságától.

Bináris (kétállapotú) modulációs rendszerek

A gyakorlat digitális jelforrásai kétállapotú jeleket állítanak elő ($M=2$), sőt ezek a jelalakok is igen egyszerűek: NRZ (Non-Return-to-Zero) impulzusok. Így egy digitális jelfolyam egy “alacsony” és egy “magas” feszültségszint váltakozó sorozatából áll; szintváltás csak $t=kT$ időpontokban következhet be. Ilyen jelsorozattal való moduláció esetén indokolt ezt analóg jelnek tekinteni és az előző szakaszban megismert modulációs eljárások egyikét vagy másikat alkalmazni. Így az alábbi modulációkhoz jutunk.

i. Bináris amplitúdómoduláció vagy “amplitúdóbillentyűzés” (Angolul: Amplitude Shift Keying, rövidítve ASK)

A két jelalak:

$$s_1(t) = \sqrt{2}A \cos \omega_c t; s_2(t) = 0; t \in (0, T) \quad (1.5.27)$$

Ez egy egydimenziós ($D=1$) jelkészlet Az egyetlen bázisfüggvény:

$$\varphi(t) = \sqrt{2/T} \cos \omega_c t \quad (1.5.28)$$

Az AM-DSB-NSC moduláció digitális alakját ismerjük fel ebben, melyben $h=1$.

ii. Bináris frekvenciamoduláció vagy "frekvenciabillentyűzés" (Angolul: Frequency Shift Keying, rövidítve FSK)

A két jelalak:

$$\begin{aligned} s_1(t) &= \sqrt{2}A \cos \omega_c t; s_2(t) = \sqrt{2}A \cos(\omega_c + \delta\omega)t; t \in (0, T) & (1.5.29) \\ \varphi_1(t) &= \sqrt{2/T} \cos \omega_c t; \varphi_2(t) = \sqrt{2/T} \cos(\omega_c + 2\pi/T)t; \delta\omega \geq 2\pi/T \end{aligned}$$

Ebben a frekvenciamoduláció digitális változatát ismerjük fel. Mint látjuk, ez kétdimenziós jelkészlet. Amennyiben $\delta\omega=2\pi/T$, a két jelvektor merőleges egymásra; az ilyen jelkészletet ortogonális jelkészletnek nevezik.

iii. Bináris fázismoduláció vagy "fázisbillentyűzés" (Angolul: Phase Shift Keying, PSK)

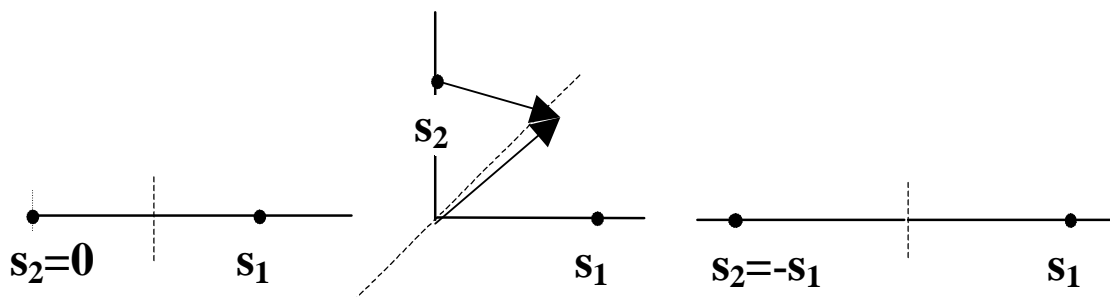
A két jelalak és a bázisfüggvények:

$$\begin{aligned} s_1(t) &= \sqrt{2}A \cos \omega_c t; s_2(t) = \sqrt{2}A \cos(\omega_c t + \Phi); t \in (0, T) & (1.5.30) \\ \varphi_1 &= \sqrt{2/T} \cos \omega_c t; \varphi_2 = \sqrt{2/T} \sin \omega_c t \end{aligned}$$

Általános esetben ez is egy kétdimenziós jelkészlet és a fázismoduláció megfelelője; ha azonban $\Phi=\pi$, $s_1=-s_2$ és $D=1$; ekkor tekinthetjük az AM-DSB-SC digitális megfelelőjének is.

Az olyan jelkészletet, melyben $s_1=-s_2$, antipodális jelkészletnek nevezik; kimutatható, hogy a kétállapotú jelek között ennek a legkisebb a hibaaránya.

Az 1.5.6. ábrán feltüntettük e három modulációs formának megfelelő jelvektor-elrendezést.



1.5.6. ábra. ASK, ortogonális FSK és antipodális PSK jelkészlet; a döntési tartományhatárokat is feltüntettük (a szaggatott vonalak), valamint FSK-nál egy hibás döntést okozó zajvektort (az s_2 -ből kiinduló és a $iel+zai$ vektort).

Digitális jelek demodulálása, döntése és hibavalószínűsége

Digitális jeleket átvivő rendszer feladata nem az, hogy az adott jelalakot minél hűségesebben (minél kisebb torzítással) jelenítse meg, hanem hogy eldöntse: az M lehetséges közül éppen melyik jelalakot adták. E *döntési* művelet végrehajtásához a vevőnek a jelalakokat ismernie kell, azoknak a vevőben tárolva kell lenni. A döntő áramkör azt állapítja meg, hogy a vett (torzítással, zajjal, interferenciával elcsúfított) jel melyik "lehetségeshez" hasonlít a legjobban. Kicsit precízebben: ha a vett jelalak $r(t)$, a hibaarány akkor lesz a legkisebb, ha a annak a javára döntünk, melyre

$$\Pr\{s_i(t)|r(t)\} = \max; i = 1, 2, \dots, M \quad (1.5.31)$$

Azonos a-priori valószínűségek esetén a vett jelhez legközelebbi jelvektor javára kell dönteni – ezt tüntettük fel az 1.5.6. ábrán

Az imént azt mondtuk, hogy a döntéshez szükség van a jelalakok ismeretére a vevőben. A teljeskörű ismeret a jelen esetben magába foglalja azt is, hogy a vevőben a jel fázisát is ismerni kell. Ehhez a fázisra vonatkozó információt a vevőben (a vett jelből) elő kell állítani, miután annak eleve-tárolására nincs lehetőség. Az olyan demodulátort, amely ezt el is végzi *koherens demodulátornak* nevezik. Koherensen demodulált jelek hibaaránya a három ismert modulációs rendszerben.

$$P_{E,PSK} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{N_0}}; P_{E,FSK} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{2N_0}}; P_{E,ASK} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{4N_0}}; \quad (1.5.32)$$

ahol E egy bit energiája (ASK-nál a csúcs-energiája), N_0 a zaj spektrális sűrűsége.

Digitális jelek által elfoglalt frekvenciasáv; kettőnél több állapotú modulációk

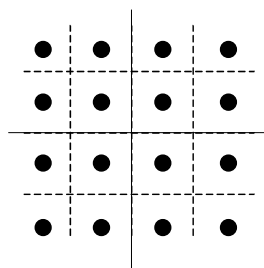
Rádióátvitel esetén az átviteli rendszer legköltségesebb eleme az elfoglalt frekvenciasáv. Elméletileg ez végtelen: mivel az időfüggvények tartója véges, Fourier-transzformáltjuk tartója szükségképpen végtelen. *Gyakorlatilag* elfoglalt frekvenciasávnak azt tekinthetjük, ahol a jel energiájának nagy része – 90%-a, 95%-a – elhelyezkedik. E gyakorlatilag elfoglalt sáv (Hz-ben) – pontosabban egy dimenzió által elfoglalt frekvenciasáv – a jelidő reciprokanak nagyságrendjébe esik. Így pl. egy 155 Mbit/sec sebességű STM-1 jelfolyam 155 MHz-et foglal el; csökkentése feltétlenül kívánatos, ami a jel-idő növelését teszi szükségessé. Adott sebességű

forrás jel-idejének növelésére egyetlen mód van: ha a biteket nem egyenként visszük át, hanem több – n db – bitet összefogunk egy szimbolummá. Akkor egy-egy szimbolum időtartama nT lesz és így (amennyiben a dimenziók számát nem növeljük) az elfoglalt frekvenciasáv n -ed részére csökken. Azonban, míg 1 bitnek 2 lehetséges állapota van, n bitnek $M=2^n$ állapota, ezek átvitele M állapotú modulációt igényel.

Ha az 1 vagy 2 dimenziós (jel)térben nem 2 hanem M pontot – vektort – kell elhelyeznünk, ezek sokkal közelebb kerülnek egymáshoz; így már kisebb zaj is hibás döntést eredményez, megnő a hibavalószínűség. Vagy, ennek elkerülésére, meg kell növelnünk a jelek energiáját, hogy a vektorvégpontok távolabb kerüljenek egymástól. Így mondhatjuk: digitális átvitelben az elfoglalt frekvenciasáv (tetszőlegesen) csökkenthető, a szükséges energia növelése árán.

Kimutatható, hogy az M-PSK a legjobb modulációs rendszer, ha az állapotok száma nem nagyobb 6-nál. Ennél nagyobb állapotszám esetén a fázis és az amplitúdó változtatása jobb eredményt (kisebb hibaarányt) ér el. Gyakran használatos az optimaálshoz közel álló kvadratúra amplitúdó moduláció, QAM. Pl. 16QAM vektorelrendezését mutatja az 1.5.7. ábra. MQAM hibaaránya gaussi csatornán

$$P_E = 2\left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}}\right) \operatorname{erfc} \frac{\sqrt{E_{peak}}}{\sqrt{2N_0}(\sqrt{M} - 1)} \quad (1.5.33)$$



1.5.7. ábra 16QAM jelképezlet; a szaggatott vonalak itt is a döntési tartományok határát jelölik

Folytonos fázisú modulációk

E modulációs rendszerek három előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, ami egyre növekvő elterjedésükhöz vezetett:

- takarékosan bánnak az elfoglalt frekvenciasávval; (emiat más szokásos gyűjtőnévük: frekvencia-takarékos modulációs rendszerek);
- kódolási nyereséget biztosíthatnak;
- szemben más (pl. QAM) frekvencia-takarékos modulációval, meglehetősen érzéketlenek nemlineáris torzításokkal szemben.

Az alábbiakban röviden áttekintjük e tulajdonságokat.

Kimutatható, hogy egy folytonos függvénynek, melynek első $q-1$ deriváltja is folytonos, de q -adik deriváltja szakadásos, Fourier-transzformáltja $1/\omega^{q+1}$ szerint csökken; továbbá véletlenszerű bitfolyam spektrális sűrűségfüggvénye arányos az elemi jel Fourier-transzformáltjának négyzetével. (Például egy digitális jelfolyam melynek amplitúdója állandó és fázisa folytonos, spektrális sűrűsége legalább ω^{-4} szerint csökken.) Így ha a q kitevő elég nagy, szűrő nélkül is elérhetjük, hogy a szomszédos csatorna sávjába átnyúló zavaró spektrum-rész elfogadhatóan kicsi lesz. Keskenysávú átvitelben ez különösen fontos.

Továbbá a fázis folytonossága, memóriát és bizonyos fajta redundanciát visz az ilyen átvitelbe. E redundancia hibajavító dekódolást tesz lehetővé.

Végül emlékeztetünk arra, hogy nemlineáris torzítás akkor lép fel, ha nemlineáris karakterisztikájú eszközön olyan jel halad át, melynek burkolója nem állandó. A nemlineáris torzítás következménye lehet a hibaarány megnövekedése valamint a spektrum kiterjedése. A most tárgyalt rendszerekben

- az információt a fázis hordozza;
- az amplitúdó (a burkoló) állandó és a fázis folytonos.

Ilyenmódon a nemlineáris karakterisztika nem okoz torzítást, így hibaarány-növekedést sem (ugyanis a *fázis-függvény* csak *AM-PM konverzió* következtében torzulna el; állandó amplitúdójú jelen ilyesmi nem lép fel – nincs AM).

Kódolt modulációs rendszerek

Modulált átviteli rendszerben kézenfekvőnek tűnik (legalább is most, hogy már kitalálták) redundáns átvendő szimbolumok helyett az elfoglalt frekvenciasáv csökkentése érdekében, redundáns állapotok beiktatása. Így például 2/3 arányú kódolás esetén lehetségesnek tűnő megoldás a következő: 4-állapotú modulációból kiindulva (a gyakorlatban QPSK) minden 2-bites adat-szimbolumot egy 3-bites kódszimbolummá kódolunk; ezt átvihetjük 8PSK - modulációval amivel

célkitűzésünket elvileg megoldottuk. A gyakorlatban e megoldás nem nagyon előnyös: 8PSK átvitel kb. 4 dB-lel nagyobb teljesítményt igényel mint a QPSK, mivel kisebb a vektorok távolsága. A fentebb vázolt eljárásban ezért olyan nagy kódolási nyereségre volna szükség, mely nemcsak kompenzálja e hátrányt hanem még ezen felül is számottevő eredő nyereséget okoz.

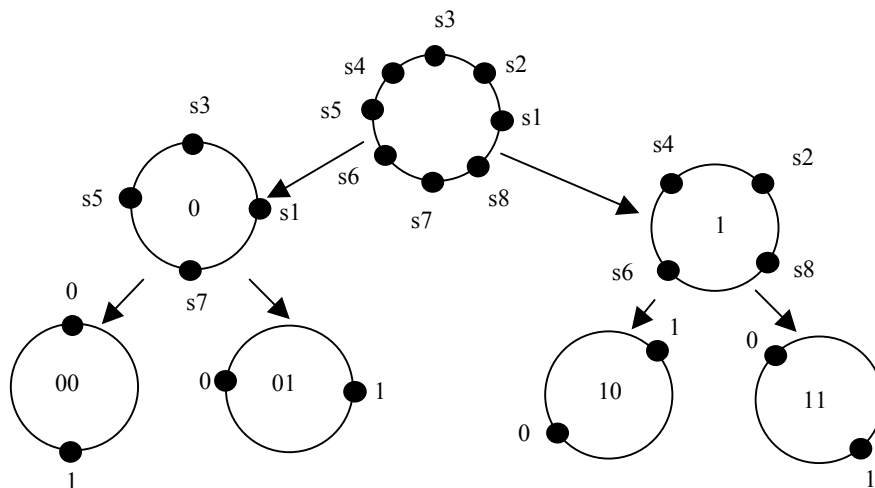
A probléma egy igen hatékony megoldása az Ungerböck által bevezetett jelkészlet-felosztás. Az 1.5.8. ábrán 8 állapotú PSK jelkészlet felosztása látható 4 db PSK-ra. A rész-jelkészletek illetve a jelvektorok melletti bináris számok azt mutatják, hogy milyen módon képeződnek le a (három bites) kódvektorok a nyolcállapotú jeltér egyes pontjaiba. Az ábrán látható, hogy a részjelkészletek vektorainak távolsága lényegesen nagyobb, mint a teljes - 8PSK - jeltér jeleié.

A 8PSK úgynevezett trellis-kódolt modulációs rendszer (TCM, Trellis-Coded-Modulation) működése ezek alapján úgy képzelhető el, hogy a bit-hármas első két bitje azt mutatja meg, hogy melyik antipodális rész-jelkészletről van szó, a harmadik pedig azt, hogy ennek melyik bitjéről. Továbbá, a BPSK rész-jelek távolsága a gyakorlatban eléggé nagy. A többi bit távolságának növelésére pedig megfelelően nagy kényszer-hosszú konvolúciós kódolást alkalmaznak; a 8PSK példában ennek kódaránya 1/2.

A fenti példa megfelel az általánosan alkalmazott eljárásnak, a következők szerint:

- a rendelkezésre álló frekvenciasáv ismeretében meghatározhatjuk n -et, a (kódolatlan) szimbolumok bitjeinek számát;
- $k = n-1$ biten $k/(k+1)$ arányú konvolúciós kódolást hajtunk végre;
- a kódolatlanul hagyott (mondjuk utolsó) bittel együtt létrejött $m=n+1$ bites kódszavakat megfelelően leképezzük a 2-dimenziós, 2^{n+1} állapotú jeltérre;
- a legutóbbi lépés hatékony végrehajtása érdekében kiválasztjuk az adott jeltérbeli elrendezés legnagyobb minimális távolságú kétállapotú rész jelkészleteket.

Ha az eredő állapotszám 8-nál nagyobb, PSK helyett QAM-et alkalmazunk.



1.5.8. ábra 8PSK jelkészlet felosztása négy antipodális jelkészletre.

1.5.7. Moduláció az optikai tartományban

Az optikai frekvenciatartomány jelentősen eltér az elektromosnak nevezhető tartománytól. Az átviteli közeg sáv szélessége sok nagyságrenddel nagyobb, mint a rádiófrekvenciáké. Csaknem kizárólag vezetékes összeköttetéseket alkalmaznak, így a különböző felhasználók nem interferálnak egymással, nem zavarják egymást. Elsősorban e két ok következtében gyakorlatilag mindig megelégszenek kétállapotú átvittel.

Az optikai sáv egy további tulajdonsága plauzibilissé és így csaknem kizárólagossá tesz egy speciális, az elektromos tartományban nem alkalmazott modulációt, az *intenzitásmodulációt*. A fény intenzitása a teljesítmény vagy a teljesítménysűrűség szinonimája; így az elektromos moduláló jellel – feszültséggel, gyakrabban árammal – a fény *teljesítménye* arányos. Ezt az összerendelést az indokolja, hogy az elektromos áram áll elemi részecskékből, elektronokból, míg az optikai sávban a teljesítmény, fotonokból. Minden modulátorban, demodulátorban az elektronok száma és a fotonok száma arányos egymással; ebből következik az elektromos áram és az optikai teljesítmény közötti arányosság.

Az utóbbi ténynek van egy koncepcionális következménye, mely azonban nem jár különösebb gyakorlati következménnyel. Nevezetesen, miután az optikai *teljesítmény* az, ami az információt hordozza, az átvitel eleve nemlineáris: az

elektromos *jellel* (az adott esetben árammal) az optikai teljesítmény arányos, így az *optikai jel* (vagyis a térerősség) az elektromos jel *négyzetgyökével*. Ennek az ideális négyzetgyökvonásnak azután valóan nincs gyakorlati következménye: az optikai jel elektromossá konvertálása ugyancsak ideális *négyzetreemelés* egyenértékű. Jelentősége csak optikailag is szélessávú jeleknél lehetne, ilyen azonban még ma is csak a komolytalan futurológia körébe tartozik.

Az intenzitásmoduláció sajátosságai igen hasonlatosak az AM-DSB-NSC rendszerhez: a jel – ebben az esetben az optikai teljesítmény – persze csak pozitív lehet; a modulált fény egy modulálatlan intenzitáshoz adódik, és a modulációs index határozottan kisebb 1-nél.

Noha csaknem kizárólagos az intenzitásmoduláció alkalmazása, kidolgoztak olyan optikai modulációs eljárásokat is, melyek analógak az elektromos modulációkkal: PSK, FSK; meg egy olyat is, melynek elektromos megfelelője nem használatos, a polarizáció-modulációt (PoISK). Ezek az intenzitásmodulációnál lényegesen bonyolultabbak másfelől nagyobb kapacitást biztosítanak az optikai csatornának. A mai technika még nem igényli alkalmazásukat

Irodalomjegyzék

[1.5.1] J. Proakis: Digital Communications, McGraw-Hill, 1998

[1.5.2] H.L. Van Trees: Detection, Estimation and Modulation Theory I-II, Wiley

[1.5.3] D. Ventre: Communications Analogiques, Ellipses

[1.5.4] Frigyes I.: Hírközlő rendszerek, Műegyetemi Kiadó, 1998

1.6. Hullámtan

Szerző: dr. Nagy Lajos

Lektor: dr. Veszely Gyula

1.6.1. A rádióspektrum

Az elektromágneses hullámok eddig megismert frekvenciatartománya közel zérustól mintegy 10^{23} Hz-ig terjed. Ebben az igen széles tartományban helyezkednek el többek között a rádióhullámok és a fény is.

A rádióspektrum az elektromágneses spektrumnak az a része, amely mesterséges úton viszonylag jó hatásfokkal előállítható, kisugározható és felfogható, és ezáltal különféle rádiószolgálatok számára felhasználható.

Jelenlegi ismereteink szerint ez a tartomány 9 kHz és mintegy 3000 GHz között helyezkedik el. A rádióhullámokra az jellemző, hogy mesterséges vezetés nélkül terjednek.

1.6.2. Terjedési módok

A földfelszíni műhold-műhold és föld-műhold rádióösszeköttetések alapvető terjedési módja az adó-, és vevőantenna között közel szabad térben terjedő hullám. Ezen terjedési mód főleg a mikrohullámú frekvenciasávra jellemző.

Alacsony antennamagasság és kis irányítottságú antennák esetén a direkt hullám mellett megjelenik a - főképp - talajról reflektálódott hullám, így alakul ki a kétutas terjedési mód.

Alacsony frekvenciákon jó vezetőképességű talaj mellett alakulnak ki a föld görbületét követő felületi hullámok.

Az ionoszféra ionizáltságától és a frekvenciától függően különböző mértékben téríti el a rádióhullámokat az egyenes vonalú terjedéstől, az ilymódon a földre visszahajlított hullámok az ionoszférikus terjedési mód hordozói.

A földi légkör troposzférikus rétegének magassággal gyorsan változó törésmutatójának következtében fellépő hullámszóródással valósul meg a troposzférikus szórású terjedési mód.

1.6.3. A frekvenciasávok terjedési módjai és rendszerjellemzői

Az ELF (3 kHz alatt) és VLF (3-30 kHz) sávokban az ionoszféra a tápvonal módusú terjedés felső, a föld felszíne pedig a tápvonal módusú terjedés alsó határa. Nehéz irányított ill. jó hatásfokú adóantennákat készíteni.

Az ELF sáv rendszerjellemzői az alacsony információs sebesség, tipikus szolgálatok a rövid távolságú - víz alatti, búvárok között és a nagy távolságú - tengeralattjárók közötti kommunikáció. Az elérhető adatsebesség 1 bit/s körül van.

A VLF sáv tipikus szolgálatai a világméretű táviróösszeköttetés a hajókkal, nagy távolságú állandóhelyű összeköttetések, navigációs célok (Omega), viharjelző szolgálatok, idő etalonok.

Az LF (30-300 kHz) és MF (300-3000 kHz) sávokban 100 kHz-ig még továbbra is csak a föld görbületét követő felületi hullámok jellemzőek, főlötte megjelennek a térhullámok is. Az LF sáv tipikus szolgálatai a nagy távolságú összeköttetés hajókkal, nagy távolságú állandóhelyű összeköttetések, műsorszórás, rádió navigáció.

Az MF sávon több elemű, irányított antennák, L, T elemek a jó hatásfokú adóantennák, vevőantennaként főleg ferritantennákat alkalmaznak. Az MF sáv tipikus szolgálatai a műsorszórás, rádió navigáció, néhány földi, tengeri és légi mozgó szolgálat, néhány állandóhelyű szolgálat,

A HF (3-30 MHz) sávban a térhullámok csak az ugrástávolság után jelentkeznek, a felületi hullámok kisebb távolságon, főleg tengervíz felett jellemzőek.

A sáv jellemzően alkalmazott antennái a log-periódikus antennák (horizontális vagy vertikális), vertikális ostorantenna, horizontális dipólrendszer.

Tipikus szolgálatok: állandóhelyű pont-pont összeköttetések, földi (az ugrástávolságnál nagyobb távolságra), tengeri, légi mozgó szolgálat, nagy távolságú műsorszórás,

A VHF (30-300 MHz) UHF (300-3000 MHz) sávokban az atmoszféra hatása a VHF sávon refrakció és reflexió a törésmutató index irregularitásokon, szporadikus E reflexió, ionoszférikus szórás, Faraday forgatás és ionoszférikus szcintilláció a föld-műhold rádiósszakaszon. A terep hatása reflexió nagyobb hegyekről, diffrakció a völgyekbe. A felületi reflexió többutas terjedést okoz látóhatáron belüli összeköttetéseknel. Az összeköttetések jellemző antennái a több elemes Yagi antennák, helixek.

A VHF sáv tipikus szolgálatai a hang és kép műsorszórás; földi, légi és tengeri mozgó szolgálatok, mobil telefonok és vezeték nélküli telefonok, rádiónavigációs nyalábok.

Az UHF sávban az atmoszféra hatása refrakció, továbbá reflexió az alacsonyabb frekvenciákon, és duct a magasabb frekvenciákon.

A törésmutató index fluktuáció miatt horizonton túli szórás lép fel 500 MHz felett.

A terep hatására legjellemzőbb a hegyek, épületek által okozott árnyékolás.

A jellemző antennatípusok alacsonyabb frekvenciákon a Yagi antennák, magasabb frekvenciákon a paraboloid reflektor antennák.

Az UHF sáv tipikus szolgálatai a TV műsorszórás, légi navigáció, leszállító rendszer, rádiólokáció, mobil szolgálatok, cellás rádiótelefon rendszerek.

Az SHF (centiméteres hullámok, 3-30 GHz) tartományában az előző sávokhoz képest a csapadék már számításba veendő, változó csillapítást okoz. Nagy nyereségű, forgásparaboloid és tölcserantennákat alkalmaznak. A tipikus rendszerek a fix telepítésű földi pont-pont, pont-multipont, műholdas mobil hírközlési alkalmazások és rádiólokáció.

Az EHF (30-300 GHz, milliméteres hullámok) és (300-3000 GHz, szubmilliméteres hullámok) sávokban a csapadék csillapítása mellett az atmoszférikus gázok csillapítása is jelentős. Nagynyereségű antennaként az EHF sávon paraboloid reflektor, a szubmilliméteres sávon lencseantennákat alkalmaznak. A sávokban megvalósítható rendszerek kis távolságú látóhatáron belüli összeköttetések és távérzékelés.

1.6.4. Elektromágneses hullámok

A rádiózásnál alkalmazott terjedési módokat a terjedés fizikai elve szerint két csoportra oszthatjuk, ezek a térhullámú és a felületi hullámú terjedési módok.

A térhullámú terjedési módra jellemző, hogy az elektromágneses hullámok a Föld felületétől elszakadva, az elektromos és mágneses térerősség vektorszorzataként kifejezhető Poynting vektor irányába terjednek. A forrásoktól távol ezen hullámok síkhullámok, melyeket a forrásmentes térre felírt Maxwell egyenletek megoldásaként kapunk.

Síkhullámú terjedés

Az I és II Maxwell-egyenletek szinuszos időfüggésre, árammentes térre, levegőben (ϵ_0, μ_0):

$$\operatorname{rot}\mathbf{H} = j\omega\epsilon_0\mathbf{E} \quad (1.6.1)$$

$$\operatorname{rot}\mathbf{E} = -j\omega\mu_0\mathbf{H} \quad (1.6.2)$$

Néhány átalakítást elvégezve kapjuk a mágneses térerősségre az alábbi homogén Helmholtz-egyenletet:

$$\frac{\partial^2 H_{x,y,z}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H_{x,y,z}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H_{x,y,z}}{\partial z^2} + \omega^2 \epsilon_0 \mu_0 H_{x,y,z} = 0 \quad (1.6.3)$$

A (1.6.3) egyenletet elégítsük ki az alábbi megoldással:

$$H_x = H_z = 0 \quad (1.6.4)$$

$$H_y = H_y^0 \cdot e^{-j\beta z} \quad (1.6.5)$$

A (1.6.5) kifejezést helyettesítsük a (1.6.3) egyenletbe, melyből megállapíthatjuk, hogy az teljesül, ha:

$$\beta^2 = \omega^2 \epsilon_0 \mu_0 \quad (1.6.6)$$

Az I Maxwell egyenletből pedig az elektromos térerősséget fejezzük ki:

$$\mathbf{E} = \frac{1}{j\omega\epsilon_0} \operatorname{rot}\mathbf{H} = \frac{-1}{j\omega\epsilon_0} \mathbf{e}_x \frac{\partial}{\partial z} H_y = \frac{-\mathbf{e}_x}{j\omega\epsilon_0} H_y^0 (-j\beta) e^{-j\beta z} = E_x \mathbf{e}_x \quad (1.6.7)$$

Az elektromos és mágneses térerősségek kifejezéséből látszik, hogy azok egymásra merőlegesek, azonos fázisúak és hányadosuk

$$\frac{E_x}{H_y} = \frac{\beta}{\omega\epsilon_0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi \quad (1.6.8)$$

ami a szabad tér hullámimpedanciája.

A polarizáció

A térhullám polarizációját síkhullámokra értelmezzük és a térerősségvektor által a terjedési irányra merőleges síkban leírt alakot értjük. Az előzőekben megmutattuk, hogy a szabad térben terjedő elektromágneses hullámok elektromos és mágneses térerőssége között állandó kapcsolat van, így a polarizációt az elektromos térerősségvektor által leírt görbével egyértelműen jellemezhetjük.

Általános esetben a síkhullám polarizációja elliptikus, melynek speciális eseteként adódik a körös ill. lineáris polarizáció. A térerősségvektor forgásának iránya a hullámok terjedési irányából megfigyelve óramutató járása szerinti, vagy azzal ellentétes lehet, ekkor beszélünk jobbforgású (clockwise – CW) ill. balforgású (counterclockwise – CCW) polarizációról.

Reflexió

A reflexiót homogén, végtelen kiterjedésű, síkkal határolt térrészek határfelületén értelmezzük. A reflektált hullám amplitudóját, fázisát és polarizációját a térrészek anyaga és felületük egyenetlensége határozza meg. Ha a felszín sík és tökéletesen síma, akkor spekuláris reflexió alakul ki. Ha a beeső hullám síkhullám, akkor a visszavert hullám is az lesz és az energia egyetlen diszkrét irányba terjed. Ez az ideális eset elméletileg jól leírható, ha a veszteségmentes dielektrikumra vonatkozó Snell-Descartes törvényt a komplex ε és komplex μ bevezetésével veszteséges dielektrikumokra általánosítjuk.

A továbbiakban a reflexió tényezőit vizsgáljuk meg két térrészre az alábbi két polarizációra. (1.6.1. ábra)

A reflexió tényezőt mint a reflektált és beeső hullám elektromos térerőssége amplitudóaránya definiáljuk.

$$\Gamma = \frac{E_r}{E_i} \quad (1.6.9)$$

A reflexió tényező horizontális polarizációra

$$\Gamma_h = \frac{\sin \vartheta - \sqrt{\varepsilon^* - \cos^2 \vartheta}}{\sin \vartheta + \sqrt{\varepsilon^* - \cos^2 \vartheta}} \quad (1.6.10)$$

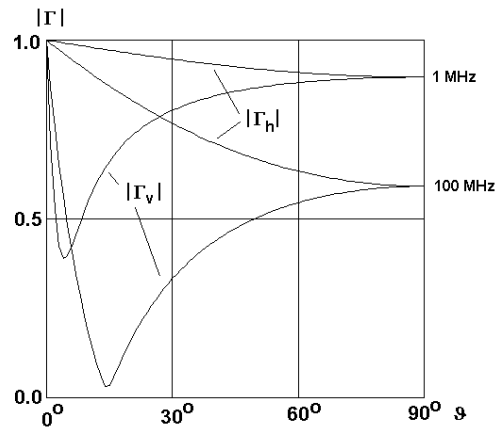
A reflexió tényező vertikális polarizációra

$$\Gamma_v = \frac{\varepsilon^* \sin \vartheta - \sqrt{\varepsilon^* - \cos^2 \vartheta}}{\varepsilon^* \sin \vartheta + \sqrt{\varepsilon^* - \cos^2 \vartheta}} \quad (1.6.11)$$

ahol

$$\varepsilon^* = \varepsilon' + \frac{\sigma}{j\omega \varepsilon_0} = \varepsilon' - j 60\lambda \sigma = \varepsilon' - j \varepsilon'' \text{ a komplex dielektromos állandó.}$$

A rádióhullámok terjedésének vizsgálatakor a talajreflexió vizsgálata a legfontosabb reflexió feladat. Ábrázoljuk a talajreflexió abszolút értékét két frekvenciára ϑ_B beesési szögnél vertikális polarizációra a $|\Gamma|$ minimumot ér el.



1.6.2. ábra. A talajreflexió tényező abszolút értéke

Ha $\sigma=0$, akkor $\operatorname{tg} \vartheta_B = 1/\sqrt{\varepsilon'}$. Ennél a szögnél $\Gamma_v = 0$ és ϑ_B a Brewster szög, ha $\sigma \neq 0$ akkor $\operatorname{tg} \vartheta_B \cong 1/\sqrt{\varepsilon'}$ és ϑ_B a pszeudo Brewster szög.

Diffrakció

A hullámokat a szabad terjedésben a talajon kívül tereptárgyak is akadályozhatják.

Az akadály modellezése késél, parabolikus henger vagy dielektromos ékkel történik. A gyakorlatban elterjedten a késél diffrakciós modellt alkalmazzák.

A Huygens elv értelmében a terjedő hullám frontja új hullámforrásként viselkedik és így az elektromágneses hullámok ezen új forrásokból származó hullámok szuperpozíciójaként állítható elő.

Fresnel geometriai diffrakcióelmélete értelmében a 1.6.3. ábrán látható geometriára a vételi térerősség a következő Fresnel integrállal írható fel.

$$\frac{E}{E_o} = \frac{1}{1-j} \int_{v_o}^{\infty} \exp(-j\frac{\pi}{2}v^2)dv \quad (1.6.12)$$

ahol az 1. Fresnel zóna sugara r_1 és az akadály relatív benyúlása v_o :

$$r_1 = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \rightarrow v_o = \sqrt{2} \frac{h}{r_1} = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} \quad (1.6.13)$$

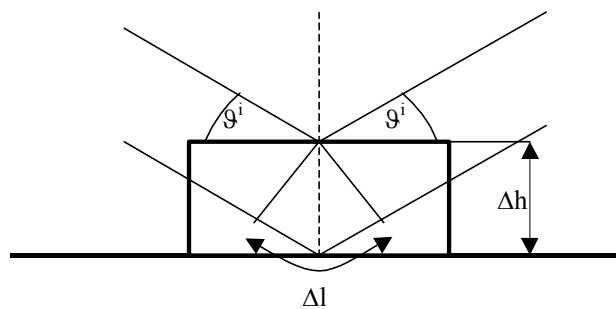
A késélként modellezett diffrakciós csúcs által okozott többletsillapítás (szabadtéri térerősséghez képest) a késél v_o relatív magasságának függvényében a 1.6.4. ábrán látható. A v_o paraméter a késélnek a Fresnel ellipszisekbe való relatív benyúlását adja meg, mely pozitív, ha a késél a látóvonal fölé nyúlik, negatív, ha a késél a látóvonal alatt helyezkedik el.

Szóródás

A szóródást lényegében egyenetlen felületen történő rendezetlen reflexiók együtteseként kezelhetjük. A vizsgálataink főleg a felületi egyenetlenség

jellemzésével foglalkoznak és a Rayleigh kritériumot alkalmazzuk a felület síma ill. egyenetlen voltának eldöntésére. Ha a felület egyes pontjaiból reflexióval származó hullámösszetevők közötti maximális fáziseltérés $\pi/2$ -nél kisebb, akkor a felület síknak tekinthető, ellenkező esetben egyenetlen. A fáziseltérésből az úthosszkülönbségekre $\lambda/4$ adódik.

A talajegyenetlenségből következő hullámösszetevők úthosszkülönbsége az 1.6.5. ábrából $\Delta l = 2 \cdot \Delta h \cdot \sin \vartheta^i$, így a Rayleigh kritériumból következő maximális megengedett talajegyenetlenség $\Delta h = \lambda / (8 \sin \vartheta^i)$.



1.6.5 ábra Talajegyenetlenség modellje

Egyenetlen felületekre a felület magassági eloszlását Gauss eloszlásként modellezzük, a szórási veszteség ρ_s megadható

$$\rho_s = \exp \left[-8 \left(\frac{\pi \sigma_s \sin \vartheta^i}{\lambda} \right)^2 \right] \quad (1.6.14)$$

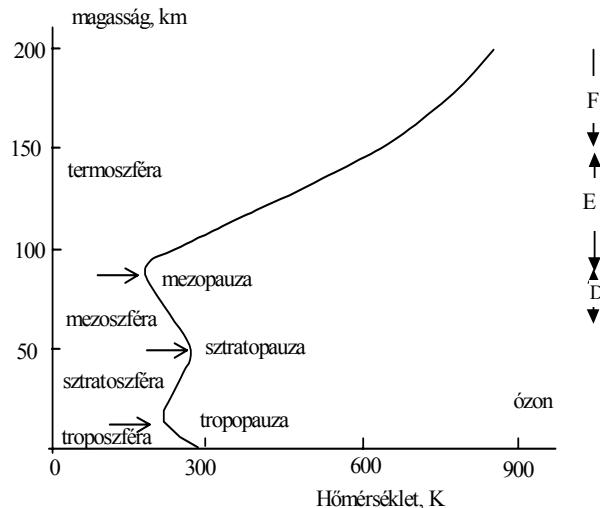
ahol σ_s a felület magasságának szórása. Így az egyenetlen felületről történő szórás reflexiók tényezője

$$\Gamma_{\text{egyenetlen}} = \rho_s \cdot \Gamma_{\text{sík}} \quad (1.6.15)$$

1.6.5. A földi atmoszféra hatása

Az antenna által létrehozott teljesítménysűrűség két különböző fizikai hatás következtében csökken a hullám atmoszférában történő terjedése közben:

- az antenna által a térbe kisugárzott hullám divergál
- a terjedést biztosító közeg elnyeli vagy szétszórja a hullámokat, melynek eredete



- -az atmoszférikus gázok molekuláris abszorpciója;
- -az atmoszférában lévő folyadék vagy szilárd részecskék által okozott abszorpció vagy szóródás (esőcseppek, hó, jég részecskék).

Ezek a hatások néhány GHz feletti frekvencián kezdenek jelentkezni és hatásuk nagyon gyorsan növekszik a növekvő frekvenciával. Az előzőeken túl az atmoszférában lebegő részecskék az atmoszférán keresztülhaladó hullám polarizációjának megváltozását is okozhatják.

A légköri abszorpció

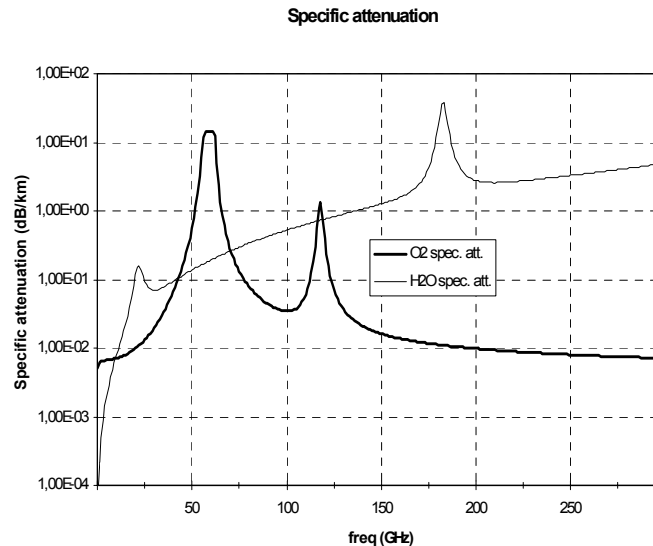
Mivel a nitrogénnek nincsen elnyelési sávja a rádiófrekvenciás tartományban, ezért a molekuláris abszorpciót főképpen az oxigén és vízgőz molekulák elnyelő hatása okozza.

A 350 GHz alatti frekvenciákon az *oxigénnek* egy izolált elnyelési frekvenciavonala van 118,74 GHz-en és nagyon sok egymáshoz közeli elnyelési vonala 50 és 70 GHz között. Az atmoszféra alsó részében ezek a vonalak folytonos sávvá szélesednek.

A 350 GHz alatti frekvenciatartományon a *vízgőznek* három elnyelési vonala van, 22,3 GHz, 183,3 GHz és 323,8 GHz-en. Magasabb frekvencián, a szubmilliméteres és infravörös sávban további intenzív elnyelési vonal jelentkezik.

A vízgőz alacsony koncentrációja mellett a vízgőz csillapítása a koncentrációjával arányosnak tekinthető.

A 1.6.7. ábrán a fajlagos csillapítást mutatjuk be. A vízgőz koncentráció egyenlő 7.5 g/m^3 -rel, mely megfelel 1% vízgőz molekula és 99% száraz levegő molekula keverékének. Ezen érték egy átlagos, talajszint magasságában, 50% relatív páratartalmat jelent 16.5°C levegő hőmérséklet mellett, vagy 75% relatív páratartalmat 10°C levegő hőmérséklet mellett.



1.6.7. ábra. Az atmoszférikus gázok által okozott csillapítás

A csapadék csillapítása

Általában az eső által okozott csillapítás az elsődlegesen vizsgált jelenség. A gyakorlatban rendszerint az esőintenzitás R (csapadék milliméterben óránként) mérhető egyszerűen. A csendes szemerkélő eső megfelel $R=0.25 \text{ mm/óra}$ intenzitásnak, könnyű zápor megfelel 1 mm/óra , közepes eső 4 mm/óra , erős zápor 16 mm/óra , és felhőszakadás több cm/óra esőintenzitásnak. A cseppméret eloszlás az esőintenzitás függvénye, nagyobb esőcseppekkel a nagyobb esőintenzitásokkor. Marshal és Palmer a következő empirikus formulát állapította meg:

$$N(a) = N_0 e^{-\Lambda a} \quad (1.6.16)$$

ahol $N_0 = 1.6 \times 10^4 \text{ mm}^{-1}/\text{m}^3$ és $\Lambda = 8.2R^{-0.21} \text{ mm}^{-1}$, a a cseppek sugara mm-ben.

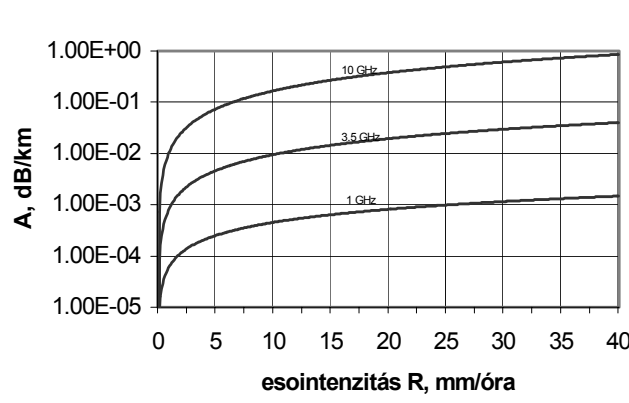
Ezt a modellt használják a legtöbb elméleti esőcsillapítás számításnál. A kifejezés jó egyezést mutat a Laws és Parsons által mért eloszlásokkal.

A rádióösszeköttetések méretezéséhez egyszerű csillapításképletek a kedveltek, melyek az esőintenzitás, frekvencia és hőmérséklet függvényében megadják a fajlagos csillapítást. Ilyen a mérésekkel jól egyező kifejezés a következő:

$$A = cR^b \quad [dB/km] \quad (1.6.17)$$

ahol c és b frekvenciától és az eső hőmérsékletétől függő konstansok. A hőmérséklettől való csillapításfüggés a víz dielektromos állandójának hőmérsékletfüggésével magyarázható.

Az (1.6.17) kifejezés felhasználásával az 1.6.8. ábrán néhány fajlagos csillapítás eredményt mutatunk be 1, 3.5 és 10 GHz-re az esőintenzitás függvényében.



1.6.8. ábra. Fajlagos esőcsillapítás 1, 3.5 és 10 GHz-en az esőintenzitás függvényében

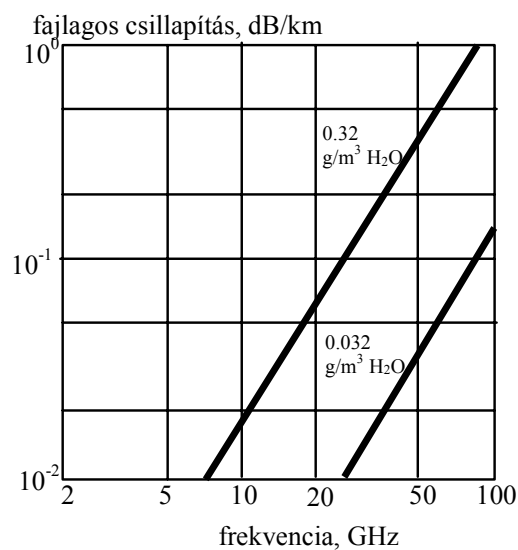
Az eső további hatása a kettős polarizációval működő rádiórendszereknél jelentkezik, ez a *rádióhullámok depolarizációja*. A jelenség lényegében a névleges polarizációból az ortogonális polarizációba történő energia transzformáció.

A radarelmélet szerint az esőcseppek bisztatikus szórást is okoznak. Ez a hatás a térosztásos multiplex rendszereknél jelentkezik, ahol szomszédos csatornás interferenciát okozhat, ha az egyik nyalábból szórt jel a másik szektorban elhelyezkedő vevőantennára jut.

Mikrohullámú és milliméter hullámú sávban a *köd által okozott csillapítás* hasonló törvényszerűségekkel és egyenletekkel írható le, mint az eső által okozott csillapítás. A lényeges különbség az, hogy a köd jóval kisebb részecskékből tevődik össze, ezen részecskék mérettartománya 0.01 to 0.05 mm sugarat jelent. 300 GHz

alatti frekvenciákon a köd által okozott csillapítás a vízgőztartalom függvényében lényegében lineárisnak tekinthető egy adott frekvencián. A vízgőz tartalom felső határa 1 g/m^3 körülire tehető, a legtöbb természetben előforduló köd vízgőztartalma ennél lényegesen kisebb. 0.032 g/m^3 vízgőztartalom megfelel a 600 m látótávolsággal jellemezhető ködnek, 0.32 g/m^3 vízgőztartalom pedig körülbelül 120 m látótávolságúnak.

A köd által okozott fajlagos csillapítást a frekvencia függvényében a 1.6.9. ábrán mutatjuk be az előző két vízgőztartalomra.



1.6.9. ábra. A köd csillapítása a frekvencia függvényében két koncentrációra

300 GHz frekvencián a nagy sűrűségű köd csillapítása is legfeljebb 1 dB/km, emiatt a rádióösszeköttetések tervezésekor az esőcsillapítás kompenzálására beállított csillapítás tartalék a köd csillapítást mindig ellensúlyozza.

A mikrohullámú frekvenciákon a száraz hó csillapítása legalább egy nagyságrenddel kisebb, mint az eső csillapítása azonos csapadék intenzitás esetére. A nedves hó csillapítása ezzel szemben összemérhető az eső csillapításával, a milliméteres hullámsávon azt meg is haladhatja. Egyes mérések szerint száraz hóra is 0.96 mm-en az esőénél nagyobb csillapítást kapunk azonos csapadék intenzitás esetén.

A légkör törésmutatója-refrakció

Az előző fejezetekben feltételezett egyenes vonalú hullámterjedés csak speciális esetekben valósul meg, így például a műholdak közötti összeköttetéseknel. Minden más rádióösszeköttetésnél az elektromágneses hullámok az atmoszférán haladnak keresztül. A rádióhullámok refrakciója szempontjából az atmoszféra legalsó - a Földfelszínhez legközelebbi rétegének - a troposzférának van szerepe, mert a légköri gázoknak itt még akkora a koncentrációja, hogy a rádióhullámokat jelentősen eltérítik az egyenes vonaltól.

Az egyenes vonalú terjedéstől való eltérést a troposzféra törésmutatójának hely szerinti változása okozza, amit közvetlenül a légkör molekuláris felépítése okoz.

A törésmutató értéke két fő tényező miatt tér el 1-től:

- a légköri gázok molekuláit a beérkező elektromos tér polarizálja;
- molekuláris rezonancia, mely csak keskeny frekvenciasávban, lényegében csak 22 ill. 60 GHz környékén jelentkezik.

Az első hatás gyakorlatilag frekvenciafüggetlen a milliméteres hullámok tartományáig.

A Föld felszínéhez közel a levegő törésmutatója $n \cong 1.0003$.

A számítások egyszerűsítésére vezessük be a törésmutató indexet, a következő összefüggéssel:

$$n=1+10^{-6}N \quad (1.6.18)$$

Az ITU-R a troposzféra törésmutató indexére a következő kifejezést közli.

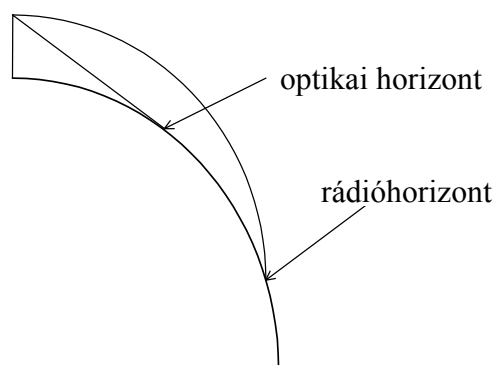
$$N = (1 - n)10^6 = 77.6 \frac{p}{T} + 3.73 \cdot 10^5 \frac{e}{T^2} \quad (1.6.19)$$

p a légnyomás, e a vízgőz parciális nyomása, T az abszolút hőmérséklet.

Ezen meteorológiai tényezők a magasság függvényében változnak

Standard atmoszférában n a magassággal csökken, emiatt a rádióhullámok a Föld felé hajlanak el.

N értéke a standard atmoszférában közelítőleg 300.



1.6.10. ábra. Hullámok refrakciója

A gyakorlati számításokban bevezetjük a K Földsugár tényezőt, ami lehetővé teszi a $K \cdot R_0$ módosított Földsugár alkalmazásával a hullámterjedési feladatok egyenes vonalú terjedési feladatokra visszavezetését.

1.6.6. Szabadtéri rádióösszeköttetés

A rádiós hullámterjedés determinisztikus analízis módszerei lényegében csak néhány egyszerű esetben alkalmazhatók. Legtöbbször ezen egyszerű modellek kiterjesztése szükséges, de ezen analízis eredményei általában megadják az alapvető hullámterjedési mód csillapítását. Az 1.6.4.1. fejezetben bemutatott síkhullámú terjedési mechanizmust az antennák távolterében alkalmazhatjuk. Most pontszerű forrást feltételezve kiszámítjuk két – a szabad térben elhelyezett – antennából álló szabadtéri rádióösszeköttetés csillapítását.

Ha az adóantenna a szabad térbe sugároz, azaz távol helyezkedik el a föld felszínétől és egyéb objektumoktól, akkor G_T nyereségű adóantenna és P_T adóantennába betáplált teljesítmény esetén a vevőantennát az adóantenna fő sugárzási irányában elhelyezve a teljesítmény sűrűség a d távolságban elhelyezett vevőantenna helyén

$$S = \frac{P_T G_T}{4\pi d^2} \quad (1.6.20)$$

A vevőantennából kivehető maximális hatásos teljesítmény a vevőantenna A_e hatásos felületével kifejezve így:

$$P_R = \frac{P_T G_T}{4\pi d^2} A_e = \frac{P_T G_T}{4\pi d^2} \cdot \frac{\lambda^2 G_R}{4\pi} \quad (1.6.21)$$

ahol G_R a vevőantenna nyeresége, λ üzemi hullámhossz.

Az előzőek alapján a szabadtéri rádiócsatorna csillapítása (szabadtéri csillapítás) a következőképpen írható fel

$$L_F = \frac{P_R}{P_T} = G_T G_R \left[\frac{\lambda}{4\pi d} \right]^2 \quad (1.6.22)$$

A szabadtéri csillapítást általában dB-ben fejezzük ki és így az (1.6.22) kifejezést az f üzemi frekvenciával a következőképpen írjuk fel

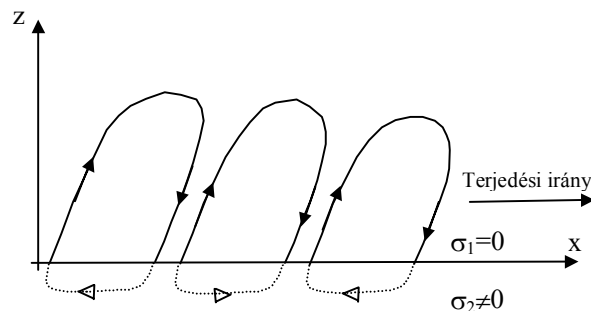
$$L_F = (G_T^{dB} + G_R^{dB}) - 20 \log f - 20 \log d + 147.6 \quad (1.6.23)$$

Gyakran használjuk a szakaszcsillapítás mellett az L_B izotróp antennák között értelmezett szakaszcsillapítást, mely

$$L_B = -32.44 - 20 \log f^{MHz} - 20 \log d^{km} \quad (1.6.24)$$

1.6.7. Felületi hullámú terjedés

A felületi hullám a jól vezető Föld és a levegő határfelülete mentén alakul ki a hullámhosszhoz képest kis antennamagasságok esetén, mivel ekkor a közvetlen és reflektált hullám kioltja egymást. A felületi hullám elektromos erővonalai az 1.6.11. ábrán látható alakúak.



1.6.11. ábra. Felületi hullám terjedése

A levegőben folyó eltolási és a talajban folyó vezetési áram zárt hurkot alkot. Az elektromos erővonalak a talaj véges vezetőképessége miatt a haladás irányába megdőlnek.

Sommerfeld 1909-ben publikálta a vertikális felületi hullámok csillapítási tényezőjét.

$$E = E_0 \cdot A(p) \quad (1.6.25)$$

ahol

$A(p)$ a vertikális felületi hullámok csillapítási tényezője

E_0 a szabadtéri térerősség

A felületi hullámok térerőssége az adóantennától nagy távolságra a távolság négyzetével arányosan csökken. Az előzőekben bemutatott sík földre vonatkozó modell $d[km] = 80/\sqrt[3]{f[MHz]}$ határig használható, effölött Sommerfeld a görbült földre érvényes korrekciós tényezőt vezetett be.

1.6.8. Troposzférikus szórás

A földi légkör törésmutatója (ahogy a refrakció jelenségénél bemutatottuk) hosszú idő átlagában jól leírható módon, szabályosan változik. Emellett a levegő törésmutatójában mindig előfordulnak diszkontinuitások is, amelyeknek az oka a levegő páratartalmának, hőmérsékletének vagy nyomásának hely szerinti gyors megváltozása. Ezek a változások csekélyek, de nagy adóteljesítmény mellett jelentős szórt teljesítménysűrűséget hoznak létre.

A troposzférikus összeköttetéseket általában 200 MHz-től 10 GHz-ig alkalmazzák. Az alsó frekvenciahatárt a szükséges nagy nyereségű antennák jelentős mérete korlátozza, a felső frekvenciahatár felett pedig az atmoszférikus gázok és csapadékcsillapítás miatti szakaszcsillapítás válik túl nagygyá. A troposzférikus összeköttetések tipikus távolsága néhány száz km, és az összeköttetések megvalósulásához szükséges nagyságú szórás a troposzféra 10 km alatti részében alakul ki.

1.6.9. Ionoszférikus terjedés

Az ionoszféra ionizáltságának fő forrása a Nap ibolyántúli és részecskesugárzása ill. a földi légkörbe jutó meteoritok ionizáló hatása. Mivel az ionizációt főképp a Nap okozza, ezért az ionoszféra állapota szorosan összefügg a naptevékenységgel, így jól jellemezhető és előrejelezhető a napfoltszámmal.

A rádióhullámok terjedésére az ionoszféra komplex dielektromos állandójának magassággal történő változása miatt az ionoszférikus rétegekben (1.6.6.ábra) történő refrakció jellemző. Minden réteghez tartozik egy maximális frekvencia, mely az adott rétegről merőlegesen még visszatörik a föld felé, ezt a réteg kritikus frekvenciájának nevezzük.

Az ionoszférikus összeköttetések egy vagy több ionoszférikus ugrással valósíthatók meg, akár több ezer km szakasztávolsággal.

Irodalomjegyzék

[1.6.1.] M.P.M. Hall, L.W.Barclay, M.T.Hewitt: Propagation of Radiowaves, The IEE, London, 1996.

[1.6.2.] R.E. Collin: Antennas and Radiowave Propagation, McGraw-Hill Book Company, New York, 1985.

[1.6.3.] L. Boithias: Radio Wave Propagation, North Oxford Academic, Publ. Ltd., London, 1987.

1.7. Forgalomelmélet

Szerző: dr. Molnár Sándor

Lektor: dr. Jereb László

1.7.1. Bevezetés

A forgalomelmélet [1.7.1], [1.7.7] a távközlési hálózatok teljesítményanalízisének és tervezésének az alaptudománya. Agner Krarup Erlang dán matematikus (1878-1929) [1.7.6], volt az első, aki a XX. század elején megfogalmazta a matematikai problémát. Az elmélet a telefonhálózatok fejlesztésével párhuzamosan fejlődött, és lényegi elemévé vált a klasszikus távközlési hálózatok tervezésének [1.7.7].

A forgalomelmélet, a kapcsolási és hálózati technikák átalakulása következtében lényegi változáson ment át az elmúlt évtizedben, és magába olvasztotta az operációkutatás és a sorbanálláselmélet legújabb eredményeit is. A forgalomelmélet folyamatos evolúciója figyelhető meg, ahogyan a különféle tudományágak eredményeit magába integrálja és alkalmazza. A forgalomelmélet tárgya a forgalmi igények, hálózati erőforrások és a teljesítményjellemzők közötti kapcsolat matematikai modellezése. A forgalmi igények a természetük szerint statisztikusak, így a sztochasztikus folyamatok elméletéből származtathatóak.

Ebben a fejezetben először áttekintjük a hálózati forgalom legfontosabb jellemzőit. A forgalom természete alapvetően meghatározza azt a forgalomelméletet ami ma a rendelkezésünkre áll. Ezután áttekintjük a forgalomelmélet elemeit, beleértve a jelöléseket, a rendszerek típusait és a legfontosabb forgalomelméleti összefüggéseket. Az ismertetett alapok alkalmazása a 3.3 fejezetben található, ahol a forgalmi modelleket és tervezési elveket ismertetjük.

1.7.2. A hálózati forgalom jellemzői

A hálózati forgalom jellemzői a mai adathálózatokban (pl. Internet) teljesen eltérnek a klasszikus telefonhálózatok forgalmának jellemzőitől, és egy bonyolultabb

problémával kell szembenéznünk [1.7.8], [1.7.9]. Az eltérés lényege, hogy a telefonforgalom lényegileg *statikus* jellegű. Ezért lehetett tipikus felhasználói viselkedést találni. A forgalmi jellemzők *korlátozott változékonysága* pedig lehetővé tette, hogy átlagértékekkel számoljunk, melyek jól leírták a forgalom jellegét.

A telefonhálózatok forgalmának statikus jellege tette lehetővé, hogy olyan “univerzális törvényeket” találjunk, mint a hívások keletkezésének *Poisson természete* [1.7.8], [1.7.9]. Ez a “szabály” azt mondja, hogy a hívások függetlenek és a hívások közötti idő exponenciális eloszlású. A Poisson hívásérkezési modellnek rendkívül nagy volt a népszerűsége az elmúlt ötven évben. A Poisson modell sikere az egyszerűségében rejlik, ami a gyakorlat számára egy fontos kritérium.

Egy hasonló “univerzális törvény” az, hogy a POTS forgalomban a hívások tartásideje közelítőleg *exponenciális eloszlású*. Ez a modell szintén a legtöbb esetben igen jól közelíti a valóságos folyamatokat. Ezenkívül értéke az egyszerűség és analitikus kezelhetőség. Annak ellenére használták ezt a modellt, hogy sokszor a telefonhívások tartásidejének eloszlása eltért az exponenciális jellegtől. Ez az eltérés azonban nem okozott jelentős hibákat az analízisben, ami szintén a Poisson hívásérkezési modellnek köszönhető. Ugyanis számos teljesítményjellemző Poisson érkezési folyamat esetén nem függ a tartásidő eloszlásától, csak annak átlagértékétől.

Jelentős változás következett be ezen “univerzális törvények” érvényességét illetően amikor a telefonhálózatokat nem csak beszéd, hanem FAX és Internet hozzáférésre is használni kezdték. Ezen szolgáltatások statisztikus természete ugyanis jelentősen eltér a beszédforgalométól. Például a hívások időtartama sokkal hosszabb és sokkal változókéonyabb, mint a beszédhívások. A web népszerűségének növekedésével pedig egyre több és több ember kezdte el használni a klasszikus telefonhálózatot az Internet elérésére. Ezek a változások készítették arra a kutatókat, hogy felülvizsgálják a régi modelleket.

Az adathálózatok forgalmának természete jelentősen eltér a telefonhálózatokétól, de minden olyan próbálkozás, hogy a telefonhálózatoknál jól bevált “univerzális törvényeket” itt is találjunk, eddig kudarcot vallott [1.7.8]. Ennek a legfőbb oka, hogy az adathálózatok forgalma sokkal változókéonyabb mint a beszédforgalom. Leegyszerűsítve azt is állíthatjuk, hogy lehetetlen találni általános modellt, mert az adatkommunikációban minden egyes kapcsolat ideje a nagyon

rövidtől az extrém hosszúig változhat és az adatsebesség is széles tartományban bármi lehet. Az adatforgalomnak nincs meg az a homogén természete, mint a beszédforgalomnak. Az adatforgalom borsztösségének az egyik fő oka az, hogy itt többnyire gépek kommunikálnak egymással és nem emberek.

Az adatforgalom nagy változékonyságát megtaláljuk mind az *idő* tartományában (a forgalom összefüggőségi kapcsolatai nem csengenek le exponenciális gyorsasággal, mint a beszédforgalom esetében hanem annál sokkal lassabban, hosszú idejű összefüggések is jelen vannak) mind a *méret* tartományában (a forgalmi egységek méretének eloszlása nem exponenciális, mint beszédforgalomnál, hanem a hosszú farkú eloszlások a tipikusak, pl. a web által letöltött objektumok mérete). Ezen tényezők miatt új modellek és technikák kifejlesztése fontossá vált. A hosszabb időskálájú összefüggőségi struktúrát statisztikusan leírhatjuk a *hosszú idejű összefüggőséggel* (long-range dependence, LRD) ahol az autokorrelációs függvénynek hatványalakú lecsengése van. Az extrém méretbeli változékonyságot pedig a végtelen szórású *hosszú farkú eloszlások* segítségével (heavy-tailed distributions) írhatjuk le, ami pl. a Pareto eloszlással való modellezést jelentheti. A hatványalakú lecsengési tulajdonságok mind térben és méretben gyakran okozzák azt, hogy a forgalomnak *fraktális* természete van [1.7.8].

A fraktáltulajdonságok egyik fontos megjelenése az *önhasonlóság*. Ez azt jelenti, hogy a forgalom számos statisztikus jellemzője azonos marad több időskálán keresztül. Az egyszerű önhasonló modellek, amelyeket az elmúlt évtizedben széleskörben alkalmaztak úgy tűnik sikeresen tudják modellezni a fraktális adatforgalmat. A jelenlegi kutatások azonban azt mutatják, hogy a forgalomnak sokkal kifinomultabb borsztszerkezete van, amelyet inkább a *multifraktál* modellek segítségével lehet leírni. Ahol a monofraktál jellegű önhasonló modellek nem megfelelőek, ilyen multifraktál modellek alkalmazása válik szükségszerűvé [1.7.8].

Az adatforgalom jellegének nagy változékonysága mellett egyéb tényezők is megnehezítik az adatforgalom modellezését. Az Internet forgalma megduplázódik minden évben. Ez a gyors forgalom növekedés és az előre nem látható új, esetleg tömegesen jelentkező alkalmazások ("killer applications") felboríthat minden jövőre vonatkozó forgalmi predikciót. Mindamellet eddig az Internet történetében csak három ilyen alkalmazás volt, ami drasztikusan megváltoztatta az Internet forgalom természetét (az e-mail, a web és a manapság terjedő Napster (zenei műsorok

cseréje) típusú alkalmazások), de senki sem tudja, hogy mikor jelenik meg esetleg egy olyan népszerű alkalmazás ami alapvetően megváltoztatja az Internet forgalmának összetételét. A helyzet még bonyolultabbá válik, ha a különböző alkalmazások eltérő minőségi követelményeit (Quality of Service, QoS) is figyelembe vesszük, amelyek eltérő forgalmi jelleget is vonnak maguk után.

Annak érdekében, hogy leírassuk a forgalom jellemzőit mind a streaming mind az elasztikus forgalom esetében számos modellt fejlesztettek ki. A megfelelő modell alapján pedig kidolgozható az alkalmas méretezési technika. A 3.3. fejezetben a fontosabb modelleket és méretezési elveket ismertetjük.

1.7.3. A forgalomelmélet alapfogalmai

Ebben a fejezetben a legfontosabb forgalomelméleti alapelveket ismertetjük [1.7.1].

1.7.3.1. Fogalmak és jelölésrendszer

A hálózatban egy kapcsolat felépítési igényt *hívásnak* nevezünk, amelyet egy *előfizető* kezdeményez. A hívás időtartama a *tartási idő* vagy *kiszolgálási idő*. A *forgalom* az egyégnyi időre eső teljes tartásiidő. A forgalom egysége az *erlang* (erl vagy E) amelyet a forgalomelmélet megalapítójáról neveztek el.

A forgalomnak a következő fontos tulajdonságai vannak:

1. A forgalom (felajánlott forgalom) $a=ch$ (erl) ahol c az egységnyi idő alatt kezdeményezett hívások száma és h az átlagos tartásiidő.
2. A forgalom (felajánlott forgalom) egyenlő az átlagos tartásiidő alatt kezdeményezett hívások számával.
3. A forgalom (átvitt forgalom) amit egy trónk továbbít az egyenlő a trónk foglaltságának valószínűségével.
4. A forgalom (átvitt forgalom) amit egy trónkcsoporthoz továbbít az egyenlő a csoportban levő foglalt trónkok számának átlagával.

1.7.3.2. Forgalomelméleti rendszerek osztályozása

Kapcsolórendszer a bemeneti portokat köti össze a megfelelő (kijelölt, kiválasztott) kimeneti portokkal. Egy rendszert *teljesen elérhetőnek* nevezünk, ha bármelyik bemeneti port bármelyik kimeneti porthoz csatlakoztatható. *Torlódásnak*

nevezzük a rendszer azon állapotát amikor valamilyen kapcsolat nem létesíthető a foglalt kimeneti portok vagy foglalt belső utak miatt. A rendszert *várakozásos rendszernek* nevezzük, ha torlódás esetén a bejövő hívás várakozni tud. Amennyiben nincs várakozási lehetőség torlódás esetén, a rendszert *veszteséges rendszernek* nevezzük.

A teljes elérhetőségű rendszereket a következőképpen írhatjuk le [1.7.1]:

1. *Bemeneti folyamat*: Ez a hívások érkezésének folyamatát írja le.
2. *Kiszolgáló mechanizmus*: Ez leírja a kimenetek számát, a kiszolgálási idő eloszlását, stb.
3. *Sorbanállási diszciplína*: Ez specifikálja a hívás kezelésének módját torlódás esetén. Késleltetési rendszerekben a legegyszerűbb sorbanállási szabály a "first-in first-out" (FIFO), "last-in first-out" (LIFO), prioritásos rendszerek, processzor megosztás, stb.

A teljes elérhetőségű rendszerek osztályozására a *Kendall jelölésrendszert* használjuk [1.7.1], [1.7.3], [1.7.4] David A. Kendall brit statisztikus tiszteletére:

A/B/C/D/E-F

ahol

- A jelöli az érkezések közötti idő eloszlását,
- B jelöli a kiszolgálási idő eloszlását,
- C jelöli a párhuzamos kiszolgálók számát,
- D jelöli a rendszer kapacitását,
- E jelöli a véges felhasználó populáció nagyságát
- F jelöli a sorbanállási szabályt.

A következő jelölések használatosak:

- M: exponenciális (markovi)
- E_k : k-állapotú Erlang
- H_n : n-rendű hiperexponenciális
- D: determinisztikus
- G: általános
- GI: általános független
- MMPP: markov modulált Poisson folyamat
- MAP: Markov érkezési folyamat

Például az $M/M/1/\infty/\infty$ -FCFS jelölés egy olyan sorbanállási rendszert reprezentál, melyben Poisson érkezések vannak és a kiszolgálási idő exponenciális eloszlású. A rendszernek egy kiszolgálója van és végtelen méretű tárolója. A felhasználók populációja végtelen és "először be először szolgál" a kiszolgálási szabály.

1.7.3.3. Alapösszefüggések

PASTA

Poisson érkezési folyamat estén (exponenciális az érkezések közötti idők eloszlása) állandósult állapotban egy tetszőleges pillanatban az aktív kapcsolatok számának eloszlása egyenlő az érkezés pillanatában levő kapcsolatok számának eloszlásával. Ennek az összefüggésnek *PASTA* (Poisson arrivals see time averages) a neve [1.7.1] mert ez a valószínűség egyenlő az aktív kapcsolatok átlagos időhányadával ha hosszú időn keresztül vizsgáljuk a rendszert.

Markov tulajdonság

Exponenciális érkezések közötti idők eloszlása esetén egy tetszőleges időpillanat után a hátralévő idő eloszlása is exponenciális ugyanazzal a paraméterrel, az a modell, melynél az érkezések közötti idő és a kiszolgálási idő is exponenciális *Markovi modell* [1.7.1]. Ettől eltérő esetekben a modellt *nem Markovi modellnek* nevezzük.

Little Formula

Az $N=\lambda W$ összefüggést *Little formulának* [1.7.1], [1.7.3], [1.7.4] nevezzük, ahol N a rendszerben tartozkodó igények átlagos száma, λ az igények átlagos érkezési intenzitása és W az átlagos várakozási idő a rendszerben. A Little formula érvényes minden stacionárius rendszerre ahol a rendszerben igények nem születnek és nem vesznek el.

Veszteségi Formula

Annak a valószínűsége, hogy egy tetszőleges igény elvesz a rendszerben [1.7.5]

$$P_{loss} = 1 - \frac{1 - \phi}{\rho},$$

A veszteségi formula többkiszolgálós rendszerekre is érvényes, ahol ρ az egy kiszolgálóra jutó átlagos kihasználtság és ϕ a valószínűsége annak, hogy egy tetszőleges kiszolgáló szabad.

Hátralévő munka és a rendszerben levő igények száma

Állandó kiszolgálási idejű egy kiszolgálós rendszerben a következő az összefüggés a hátralévő munka (unfinished work) V_t és a rendszerben levő igények száma X_t között: $X_t = \lceil V_t \rceil$. Ez alapján a következő komplementer eloszlásfüggvény írható fel [1.7.5]:

$$P(X_t > n) = P(V_t > n), \text{ ahol } n \text{ egész.}$$

Csomagvesztési valószínűség és sorhossz farokeloszlás

Tekintsünk egy diszkrét idejű $G/D/1$ rendszert állandó csomaghosszal (cellák). A cellavesztési valószínűségre a következő felső korlátot írhatjuk fel [1.7.5]

$$\rho P_{loss} \leq P(X_t^\infty > K),$$

ahol ρ a kihasználtság, X_t^∞ a sorhossz egy hipotetikus végtelen kapacitású sorban.

Az általánosított Beneš formula

Tekintsünk egy kiszolgálási rendszert végtelen kapacitású tárolóval. Tételezzük fel, hogy a rendszer stacionárius, tehát a 0 időpont egy tetszőleges időpontot reprezentálhat. A kiszolgálási kapacitás 1 egységnyi munka egységnyi idő alatt. A rendszerben levő munka komplementereloszlás függvénye a 0 időpontban [1.7.5]

$$P(V_0 > x) = \int_{u>0} P(\xi(u) \geq x > \xi(u + du)) \quad \text{és} \quad V_{-u} = 0),$$

ahol, u egy idő, $\xi(t) = A(t) - t$, $t \geq 0$, és $A(t)$ a rendszerbe érkező munka idő egységben kifejezve a $[-t, 0)$ intervallumban. Ez az eredmény érvényes a legtöbb

számunkra érdekes sorbanállási rendszerre és rendkívül hasznosnak bizonyult a forgalomelméletben.

1.7.4. Az M/G/1 sorbanállási rendszer

Az az egykiszolgálós sorbanállási rendszer melyben az igények Poisson folyamat szerint érkeznek és a kiszolgálási idő tetszőleges eloszlású (M/G/1) egy fontos kategória. A következőkben áttekintjük ezen rendszer lényeges jellemzőit [1.7.1], [1.7.2], [1.7.3], [1.7.4].

A következő jelöléseket használjuk:

- W : várakozási idő a sorban
- T : a rendszer válaszadási ideje
- N_q : igények száma a sorban
- N : igények száma a rendszerben
- S : kiszolgálási idő

Az átlagos várakozási idő és az igények átlagos száma a sorban az M/G/1 rendszerben a következőképpen számítható [1.7.2]:

$$\bar{W} = \frac{\rho E(S)(1 + c_s^2)}{2(1 - \rho)}, \quad \bar{N}_q = \frac{\rho^2(1 + c_s^2)}{2(1 - \rho)}$$

ahol ρ a kihasználtság és c_s^2 a kiszolgálási idő relatív szórásnégyzete:

$$c_s^2 = \frac{E^2(S)}{S^2}.$$

A rendszerben levő igények számának eloszlása a Pollaczek-Khinchin egyenlet segítségével számolható [1.7.2]:

$$G_N(z) = L_S(\lambda(1-z)) \frac{(1-\rho)(1-z)}{L_S(\lambda(1-z)) - z},$$

ahol $G_N(z)$ az N generátorfüggvénye, $L_X(s)$ az X Laplace transzformáltja és λ a Poisson folyamat érkezési intenzitása. Ez alapján a legfontosabb M/G/1 rendszerekre a következő eredmények adódnak.

Sorbanállási rendszer	Sorhossz eloszlás P(N=n)
M/M/1	$(1-\rho)\rho^n$
M/H ₂ /1	$q(1-\alpha_1)\alpha_1^n + (1-q)(1-\alpha_2)\alpha_2^n$
M/D/1	$(1-\rho)\sum_{k=0}^n e^{k\rho} (-1)^{n-k} \frac{(k\rho+n-k)(k\rho)^{n-k-1}}{(n-k)!}$
M/E _k /1	$(1-\rho)\sum_{j=0}^n (-1)^{n-j} \frac{\alpha^{n-j-1}}{(1-\alpha)^{kj}} \left[\binom{kj}{n-j} \alpha + \binom{kj}{n-j-1} \right]$

A táblázatban H_2 a hiperexponenciális eloszlást jelenti α_1 , α_2 és q paraméterekkel. E_k jelöli a k állapotú Erlang eloszlást α és k paraméterekkel. Ez a két eloszlás azért fontos, mert segítségével tetszőleges $M/G/1$ rendszert közelíthetünk. Ahol a kiszolgálási idő relatív szórásnégyzete 1 vagy az alatt van az $M/E_k/1$ rendszert, ahol ez az érték 1 vagy annál nagyobb az $M/H_2/1$ rendszert használhatjuk az approximációhoz.

1.7.5. Általános sorbanállási rendszerek

Az általános sorbanállási rendszerek ($G/G/n$ sorok) rendszerint nehezen kezelhetők, de van néhány olyan alosztály amely analitikusan is jól kezelhető. Például az $G/M/1$ típusú sorbanállási rendszerek kevésbé fontosak mint az $M/G/1$ duálpárjuk, de az analízisük mégis egyszerűbb. Egy fontos eredménye a $G/G/1$ rendszerek analízisének a *Lindley's integrál egyenlet* [1.7.1], [1.7.3] amivel a stacionárius várakozási idő eloszlása számítható:

$$F_W(t) = \int_{-\infty}^t F_W(t-v) dF_U(v),$$

ahol $U = S - A$ és A jelöli az időt két egymás után érkező igény között.

1.7.6. Forgalmelméleti technikák

A klasszikus sorbanállási módszereken kívül számos approximációt, korlátot és technikát dolgoztak ki a forgalmelméleti rendszerek kezelésére. Ebben a fejezetben áttekintünk néhányat a legfontosabbak közül.

A *folyadékmodell approximáció* [1.7.3] egy nagyon hasznos approximáció, amikor a vizsgált időskálán rengeteg forgalmi egység található (pl. csomagok).

Ebben az esetben a forgalmat tekinthetjük egy folytonos folyamnak, hasonlóan ahogyan a folyadék áramlik egy csőrendszerben. Legyen $A(t)$ és $D(t)$ a $(0,t)$ intervallumban érkező, illetve távozó igények száma. Az igények száma a rendszerben adott t időpontban $N(t)=A(t)-D(t)$, ahol feltételezzük, hogy a rendszer eredetileg üres volt. A nagy számok gyenge törvénye alapján amint $A(t)$ növekszik egyre közelebb kerül annak átlagértékéhez, és ugyanez érvényes $D(t)$ értékére is. A folyadékmodell approximációban egyszerűen az $A(t)$ és a $D(t)$ véletlen változókat helyettesítjük azok átlagával. Így végeredményben egy folytonos determinisztikus folyamatot kapunk. A folyadékmodelleket nagyon gyakran használják a forgalomelméletben.

A folyadékmodell approximáció az átlagértékeket használja, de az érkezési folyamat változékonysága ezen értékek körül nincs számításba véve. A *diffúziós approximáció* [1.7.3] kiterjeszti ezt a modellt és a központ határeloszlás tétel alapján az átlag körüli változásokat normális eloszlással modellezi. A diffúziós approximáció segítségével bonyolult sorbanállási rendszereket analizálhatunk. Például a komplex $G/G/1$ rendszer sorhossz eloszlása számítható diffúziós approximáció segítségével.

Egy érdekes módszer amit a *maximum entrópia módszerének* [1.7.3] hívnak az információelméletből származik. Az alapelv a Bernoulli féle elégtelen információk elve, amely azt állítja, hogy ha semmilyen információnk nincs egy valószínűségi változóról, akkor egyenletes eloszlásúnak feltételezhetjük. Egy valószínűségi változó entrópiája minimum (zéro) amikor értéke ismert, bizonyos. Az entrópia maximális amikor a változó egyenletes eloszlású, mert egy esemény kimenetelének maximális a bizonytalansága. Az ötlet az, hogy az entrópiát maximalizálhatjuk külső feltételek ismeretében. A módszert sikerrel alkalmazzák a sorbanálláselméletben.

Egyéb módszereket, mint pl. a sorbanállási hálózatok számos megoldási technikával (fixpontos módszer, dekompozíciós technikák) szintén szép számmal fejlesztettek ki. Az érdeklődő olvasók az irodalomjegyzékben találnak referenciákat ezekre.

Irodalomjegyzék

[1.7.1] H. Akimaru. K. Kawashima: Teletraffic, Theory and Applications, Springer-Verlag, 1999.

- [1.7.2] R. Nelson: Probability, Stochastic Processes, and queueing Theory, Springer-Verlag, 1995.
- [1.7.3] P. G. Harrison, N. M. Patel: Performance Modelling of Communication Networks and Computer Architectures, Addison-Wesley, 1993.
- [1.7.4] R. Jain: The Art of Computer Systems Performance Analysis, Wiley, 1991.
- [1.7.5] J. Roberts, U. Mocchi, J. Virtamo (eds.), Broadband Network teletraffic, Springer-Verlag, 1996.
- [1.7.6] E. Brockmeyer, F. L. Halstrom, A. Jensen: The Life and Works of A. K. Erlang, Acta Polytechnica Scandinavica, 1960.
- [1.7.7] R. Syski, Introduction to Congestion Theory in Telephone Systems, Oliver and Boyd Ltd. 1960.
- [1.7.8] W. Willinger, V. Paxson: Where Mathematics Meets the Internet, Notices of the American Mathematical Society, vol.45, no.8, Aug. 1998, pp. 961-970.
- [1.7.9] J. Roberts, Traffic Theory and the Internet, IEEE Communications Magazine, January 2000.

1.8. Adatvédelem és nyilvánosság

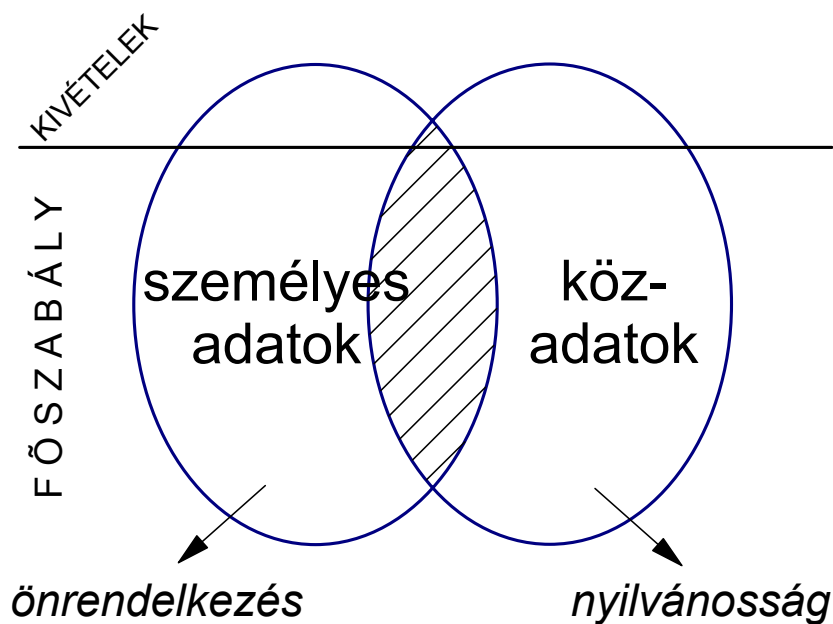
Szerző: Székely Iván

Lektor: dr. Vajda István

1.8.1. Alapmodellek

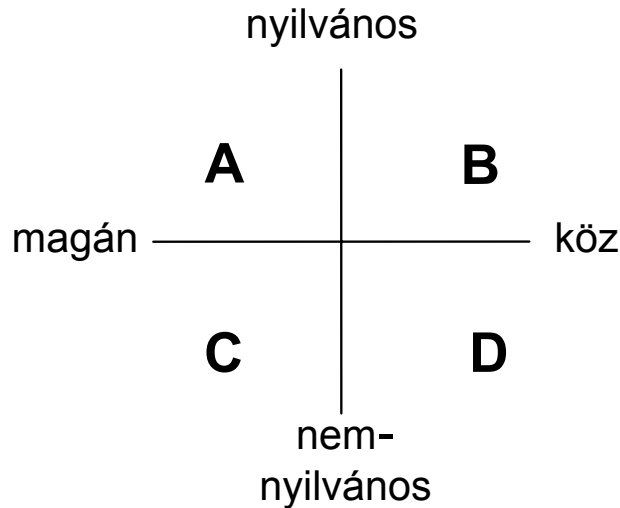
Az információktól a strukturált, visszakereshető formában rögzített adatokig és az adatoktól a kontextusba ágyazott, újraértelmezett információig terjedő teljes vertikum sajátos szempontú osztályozásának alapja az adatok és információk személyes, illetve közérdekű volta. E két alapkategória lefedi az információs rendszerekben kezelt és a távközlő hálózatokon továbbított adatok teljes körét (1.8.1. ábra). Noha ez a kategorizálás eltér a távközlés és az informatika területén szokásos műszaki-tudományos osztályozás logikájától, mégis olyan alapvető szabályokat vezet be, amelyek meghatározzák az adatkezelés kereteit és befolyásolják annak műszaki megvalósítását. E szabályok nem csupán jogi vagy társadalomtudományi jellegűek: az adatkezelés filozófiájától annak tételes alapelvein, a jog, a szabályozás és önszabályozás eszközein át az információs-kommunikációs technológiáig terjednek, s végső soron a korszerű adatkezelés közegében a nyilvánosság és titkosság alapvető kereteit határozzák meg.

Az ábrán látható Székely-féle (filozófiai-jogelméleti indíttatású) *modellben* mindkét alapvető adatkategoriára egy-egy főszabály vonatkozik: a személyes adatokra az önrendelkezés, a közadatokra a nyilvánosság. (E két fogalom jogi terminológiában használt megfelelője az információs önrendelkezés, illetve az információs szabadság.) A vonal alatti területeken érvényesülnek a főszabályok, a vonal felett a kivételek. Az átfedő (sátrózott) terület azon személyes adatokat tartalmazza, például a közfunkciót betöltő személyek e tevékenységével összefüggő személyes adatait, amelyekre nem az önrendelkezés, hanem a nyilvánosság főszabálya vonatkozik. A Székely-féle alapmodell kritikája, hogy nem jeleníthetők meg rajta a nem állami (üzleti, társadalmi) szervezetek adatkezelési viszonyai. Továbbfejlesztett változata ezért nem három, egymást részben átfedő körből vagy ellipsziszből áll, hanem három hosszúkás, ívelt idom gyűrűjéből, ahol a szomszédos



idomok végei átfedik egymást. *Heller* és *Rényi* (szociológiai-tömegkommunikációs indíttatású) modelljében az információ magán–köz, és nyilvános–nem nyilvános attribútumai egymástól függetlenül, egy kétdimenziós koordinátarendszerben jelennek meg, s az így létrejövő négy tartományból kettőt "természetesnek", kettőt pedig magyarázatot igénylőnek, azaz kivételesnek tekinthetünk (1.8.1./b ábra).

Az adatok bárki számára, vagy csakis meghatározott személyek számára hozzáférhetővé tételét, és mások számára hozzáférhetlenné tételét számos jog és érdek határozza meg. E jogok és érdekek testesülnek meg a hagyományos, nevesített titokkategóriákban, s érvényre juttatásukhoz az információs technológia mindenkori állásának megfelelő eszközök és eljárások tartoznak. Fontosabb nevesített titokkategóriák: üzleti titok, államtitok, szolgálati titok, magántitok, ügyvédi titok, orvosi titok, banktitok, gyónási titok stb. E kategóriák egy része (pl. orvosi titok) ráerősít a főszabályokra, más része (pl. államtitok) azok jelentős kivételeit képezi, s ennek megfelelően a modell különböző tartományaiban helyezhetők el. Általános jellemzőiket többnyire törvények és más jogszabályok, etikai kódexek tartalmazzák; konkrét alkalmazásukat e kereteken belül az információs rendszerek felelős kezelői határozzák meg. A személyes/közérdekű dichotómia azonban e titokkategóriák alkalmazásakor is érvényesül.

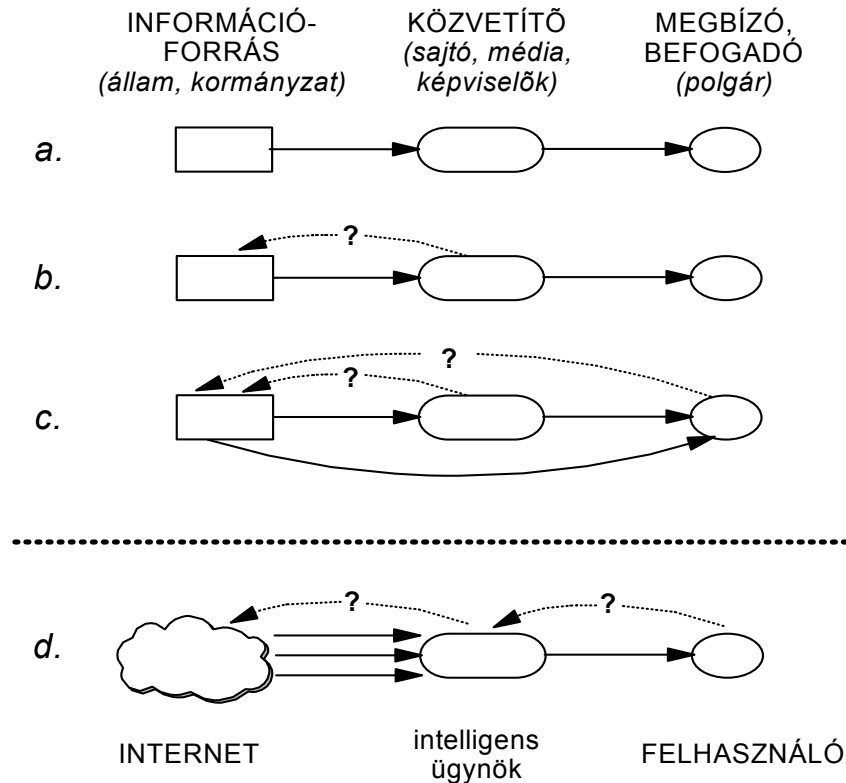


1.8.1./b ábra

Érdeemes megjegyezni, hogy a fenti adatkezelési kategóriák és főszabályok már jóval a gépi adatfeldolgozás és a korszerű távközlés megjelenése előtt kialakultak, aktualitásukat azonban ezek elterjedése jelentősen erősítette. A mindenkori korszerű informatika és távközlés alkalmazása ugyanis számos elméleti és gyakorlati problémát vet fel az egyén és az információs hatalom, vagy más kapcsolatrendszerben az állam és az állampolgár, az üzleti szféra és az ügyfél, vagy általánosságban az információs szempontból erősebb és gyengébb fél viszonyában. E problémák egyik fő ága a személyes magánszféra információs határainak megváltozásából, az információs hatalom *mint az egyént ellenőrző és befolyásoló tényező* koncentrációjából, a másik fő ága az egyén társadalmi részvételét meghatározó információs státusának megváltozásából, az információs hatalom *mint közinformációkat kezelő monopólium* koncentrációjából ered.

Míg az információs önrendelkezés biztosításának történelmi folyamatát egyensúlyi állapotok és azoknak az új ICT által indukált felbomlási szakaszai sorozataként értelmezhetjük, az információs szabadság elvi és gyakorlati megvalósulását evolúciós folyamatként. [1.8.2.]

A közinformációhoz való hozzáférés evolúciós modellje



1.8.2. ábra

Az *a.* szakaszt, leegyszerűsítve, a *képviselési demokrácia* információs modelljének tekinthetjük: a képviselő (és az átvitt értelemben a polgárt képviselő sajtó) eljuttathatja a közinformációkat azok forrásától a befogadóig. A *b.* szakasz a *sajtószabadság* modellje: a "képviselő" nemcsak közvetíthet, hanem privilégiumait kihasználva követelhet is információkat, s azokat eljuttathatja a befogadóig. A *c.* szakasz a ma aktuális *információszabadság* modellje: a befogadó maga is közvetlenül követelhet információkat és azokat a közvetítő kiiktatásával kaphatja meg. (Az információk közvetítése a korszerű ICT alkalmazásával vagy anélkül is történhet.)

Az információszabadság joga az internet használatának általánossá válásával a *dezintermediáció* illúzióját veti fel. A közvetítők kihagyása azonban nemcsak azért illúzió, mert a globális hálózaton (jogszerűen) eleve csak az az információ található meg, amit oda valaki a nyilvános hozzáférés biztosítása céljából feltett, hanem azért

is, mert a felhasználó két alapvető problémával: a mennyiségi és a minőségi problémával szembesül. E problémák részleges orvoslására született reintermediációs megoldások egyike a *d.* szakasznál ábrázolt *intelligens ügynök* alkalmazása, ahol a személyre szóló tudásbázist tartalmazó ügynök előszelektálja, mintegy előemésztí a befogadó által kért információt. (Meg kell jegyezni azonban, hogy a közinformációkhoz való hozzáférés megkönnyítésére alkalmazott ügynök egyúttal a felhasználó manipulálásának egyik leghatékonyabb, ma még kevésbé ellenőrizhető eszköze.) Itt az "internet" természetesen csak virtuális információforrás, mögötte valódi forrás áll; a szereplők megváltozását a szaggatott vonal jelzi.

1.8.2. Meghatározások

Az adatkezelés fenti attribútumaihoz kapcsolódó fogalmak egységes használata ma már általános követelmény a korszerű információs és távközlő szolgáltatásokban. (Magyarországon még ma is születnek színvonalas művek téves/elavult fogalomhasználattal, s a műszaki értelmiség körében az adatvédelem/adatbiztonság fogalom-páros ma is sok esetben félreértések forrása.) Az alábbiakban a legfontosabb fogalmak rövid meghatározását adjuk a nemzetközileg elfogadott terminológia alapján.

Adatvédelem (data protection): a személyes adatok gyűjtésének, feldolgozásának és felhasználásának korlátozását, az érintett személyek védelmét biztosító alapelvek, szabályok, eljárások, adatkezelési eszközök és módszerek összessége. (Az adatvédelem fogalmilag csak személyes adatok esetében értelmezhető.)

Adatbiztonság (data security): itt használt értelmében az adatok jogosulatlan megszerzése, módosulása és tönkremenetele elleni műszaki és szervezési megoldások rendszere. (Az adatbiztonság személyes és nem személyes adatok esetében egyaránt értelmezhető.)

Röviden: az adatvédelem az *adatalanyok* védelme, az adatbiztonság maguké az adatoké.

Személyes adat: a meghatározható természetes személlyel kapcsolatba hozható adat, az adatból levonható, az érintett személlyel kapcsolatba hozható

következtetés. Személyes minőségét az adat mindaddig megőrzi, amíg kapcsolata az érintettel helyreállítható.

Közérdekű adat: az állami vagy helyi önkormányzati feladatot vagy egyéb közfeladatot ellátó szerve vagy személy kezelésében lévő, a személyes adat fogalmába nem tartozó adat. (Az adat közérdekű mivoltában tehát nem annak deklarálása, nem az adatkezelő tulajdoni formája, hanem a közfunkció a döntő elem.)

Adataiany: az érintett személy, akivel az adat kapcsolatba hozható.

Adatkezelés: az alkalmazott eljárástól függetlenül a személyes adatok felvétele, tárolása, feldolgozása, hasznosítása, megváltoztatása, továbbítása, nyilvánosságra hozatala.

Adatfeldolgozás: az adatkezelési műveletek, technikai feladatok elvégzése, függetlenül az alkalmazott eszköztől és módszertől.

Adatkezelő: az a természetes vagy jogi személy, vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki (amely) az adatkezelés célját meghatározza, a rá vonatkozó döntéseket meghozza és végrehajtja, illetőleg a végrehajtással adatfeldolgozót bízhat meg.

Adatfeldolgozó: az a természetes vagy jogi személy, vagy jogi személyiséggel nem rendelkező szervezet, aki (amely) az adatkezelő megbízásából személyes adatok feldolgozását végzi. (Adatkezelő és adatfeldolgozó tehát önálló szerv vagy személy; kapcsolatuk ma jellemző példája az *outsourcing*. Az adatkezelés jogszerűségéért az adatkezelő felel.)

1.8.3. Az adatvédelem alapelvei

Az információs önrendelkezés főszabálya és kivételei érvényre juttatásának következő szintjét a nemzetközileg elfogadott tartalmú, tételesen megfogalmazott adatvédelmi alapelvek képezik. Az alábbiakban az alapelveket az OECD Adatvédelmi Irányelveinek [1.8.2.] csoportosítását követve, kivonatossan ismertetjük.

1. Az adatgyűjtés korlátozásának elve

Személyes adatok gyűjtése csak törvényes és tisztességes eszközökkel, az adataiany tudtával és bejegyzésével történhet.

2. Az adatminőség elve

Az adatoknak az adatkezelés céljával összhangban pontosnak, teljesnek és aktuálisnak kell lenniük.

3. A célhoz kötöttség elve

Személyes adatokat csak előre meghatározott célból, csak a cél megvalósulásához szükséges mértékben és ideig lehet kezelni.

4. A korlátozott felhasználás elve

Az adatokat csak az adatalany hozzájárulásával vagy törvényi felhatalmazással lehet felhasználni.

5. A biztonság elve

Az adatokat a technika mindenkori állásának megfelelő ésszerű intézkedésekkel védeni kell a jogosulatlan hozzáférés, megváltoztatás, nyilvánosságra hozás, sérülés és megsemmisülés ellen.

6. A nyíltság elve

Az adatkezelés tényének, helyének és céljának, az adatkezelő személyének, valamint az adatkezelési politikának nyilvánosnak kell lennie.

7. A személyes részvétel elve

Az adatalany megismerheti a rá vonatkozó adatokat, azokat (ha helyénvaló) helyesbítheti, kiegészítheti vagy töröltheti.

8. A felelősség elve

Az adatkezelő a felelős a fenti elvek betartásáért, s bizonyítani kell tudnia az adatkezelés jogszerűségét.

1.8.4. Nemzeti és nemzetközi szabályozás

Az adatvédelem következő szintjét a nemzetközi szerződésekben, irányelvekben és más dokumentumokban meghatározott feltételek és követelmények rendszere alkotja. A legfontosabb nemzetközi dokumentumok: az OECD Adatvédelmi Irányelvei, az Európa Tanács Adatvédelmi Egyezménye [1.8.3.] és az Európai Unió Adatvédelmi Direktívája. [1.8.4.] Megjegyzendő, hogy a magyar jogi szakirodalom a direktívát is általában "irányelv"-nek fordítja; az eredeti kifejezés megtartását az indokolja, hogy az irányelv (guidelines) követése nem kötelező, míg a direktívában (directive) foglaltak bevezetése a belső jogba igen.

Az 1980-ban született OECD irányelvek és az 1981-es ET egyezmény párhuzamosan készült, mindkettő tartalmazza az adatvédelmi alapelveket, de amíg az OECD irányelvek a határátlépő adatáramlás szükségességét (és annak garanciáit) hangsúlyozza, addig az ET egyezmény célja az információs jogok biztosítása a határátlépő adatáramlásban. További különbség, hogy az irányelvek követése csak ajánlott, az egyezmény betartása pedig kötelező a csatlakozó országok számára (Magyarország 1993-ban aláírta, 1997-ben ratifikálta és 1998-ban kihirdette az egyezményt).

Az 1995-ben, ötéves vita után elfogadott EU direktíva az adatkezelés azon közös, részletes szabályait határozza meg, amelyeket az EU tagállamoknak kötelező belső jogukba emelniük; ennek határideje 1998 októbere volt. Amelyik országnak volt korábbi adatvédelmi törvénye és gyakorlata, azt szükség esetén hozzá kellett igazítani a direktíva előírásaihoz, az újonnan hozott jogszabályok, tagfelvételre váró országokban is, már a direktíva szellemében készültek.

Ahogy Colin Bennett kanadai politológus már a nyolcvanas években felismerte, az adatkezelés terén nemcsak technológiai konvergencia, hanem "policy konvergencia" is tapasztalható. Fontos gyakorlati következményekkel jár azonban, hogy amíg az ET egyezmény a szerződő országok számára *azonos (ekvivalens) védelmet* ír elő, addig az EU direktíva csak *megfelelő (adekvát) védelmet*. Az egyezményen, és az EU tagországain kívüli, harmadik országba ugyanis csak akkor lehet korlátozások nélkül, például automatikus távközlő és információs rendszerek segítségével személyes adatokat továbbítani, ha a harmadik ország a megkövetelt adatvédelmi szintet képviseli. Az ekvivalens védelem azonos szabályozást és gyakorlatot követel, az adekvát védelem viszont eltérő szabályozási környezetben és alternatív eszközök és módszerek alkalmazásával is elképzelhető.

Az adekvát védelem problémája kiélezetten jelentkezik az EU és az Egyesült Államok vitájában. Az európai és az amerikai modell eltéréseit az 1.8.1.. táblázat foglalja össze. Az európai modellt a nyugat-európai országok és a fejlettebb új demokratikus országok képviselik, az amerikai modellt (kisebb eltérésekkel) az USA, Ausztrália, Új-Zéland, valamint – korábban – Kanada.

Egy nem-adekvát védelmi kategóriába tartozó országgal szemben a személyes adatok határátlépő áramlásában korlátozásokat kell alkalmazni, s ez a globalizálódó információáramlás korszakában jelentős gazdasági és politikai

	Európai modell	Amerikai modell
Szektor:	magán + köz	köz
feldolgozás:	automatikus + manuális	automatikus
Lefedés:	Általános	mozaikszerű
ellenőr:	Van	nincs

1.8.1. táblázat. Adatvédelmi szabályozás

következményekkel járhat. Jelenleg az EU illetékes testületei, ellentmondó határozatok sora után, ideiglenes jelleggel adekvát adatvédelmi szintűnek fogadja el a Safe Harbor Principles elnevezésű, az adatkezelők önkéntes csatlakozásán és önkorlátozásán alapuló elvek követőinek tevékenységét, a csatlakozók száma azonban alacsony, az elvek megsértésének pedig nincs szankciója. Magyarország, Svájc után második EU-n kívüli országgént 2000-ben hivatalosan megkapta az adekvát státust.

A nemzetközi szinten meghatározott adatkezelési kritériumok azonban közvetlenül is alkalmazandók az adatkezelési rendszerek tervezésében és működtetésében: az adatalany hozzájárulásának három, az EU által meghatározott kritériumának (önkéntesség, határozottság, tájékozottság) például a webes felületű online adatkezelési rendszereknek is eleget kell tenniük. Hasonlóképpen, a személyes részvétel elvének érvényesíthetősége (például az egyénnel kapcsolatba hozható tranzakciók elkülöníthetősége és visszakereshetősége) az adatalanyok átgondolt azonosítási rendszerének kialakítását igényli az adatbázisokban.

A *belső (nemzeti) jog* az adatvédelem soron következő szintje. A magyar szabályozás korszerű, az európai hagyományokat követi. Sajátossága, hogy az adatvédelmet és az információszabadságot egy közös törvény szabályozza. A szabályozás vertikuma az Alkotmánytól a keretjellegű Adatvédelmi törvényen [1.8.5.] át a szektorális adatvédelmi törvényekig, és rendeletekig terjed.

A nemzeti adatvédelmi jog érvényesülését független ellenőri intézmények ellenőrzik. Ezek hatáskörüket és legitimitásukat tekintve többfélék: lehetnek testületek, mint a francia CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés), egyszemélyi tisztségek, mint a brit Information Commissioner (korábban Registrar); választhatja őket parlament (Németország) vagy kinevezheti kormány (Hollandia); jogosítványaik lehetnek hatósági, bírói vagy ombudsmani jellegűek. A

magyar adatvédelmi biztost a másik két országgyűlési biztossal együtt 1995-ben választotta meg először a Parlament; jogosítványai ombudsmani jellegűek és mind az adatvédelem, mind az információszabadság területére kiterjednek. Tevékenységének súlypontját a panaszügyek kivizsgálása képezi, de hivatalból is indíthat vizsgálatot állami és magánszektorbeli adatkezelőknél egyaránt. Vizsgálatának eredményei ajánlások, amelyek követése jogi értelemben nem kötelező, elfogadottságuk aránya azonban magas. Véleményezi az adatkezelést érintő jogszabályok tervezetét és ellenőrzi az állam- és szolgálati titokká minősített adatok minősítésének indokoltságát. Titokfelügyeleti jogosítványa hatósági jellegű, visszaminősítésre vonatkozó felhívásait végre kell hajtani. [1.8.6.]

1.8.5. PET technológiák

Az adatvédelmi elvek és rendelkezések megvalósításának technológiai szintjét képviselő PET (Privacy Enhancing Technologies) összefoglaló néven ismert változatos információs és kommunikációs technológiákat abból a célból fejlesztették ki, hogy ne csak az adatokat, hanem az adatok *alanyait* is védjék a visszaélések ellen. A PET technológiák célja a tágabb technológiai környezet által okozott magánéleti sérelmek kifejezett csökkentése; közelebbről az, hogy az új technológiák által nyújtott előnyöket a személyes magánszféra további sérelme nélkül (vagy e sérelmeket legalább is mérsékelve) lehessen igénybe venni. A rendeltetésszerűen használt PET eszközök és rendszerek mindig a *gyengébb felet* (jellemzően az adatalanyt) védik az információs túlhatalommal rendelkező erősebb féllel szemben.

A PET technológiák többféle szempont szerint csoportosíthatók.

(a) A *Burkert-féle csoportosítás* [1.8.7.] szerint vannak

- szubjektum-orientált,
- objektum-orientált,
- tranzakció-orientált, és
- rendszer-orientált technológiák.

Az első esetben a technológia az adatalanyra irányul (pl. kártyabirtokosok anonimitásának biztosítása), a második esetben az eszközre (anonim fizetőeszközök), a harmadik esetben a hálózati tranzakció nyomainak eltüntetése a

cél, a negyedik esetben pedig több technológia rendszerszerű közös alkalmazásáról van szó.

(b) Más szempont szerint megkülönböztethetünk

- meglévő rendszerek biztonságát növelő technológiákat,
- új adattárolási és -hozzáférési technológiákat, és
- tranzakció-alapú technológiákat.

(c) Csoportosíthatjuk a PET technológiákat aszerint, hogy melyik adatvédelmi alapelv érvényesülését segítik elő.

(d) Végül megkülönböztethetünk

- technológia-alapú, és
- humán interakció alapú
- PET-eket.

Fontos megjegyezni, hogy ugyanannak a halmaznak többféle szempont szerinti felosztásáról van szó. Néhány példa PET alkalmazásokra:

Bioscrypt. A biometrikus rejtjelezés (biometric encryption) két kiinduló elemből, egy biometrikus elemből (pl. digitalizált ujjlenyomat) és egy nem-biometrikus elemből (pl. kulcs, PIN vagy pointer) hozza létre a bioscryptet. A bioscryptes alkalmazások működtetésének feltétele a biometrikus elem forrásának produkálása, vagyis az adatalany jelenléte. A biometrikus rejtjelezés sajátos alkalmazásai közé tartozik az "anonim adatbázis", ahol a személyazonosító adatok és a lényegi adatok egy adatbázis mezőiben kvázi-véletlenszerűen vannak elszórva, s a köztük lévő kapcsolatot a bioscryptben lévő pointer tartalmazza. A (b) csoportosítás szerint új adattárolási és hozzáférési technológiáról van szó, amely a (c) szerint a célhoz kötöttség elvének érvényesülését segíti elő. Felhasználható hálózaton történő személyközi kommunikáció résztvevőinek és az üzenet tartalmának illetéktelenek előli elrejtésére; ehhez a partnereknek közös bioscryptet kell előállítaniuk, amelyet bármelyikük biometrikus elemével (ujjlenyomatával) fel lehet bontani, s felszabadíthatják a bioscryptbe csomagolt szimmetrikus kulcsot. Felhasználható továbbá elektronikus kereskedelmi alkalmazásokban: itt három résztvevős adatkapcsolatról van szó (Bank, Ügyfél, Bolt), ugyancsak közös bioscrypttel, de a Bank itt ujjlenyomat vagy hasonló biometrikus elem helyett egy megfelelő bonyolultságú egyedi mesterséges mintázatot használ a bioscrypt előállításához.

Platform for Privacy Preferences (P3P). Internetes, jellemzően angol nyelvű elektronikus kiskereskedelmi alkalmazásokra kifejlesztett technológia, amely a távoli adatkezelő és az adatalany közti személyesadat-áramlást egy standardizált alkufolyamattá alakítja. Humán interakció alapú technológia, amely egyúttal a személyes részvétel elvének érvényesülését segíti elő (az adatalany tudtával és ellenőrzésével kerülnek adatai a távoli adatkezelő birtokába).

Anonim remailer. Elektronikus levelező szolgáltatások, amelyek nemcsak az üzenet tartalmát, hanem annak tényét, időpontját, gyakoriságát, résztvevőinek kilétét is elrejtik az illetéktelen megfigyelő elől. Fejlett (Mixmaster típusú) változataik az üzenetek késleltetését, véletlenszerű továbbítását, az azonos üzenetek kiszűrését, a remailerek láncbafűzését, valamint szabványos üzenetméretet és rétegesen kódolt formátumot alkalmaznak.

Digitális fedőnevek. Számos PET alkalmazás kínál internetes szolgáltatások felhasználóinak ún. *nym*-eket. Ezek az egyedi digitális fedőnevek az egyes adatkezelőkkel vagy bizonyos típusú szolgáltatókkal való kapcsolat állandó *alias*-aiként, vagy egyszer használatos azonosítókként használhatók fel.

Hitelesítés azonosítás nélkül. A pénzinformatikai alkalmazások céljára kifejlesztett PET technológiák egyik alapkérdése a "hitelesítés kontra azonosítás" problémája. Az elméleti kutatások és a létező rendszerek tapasztalatai egyaránt igazolják, hogy a bank mint adatkezelő lemondhat az ügyfelek tranzakcióinak teljes körű ismeretéről, s ez paradox módon erősíti a rendszer adatbiztonsági szintjét, egyúttal biztosítja a tranzakciók hitelességét. A két elvi megoldás egyike a tranzakció részekre bontása oly módon, hogy a hitelesítés a tranzakció egészén végigkövethető legyen, az azonosítás azonban mindig csak két-két pont között jöjjön létre, s az egyes pontokon az egyedi ügyfélazonosítón egyirányú (nehezen visszafejthető) átalakítás történjen. A másik megoldás az ismétlődő, triviális tranzakciók egyszer használatos digitális fedőneveken történő bonyolítása.

1.8.6. . Adatvédelmi szakértelmek, teendők

A technológiai konvergencia és az online szolgáltatások terjedése szükségessé teszi az adatvédelmi követelmények gyakorlati érvényesítésének hozzáigazítását a változó technológiai, jogi és szervezeti környezethez. Különös

figyelmet igényel az adat és az adatalany közötti kapcsolatba hozhatóság kritériumainak rögzítése, a kapcsolat helyreállíthatóságának értelmezése, továbbá az adatkezelések összekapcsolhatósági feltételeinek, az adatalany online hozzájárulásának adatvédelmi szempontú biztosítása, valamint az adattovábbítás (különösen az automatikus adattovábbítás) feltételeinek meghatározása, a betekintési és törlési jog érvényesíthetőségének biztosítása, az adatkezelő és adatfeldolgozó viszonyának és funkcióinak meghatározása.

Az adatvédelmi követelmények érvényesítéséhez mind statikus, mind változó környezetben rendszerszemléletű, a tágran értelmezett informatikai, jogi és társadalomtudományi ismereteket magában foglaló szakértelem szükséges. Az adatkezelések adatvédelmi követelményeit, szervezeti szintű eljárási szabályait és felelősségi viszonyait célszerűen belső *adatvédelmi szabályzat* tartalmazza. Az adatkezelések adatvédelmi szempontú ellenőrzésének célszerű módja az *adatvédelmi auditálás*, amely egységes rendszerben vizsgálja a szervezet személyesadat-kezelésének folyamatát, az alkalmazott eljárásokat és technológiákat, a személyesadat-tartalmú termékeket és szolgáltatásokat. (Az adatvédelmi audit nem azonos az *adatbiztonsági* audittal, az utóbbinak egyes eredményei azonban részét képezik az adatvédelmi auditálás során vizsgált területeknek.) Előzetes adatvédelmi szempontú vizsgálatot indokolt végezni új személyesadat-kezelési rendszerek tervezésénél, felépítésénél. Az adatvédelmi státust rendszeresen ellenőrizni szükséges.

Irodalomjegyzék

[1.8.1.] Székely Iván: Az adatvédelem és az információszabadság filozófiai, jogi, szociológiai és informatikai aspektusai. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1994.

[1.8.2.] Guidelines on the Protection of Privacy and Transborder Flow of Personal Data. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris 1980.

(Magyarul: Az OECD Tanács ajánlása a magánélet védelmét és a személyes adatok határátlépo áramlását szabályozó irányelvekre. In: INFORMATIKA ? JOG ? KÖZIGAZGATÁS, Nemzetközi dokumentumok I., InfoFilia, Budapest 1991., 5.1–5.39 old.)

[1.8.3.] Convention for the protection of individuals with regard to automatic processing of personal data. Council of Europe, Strasbourg, 28 January, 1981. European Treaty Series No. 108. (Magyarul: Egyezmény a személyiségnek a személyes adatok automatikus kezelésével kapcsolatos védelméről. In: INFORMATIKA ? JOG ? KÖZIGAZGATÁS, Nemzetközi dokumentumok I., InfoFilia, Budapest 1991., 3.1–3.55 old.)

[1.8.4.] Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data. Official Journal of the European Communities No. L 281/31, 23.11.1995

(Magyarul: Az Európai Parlament és a Tanács 95/46/EC Irányelve az egyénnek a személyes adatok feldolgozásával kapcsolatos védelméről és ezeknek az adatoknak a szabad áramlásáról. Adatvédelmi Biztos Irodája, Budapest 1995.)

[1.8.5.] 1992. évi LXIII. törvény a személyes adatok védelméről és a közérdekű adatok nyilvánosságáról.

[1.8.6.] Az adatvédelmi biztos beszámolója 1995–96, 1997, 1998, 1999, 2000 Budapest.

[1.8.7.] Herbert Burkert: Privacy-Enhancing Technologies: Typology, Critique, Vision.

In: Agre, P.E. – Rotenberg, M. (eds.): Technology and Privacy: The New Landscape. MIT Press, 1997.

1.9. Adatbiztonság

Szerző: dr. Nemetz Tibor

1.9.1. Alapfogalmak

Ismeretek, gondolatok rögzítésének igénye az emberiség fejlődésének korai szakaszában megjelent: ábrák, képek, jelek, majd később betűk segítségével írásban rögzítették ezeket. Az írás célja kettős volt: valaki a későbbi időben való reprodukálhatóság érdekében akarta rögzíteni gondolatait, vagy egyszerűen közölni kívánta másokkal (általában térben, esetleg időben távol levőkkel) ezeket a gondolatokat. Az írásbeliség kialakulásával gyakorlatilag egyidejű az az igény, hogy a rögzített ismereteket ne szerezhesse meg illetéktelen személy, még akkor sem, ha a teljes írott szöveg birtokába jut. Az igény elsősorban a hatalom világi és egyházi urai részéről jelentkezett. Hadvezérek, diplomaták részéről az igény természetes és alapvető jelentőségű volt. Gyakorlatilag egyaránt kisajátították maguknak az elméletet és a gyakorlatot

Kezdetben az információ titkosságának biztosítására fizikai megoldásokat használtak: értelmes szöveget tartalmazó információ hordozókba, vagy mesterségesen konstruált szövegekbe rejtették el az információt. A bizalmas közléseket teljesen elrejtő írásos formákra (például láthatatlan írásra) szolgál a görög eredetű **szteganográfia** elnevezés. A betűírás kialakulásával azonban az információ rejtésnek hamarosan kialakult egy egyszerűbben megvalósítható, ám mégis biztonságosnak tartott módja, a helyettesítés. Az egyik első betű-kódot a zsidók már krisztus előtt használták. Ábécéjük első betűjét az utolsóval, a másodikat az utolsó előttivel, és így tovább, cserélték fel. Ismertebb lett azonban Caesar római császár eljárása. Ő egy írott szövegben minden betűt az alfabetikus sorrendbe írt 25 betűs latin ábécében a rá következő negyedik betűvel helyettesített, miközben a szóközt mindig megtartotta. Ma **Caesar eljárás** alatt értjük az output ábécé rögzített sorrendje mellett a betűk helyettesítését az alfabetikusan rájuk következő **c**-edik betűvel. Ekkor tehát **c** megválasztása egy kulcs rögzítését jelenti. A titkosítás, és a

titkosított szövegből az eredeti visszaállítása egyaránt könnyű feladat a **c** kulcs ismeretében.

Ezen a ponton célszerűnek látszik néhány alapvető elnevezést bevezetni, és fogalmat meghatározni.

Nyílt szöveg: az az írott szöveg, amelyet titkosítani akarnak.

Rejtjelezés: az a folyamat, amelynek a segítségével az írott szöveget illetéktelenk számára érthetetlené alakítják.

Rejtjeles szöveg: a nyílt szövegből a rejtjelezés eredményeként előálló új szöveg.

A **kriptográfia** általános értelemben mindazoknak az eljárásoknak, algoritmusoknak, biztonsági rendszabályoknak kutatását, alkalmazását jelenti, amelyek írásbeli információknak illetéktelenek előli elrejtését hivatottak megvalósítani. Szűkebb értelemben szokás a kriptográfiát a rejtjelző algoritmusok világára korlátozni. Ez a szűkebb terület lényegében véve matematika, amely a matematika számos részterületét öleli fel.

A kriptográfiai algoritmusok a rejtjelezés konkrét transzformációi. Ezek egy véges X input ábécé véges $x \in X^\infty$ sorozataihoz rendelnek hozzá egy véges Y output ábécé betűiből álló $y \in Y^\infty$ sorozatot. A hozzárendelést az információelméletben szokásos módon értelmezett **kódok egy paraméteres családja** valósítja meg. Minden konkrét rejtjelezés során ezen paraméterek egyikét kell kiválasztani, és a neki megfelelő kódot kell alkalmazni. A kiválasztott paramétert **kulcsnak** nevezik, a lehetséges paraméterek halmazát **kulcstérnek**.

Kulcsgondozás az a végrehajtandó terv, amely szerint az alkalmazásra kerülő kulcsot kiválasztják, és hírközlés esetén a partnerhez abszolút megbízhatóan eljuttatják. Tartalmazza továbbá a kulcsok biztonságos őrzésének módjait is.

Kriptoanalízis: mindaz a tevékenység, amely a rejtjeles szöveg alapján a nyílt szövegre visszaállítására irányul. Szokásos magyar elnevezés még a **rejtjelfejtés** is.

Kriptológia egyesíti a kriptográfia és a kriptoanalízis területeit. Rajtuk kívül magában foglalja az illetéktelen megfejtés fizikai segédeszközeit és hírszerzési vonatkozásait is.

Az általános értelemben használt Caesar eljárás annyi különböző titkosítási lehetőséget ad meg, ahány betű az ábécében van (amelyek közül egy "triviális" is van, nevezetesen a $c=0$ mértékű eltolás). Ha egy illetéktelen ismeri, hogy a titkosítás egy Caesar típusú eljárással történt, akkor teljes kipróbálással meg is fejtheti a titkosított szöveget. Ehhez pusztán fel kell írnia valamennyi lehetséges c értéknek megfelelő "eltolt" szöveget, és kiválasztani az értelmeset. Itt a határozott névelő azt sugallja, hogy egy értelemszerű szöveg adódik, és ez így is van, ha a szöveg elegendően hosszú.

Az "*elegendően hosszú*" kifejezés értelmezése lehetővé teszi, hogy az algoritmikus rejtjelzés egyik alapvető fogalmát, az **egyértelműségi pontot** megvilágítsuk. Egy rejtjelző algoritmus egyértelműségi pontja az a minimális távolság, amely lehetővé teszi a nyílt szöveg megfejtését, vagy magának a kulcsnak az azonosítását. Ha ilyen nincs, akkor a távolságot végtelennek tekintjük. Maga a távolság függ az adott szövegtől, tehát ez egy valószínűségi változó. Szokás ennek a várható értékét tekinteni egyértelműségi pontnak, bár maga a fogalom nehezen precizírozható.

Európai nyelvek esetén a Caesar eljárás egyértelműségi pontja 4-5 betű. Állításunk szabatosságot helyett javasoljuk, hogy az olvasó erről "empirikusan" győződjön meg. Válasszon egy könyvből (napilapból) egy 4-5 betűs blokkot, és próbálja azt előlről-hátulról hosszabb értelmes szöveggé kiegészíteni, például teljes kipróbálással. Tapasztalataink szerint az esetek döntő többségében ez csak egyféleképpen tehető meg.

1.9.2. Klasszikus rejtjelző eljárások.

A Caesar eljárás egy kevésbé megfejthető változata az **egyszerű helyettesítés**. Ennek alkalmazása esetén a nyílt szövegben az input ábécé valamennyi betűjét helyettesítjük az output ábécé valamelyik betűjével, ugyanazt a betűt mindig ugyanazzal, különböző input betűket különböző output betűkkel. Mivel a fantázia rendkívül sokféle output ábécét tud elővarázsolni, így a kulcstér is végtelen nagyra tűnhet. Valójában azonban ezek nagy része egymással ekvivalens. Nevezetesen igaz a következő

Tétel: Tetszőleges output ábécé melletti tetszőleges helyettesítés ekvivalens az output ábécé = input ábécé melletti valamelyik helyettesítéssel abban az értelemben, hogy az egyik akkor és csak akkor fejthető meg, ha a másik is megfejthető.

Ez a tétel segít az egyszerű helyettesítést alkalmazó rejtjelzés **biztonsági vizsgálatában**. Így meg lehet számolni, hogy egy adott ábécé méret mellett hány különböző kód létezik: annyi, ahány féle hozzárendelés van. Ezek a hozzárendelések az ábécé permutációi, tehát ha az ábécé mérete k , akkor $k!$ különböző kód van. Ez már a $k=25$ betűs latin ábécé esetén is túlságosan nagy ahhoz, hogy teljes kipróbálással meg lehessen találni a konkrétan alkalmazott kódot. Ez volt az alapja nagyon sokáig annak a tévhitnek, hogy az egyszerű helyettesítés a Caesar eljárással szemben megfejthetetlen. A tapasztalat azonban azt mutatja, hogy 9-10 éves iskolások is meg tudnak fejteni néhány száz betűből álló írott szöveget. Fejtéshez az *adott nyelv statisztikai tulajdonságait* lehet kihasználni. Minden nyelvben vannak gyakoribb és ritkább betűk. Ennek megfelelően a rejtjeles szövegben a gyakoribb betűket helyettesítő betűk is gyakoribbak lesznek, a ritkább betűk képei pedig ritkábban fordulnak elő. Hasonló igaz a betűpárookra, betűhármasokra is. A gyakorlott fejtők egészen rövid rejtjeles szövegeket is meg tud fejteni. Empirikus tény, hogy angol nyelv esetén az egyszerű helyettesítés egyértelműségi pontja 20-25 betű. (Ennyiből persze maga a transzformáció nem állítható vissza, pusztán a nyílt szöveg.)

A megfejthetőség tényét már az ókorban felismerték. Ezért újabb csodaszerként a "betűcsere" helyett a "helycserés" eljárást kezdték alkalmazni. Ennek során a nyílt szöveget egymáshoz csatlakozó adott hosszúságú blokkokba osztották, majd a blokkokon belül az egyes pozíciókban álló betűket cserélték ki egymással, mégpedig valamennyi blokkra ugyanazt a cserét alkalmazva. Az eljárás neve **pozíciócserés eljárás**, bár magyarul *keverésnek* is nevezik.

Ebben az esetben az egyszerű betűstatisztika nem nyújt segítséget az illetéktelen fejtőnek, hiszen az a keverés után nem változik meg. Eggyel magasabb rendű, betűpárookra vonatkozó statisztika azonban most is alkalmazható. Ez az alkalmazás a *statisztikai hipotézis vizsgálatok* területére vezet el bennünket. A kis lépések stratégiáját követi. Ahelyett, hogy a keverést megvalósító permutációt a maga teljességében meg akarnánk határozni, csak arra a kérdésre keressük aa

választ, hogy a rejtjeles szöveg adott pozíciójában elhelyezkedő betűket a nyílt szövegben melyik pozíció betűi követik.

A középkor végére az is nyilvánvalóvá vált, hogy az egyszerű helyettesítés megfejtése amiatt volt lehetséges, hogy mindössze egyetlen helyettesítő ábécét használtak. Így többé-kevésbé szükségszerű lett **többábécés eljárások** alkalmazása. Egy ilyen eljárás kidolgozása Blaise de Vigenère (1523-1596) tevékenységéhez fűződik. Kimerítő összefoglalást adott kora rejtjeltudományának állásáról. Számos többábécés eljárást dolgozott ki, amelyek az ábécé betűi között értelmezett összeadást hasznosítottak, így munkássága a véges csoportok előfutárjának is tekinthető. Életében módszerei nem kerültek felhasználásra, jelentőségüket csak mintegy 200 évvel ismerték fel.

A róla elnevezett Vigenère-eljárás nemcsak történelmi jelentőségű: ez vezetett el az elméletileg bizonyítottan fejthetetlen rejjelzési eljárás felfedezéséhez. Az eljárásban használt összeadás rendkívül egyszerű. Ehhez rendezzük (alfabetikus) sorrendbe az ábécé betűit, és számozzuk meg őket 0-val kezdve a számozást. Amikor két betűt össze akarunk adni, akkor adjuk össze a sorszámukat. Ha a sorszámok összege kisebb az ábécé betűinek számánál, akkor az ennyedik betű lesz a kívánt összeg. Ha a sorszámok összege nagyobb, akkor vonjuk le az összegből az ábécé betűinek számát. A maradék megint kisebb lesz a betűk számánál, így megint lesz ilyen sorszámú betű az ábécében. Most a betűk összege az ilyen sorszámú betű lesz. Ez a művelet nyilvánvalóan

bármelyik két betű esetén elvégezhető. Az is igaz, hogy bármely két betű esetén az

Egy adott betű + ismeretlen betű = egy másik adott betű

típusú egyenlet mindig egyértelműen megoldható. Ezek előrebocsátása után Vigenère eljárása:

- Választunk egy kulcsszót
- Leírjuk a nyílt szöveget
- A kulcsszót állandóan ismételve, betűről-betűre a nyílt szöveg fölé írjuk
- Az egymás alatt álló betűket összeadjuk. Az összegsorozat adja a rejtjeles szöveget.

Ez a rejtjelzés nyilván a kívánás segítségével mindig megoldható az

Ismeretlen nyílt betű = rejtjeles betű - kulcsbetű

összefüggés alapján.

Ez az eljárás is magában tartalmazza az illetéktelen fejtés lehetőségét. Mindenekelőtt *egyszerű statisztikai teszttel meghatározható a kulcsszó hossza*. Ha a kulcsszó hossza ismert, akkor az azonos kulcsbetűnek megfelelő rejtjeles betűk egy-egy oszlopba gyűjthetők, és ők már mindössze egy Caesar típusú egyszerű helyettesítéssel lettek rejtjelezve. Ennek a kulcsa éppen a megfelelő kulcsbetű. (csak a megfejtés egy lehetséges ötletét írtuk le!)

A Vigenère eljárás megfejthetőségét az teszi lehetővé, hogy a kulcsszó véges, ezért a rejtjeles szöveg azonos kódábécével rejtjelezett részekre bontható szét. Ez nem lehetséges, ha a kulcsszó legalább ugyanakkora, mint maga a nyílt szöveg. Ha még azt is lehetne biztosítani, hogy a rejtjeles szöveg és a nyílt szöveg statisztikailag független, tehát a rejtjeles szöveg teljes ismeretében sem lehet semmivel sem többet mondani a nyílt szövegről, mint ennek ismerete nélkül, akkor az illetéktelen fejtés is reménytelen lenne. Ezt a gondolatot hasznosította Vernam amikor a **One time pad** néven ismertté vált szabadalmát bejelentette. A Vigenère eljárásban azt a változtatást hajtotta végre, hogy a kulcsszó méretét nagyon nagyra választotta, magát a kulcsszót pedig betűről betűre haladva véletlenszerűen, egyenletes eloszlással sorsolta ki. Ezt a kulcssorozatot egy-egy tépő-blokk-füzetbe rögzítették kettő példányban. Egyik példány a rejtjelzőé lett, amásik a megoldóé. A két füzet kiosztását, őrzését a legszigorúbb biztonsági rendszabályok mellett kellett végrehajtani. Minden lapot csak egyszer lehetett felhasználni, erre utal a névben szereplő *one time*. A második világháborúban a nagyhatalmak fontosabb üzenetek továbbítására ennek az eljárásnak valamelyik változatát használták.

A véletlen választással kapcsolatban itt fogalmazzuk meg a kriptogáfában már a múlt században általánosan elfogadott elvet.

Egy *kriptográfiai eljárás bevizsgálása során alapvető feltétel*, hogy az ellenfél (potenciális illetéktelen megfejtő) a paraméteres kód-családot teljesen ismeri (például megvette egy alkalmazottól). Ilyenkor a titkosságot csak a kulcs megválasztása jelenti, így azt úgy kell megválasztani, hogy illetéktelenek számára maximális bizonytalanságot tartalmazzon. Ezt úgy lehet biztosítani, hogy minden új nyílt szöveghez egy új kulcsot választunk, mégpedig minden előzőtől függetlenül, egyenlő

valószínűséggel. Ennek módszereivel a matematika egy nagy részterülete, a *véletlenszám generálás* témaköre foglalkozik.

Az újkor hajnalán az egyszerű helyettesítés egy más típusú általánosítása is megtörtént. Ennek során nem betűket, hanem betűcsoportokat helyettesítettek, mégpedig általában nem ugyanakkora, hanem rövidebb sorozatokkal. Ez az általánosítás Antoine Rossignol felfedezése. Összegyűjtött a királyi udvar rejtjeles forgalmát jellemző tipikus szófordulatokat, neveket, és ezeket **egy kódkönyv**be rendezte. A kódkönyv valamennyi tételét egy rövid betűcsoporttal azonosította. Az 1600-as évek második felében így konstruált Nagy Chiffre nevű kódkönyve hosszú ideig megfejthetetlen maradt, csak 1890-ben sikerült megfejteni. Magyar vonatkozása a kódkönyvek korai történetének, hogy a Napkirály Habsburgok elleni külpolitikai tevékenysége során II. Rákóczi Ferenchez is eljuttatott kódkönyveket, ilyenekkel folytatták titkos levelezésüket.

A kódkönyvek jelentették az első lépéseket a rejtjelzés nyilvánossága felé. Röviddel Morse találmánya után egy Smith nevű ügyvéd a nyilvános távirati kereskedelmi forgalom számára szerkesztett egy titkos üzleti levelezést szolgáló "bestseller" kódkönyvet, amely egyúttal a hatékony adattömörítés és a rejtjelzés kapcsolatára is rámutatott.

Az ipari forradalmat követően a titkos üzenetek száma és terjedelme annyira megnövekedett, hogy a rejtjelzés gépesítése mindennapi szükségletté vált. Már a múlt század második felében megjelentek azok az eszközök, amelyek mai **rejtjelező gépek** elődeinek tekinthetők. Valamennyien a többábécés eljárások technikai kivitelezését segítették. Az első rejtjező gépek a Vigenère eljárás valamely változatát igyekeztek gépesíteni. Ilyen volt az 1867-ben konstruált Wheatstone korong, majd az 1891-ből származó Baseries féle rejtjelző korong.

A rejtjelzési eljárások két utóbbi köre uralkodó szerepet töltött be a II. világháborúig, illetve annak elején. A két legfeljettebb eljárás egyike kódkönyveket alkalmazott a másik pedig tárcsás rejtjelző gépeket, ahol az egymás utáni rejtjelző kódokat a tárcsák léptetése automatikusan generálta. Meglepő módon csak lassan ismerték fel, hogy ezek nem biztosítanak hatékony titokvédelmet.

A megfejthetelenségbe vetett tévhit tipikus példája a németek által használt *ENIGMA* gép. Ez a gép valóban nagyon bonyolult matematikai algoritmust használt.

A gép működését két lengyel matematikusnak sikerült rekonstruálni, majd a rejtjelfejtési munka Lengyelország lerohanása után Angliában folytatódott. 1942 végére az angolok már "on-line" tudták olvasni a német Enigma üzeneteket.

Az Enigma mellett természetesen más mechanikus és elektromos rejtjelzőgépek is forgalomba kerültek. Közülük a legelterjedtek (bár megváltozott formában) ma is forgalomban levő *Hagelin gépek*. Ezek megfejtési algoritmusai is publikusak.

A kriptográfia történetéről részletes leírást ad Kahn [1.9.4.]

1.9.3. A Shannon elmélet

A II. világháború alatt már a rádiós hírközlés vált általánossá. Ennek lehallgatása rutin feladat lett. Így a rejtjelfejtők hatalmas mennyiségű olyan rejtjeles szöveg birtokába jutottak, amelyek ugyanazon algoritmussal, bár többnyire táviratonként eltérő kulccsal készültek. Ez volt az egyik oka, hogy a világháború elején a rejtjelzők – rejtjelfejtők párharcában az utóbbiak voltak az eredményesebbek. A rejtjelzőgépek és más, sokáig megfejthetetlennek tartott eljárások sorozatos megfejtését kísérő csalódások kikövetelték egy olyan elmélet létrejöttét, amelyik *tudományos szigorúsággal képes megvizsgálni egy adott kriptorendszer megbízhatóságát*. Ehhez először azt a környezetet kellett modellezni, amelyben a kriptográfia működött, tehát magát a hírközlést. Ezt a szükségszerűség szülte feladatot **Claude E. Shannon** oldotta meg még a háború alatt, majd 1948-49-ben publikálta [1.9.8.], [1.9.9.]. Shannon kifejlesztette a **hírközlés** máig használt **matematikai elméletét**, és ehhez kapcsolódva a **titkos rendszerek hírközlési elméletét**. Az elméleten belül lehetőség nyílt annak szabatos bizonyítására, hogy a Vernam által szabadalmaztatott egyszeri véletlen átkulcsolás elméletileg is fejthetetlen rejtjelzési eljárás, ha pusztán a rejtjeles szöveg alapján kell a fejtést elvégezni.

C.E. Shannon II. világháborús rejtjelfejtői tevékenységének tapasztalatait felhasználva alkotott hírközlési és kriptográfiai matematikai modelljét az **információelmélet** megalapozásának tekintik.

A modell blokkdiagrammját az 1.9.1. ábra mutatja. Ezen az ábrán az illetéktelen fejtő bekapcsolódásának a lehetősége is fel van tüntetve, utalva az

illetéktelen információszerzés lehetőségére is. Már ebben a modellben felhívjuk a figyelmet arra a tényre, hogy a legbiztonságosabb algoritmus esetén is szükséges egy **jól megtervezett üzemeltetési szabályzat** maradéktalan betartása, mert e nélkül az elméletileg megfejthetetlen rejtjelzési algoritmus is könnyen fejthetővé válhat.

Erre vonatkozóan ismertetünk egy negatív példát az elméletileg fejthetetlen a véletlen egyszeri átkulcsoláshoz kapcsolódóan. Egy rendkívül durva hiba ugyanannak az átkulcsoló sornak ismételt felhasználása. A *kulcsisméltés* egyszerű (kézzel is végrehajtható) statisztikai teszttel felismerhető. Felismerés után a két rejtjeles szöveget egymásból kivonva megszabadulunk a biztonságot jelentő kulcstól, amit a különbség szöveg már nem tartalmaz. Ez a különbség szöveg a két nyílt szöveg különbsége lesz. Ebből a különbségből a két nyílt szöveg már a múlt századból ismert módon, *Kerchkoff* által kidolgozott módszerrel visszaállítható (esetleg minimális hibával). A kulcsisméltés hibáját számos ország elkövette, köztük a Szovjetunió. Ennek oka első sorban a "tisztá" használat esetén felépő jelentős pénzügyi kiadás volt. Valódi véletlenszám generátort kellett alkalmazni. A generált sorozatokat biztonságosan kellett tárolni, és abszolút biztonságos csatornán eljuttatni a felhasználókhoz, mégpedig a háborús körülmények között. Ennek a kemény feladatnak az egyszerűsítését jelentette, hogy ugyanazt a véletlenszám sorozatot bizonyos eltolással ismételtlen felhasználták. A *Venona-papers* címmel idézett, a 90-es évek végén nyilvánosságra került tanulmányok szerint az USA hírszerzése külön csoportot szervezett a kulcsisméltést használó távíratok összegyűjtésére és megfejtésére. Ebben az esetben a modell ábrájában a "Segédinformáció" a hírszerzés által beszerzett információ volt, amely felderítette az ismételt kulcsfelhasználás gyakorlatát.

A segédinformációk nemcsak megkönnyíthetik a rejtjelfejtést, de esetleg feleslegessé is tehetik azt. A számítógép képernyőjét elektronikusan leolvasva például közvetlenül is meg lehet ismerni a nyílt szöveget. A rejtjelzési környezet ilyen jellemzőinek feltérképezése elengedhetetlen egy "jó" biztonsági rendszabályzat elkészítéséhez. A kriptográfiai módszerek alkalmazása az algoritmikus megdondolásoknál sokkal szélesebb skálán mozog.

1.9.4. Nyilvános rejtjelzési eljárások: DES, AES, IDEA

A rejtjelzés klasszikus, hagyományos alkalmazási területe a katonaság, hírszerzés és diplomácia. Ezekre a központi irányítás jellemző. Általában létrehoznak egy rejtjelző központot. Ennek a feladata a rejtjelző algoritmus kiválasztása, a biztonsági rendszabályzat kialakítása és betartatása, a kulcsgenerálás folyamatos megoldása és kulcskiosztás megszervezése. Az alkalmazás résztvevői jól meghatározott hírközlő végpontok, amelyek egy zárt hálózatot képeznek.

Zárt hálózat: olyan hírközlési hálózat, amelyben minden felhasználó előre ismert, nyilvántartott. Senki sem léphet be új felhasználóként önkényesen a rendszerbe. A rendszeren belüli forgalmazás csak a hálózat által elfogadott azonosítás megtörténte után lehetséges.

A hírközlés robbanásszerű fejlődése azt az igényt is megteremtette, hogy akár ismeretlen emberek is biztonságos, mások számára érthetetlen levelezést folytathassanak egymással. Ennek megfelelően a korábbi *zárt hálózatok* helyett egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a *nyílt hálózatok*.

Nyílt hálózat: olyan hírközlési hálózat, amelyhez nyilvánosan közzétett szabályok szerint bárki csatlakozhat.

Első lépésként egymást ismerő üzletemberek csoportjai kívántak egymással rejtjeles kapcsolatot létesíteni. Ez nem jelentett a klasszikus alkalmazásoktól lényegesen eltérő feladatot. Közösén megválaszthatták az alkalmazni kívánt rejtjelző algoritmust, megválaszthatták egy rövidebb időszakra érvényes rejtjelkulcsaikat és azokat személyesen kicserélhették egymással. Ők is egy zárt hálózatot alkottak azzal a különbséggel hogy a hálózat bővítése adminisztratílag egyszerűbben, közös akarattal történt. Egy ilyen nyílt hálózat is lehet központi szervezésű, például egy cég és leányvállalatai (vagy ügyfelei) között. A rejtjelzési algoritmusok ebben az esetben nem igényeltek semmi újabb elemet, a hagyományos módszereket továbbra is lehetett alkalmazni. Elérhető szakismeretük hiányosságai, anyagi lehetőségeik korlátai azonban megkövetelték a szakmai segítséget az algoritmusok megválasztásában és a biztonságos működés rendszabályzatának a létrehozásában. Ennek megvalósítása azonban már államérdek volt, ahogyan azt először az USA-ban felismerték. Rejtjelzési szabványra volt szükség, amely

garantálni tudta felhasználóinak a megbízható üzenetváltást. Az első ilyen szabvány a DES (Data Encrytion Standard).

Ezt 1976 decemberében a *National Bureau of Standards*, USA, jelentette be, mint egy új "Nemzeti Adatfeldolgozási Szabványt" (FIPS No. 46. Leírása megtalálható az USA szabványok gyűjteményében, lásd National Bureau of Standards [1.9.6.]

A DES 64 bites (8 byte-os) nyílt üzenet blokkokat képez le ugyancsak 64-bites rejtjeles blokkokba 56 bit nagyságú kulcsméret mellett. Az IBM által kifejlesztett block-algoritmus Shannon egy keverő transzformációját használva biztosítja, hogy a blokkon belül a kimenet minden bitje függ a bemenet minden bitjétől. A szabvány tartalmazza azt a kikötést is, hogy csak hardware implementált változata használható az USA-n belül, és az USA kormányzat megtiltotta, hogy ezt a hardware kivitelezést exportálják. Magát az algoritmust 5 évenként biztonsági vizsgálatnak vetették alá. Ez utoljára 1994-ben történt meg, amikor 1998-at jelölték meg a felhasználhatóság utolsó határának. Ennek ellenére kissé módosított változatban ma is általánosan használják.

A DES megfejthetőségére utaló publikációk sorát Martin Hellman egy 1977-ben tartott előadása nyitotta meg, aki a teljes kipróbálást is kivitelezhetőnek tartotta megfelelően épített hardware segítségével. A DES halálához a döntő csapást Biham és Shamir munkássága adta meg, akik 1993-ban egy újonnan kifejlesztett módszer, a "Differential Cryptanalysis" segítségével adtak meg egy fejtési eljárást. 1994-ben Matsui egy más típusú, u.n. lineáris kriptanalízis módszert dolgozott ki, amely már gyakorlatilag kivitelezett fejtésről számolt be.

Javításként először a fejtést gyakorlatilag kivitelezhetetlennek beállító eljárásként a DES kétszeres alkalmazását javasolták. Ehhez az üzenetet kétszer kellett egymás után rejtjelezni két, egymástól függetlenül választott kulccsal, ami a kulcs méretét immár 108 bit hosszúságúvá tette. Ezzel kapcsolatban már 1992-ben Merkle és Hellman nyilvánvalóvá tette azonban, hogy ha a "simple DES" fejthető, akkor egy "Középen találkozunk" elnevezésű módszer lehetővé teszi a "Double DES" fejtését is.

A DES jelenlegi legfejlettebb változata a "Triple Des, 3-DES". Ez vagy kettő, vagy három 58 bites kulccsal dolgozik. Az üzenetet először az első kulccsal

rejtjelezik normál DES módban, majd a második kulccsal a megoldó algoritmust alkalmazzák rejtjelezőeljárásként. Az így nyert közbülső szövegre alkalmazzák ismét az első, három kulcsos rendszerben a harmadik kulcsot. Ismertnek tekintik, hogy több helyen építettek olyan célgépet, amellyel a 3xDES-t fejteni lehet..

Az export-tilalom miatt számos konkrét chip-megvalósítás található a piacon, és a pénzügyi szféra több nemzetközi szabványában is található 3-DES elem. A Triple-DES chipek vásárlóinak ajánlatos erősen kritikus szemmel megvizsgálni az alkalmazni kívánt megoldást. Az Internetről letölthető szoftver alkalmazása a leghatározottabban kerülendő.

Mivel az algoritmus publikus, így jogtisztán programozható. Programozás során számos matematikai trükk tudja az időfaktort csökkenteni.

2001 őszén a NIST új amerikai rejtjelzőszabványt hirdetett ki, az **AES: Advanced Encryption Standard-t**. A DES-sel kapcsolatosan felmerült hiányosságok együtt kikényszerítették a National Institute of Standards and Technology (NIST) azon döntését, hogy ki kell fejleszteni a DES utódját, amely az Advanced Encryption Standard (AES) nevet kapta. A pályázatot 1997 szeptemberében írták ki, közzétéve azon elvárásoknak a listáját, amelynek az AES algoritmusnak meg kell felelni. Ugyanakkor deklarálták, hogy a benyújtott rejtjelzési algoritmusok nyilvánosak, szabadon felhasználhatók lesznek. A kiírás szerinti elvárások:

- Legyen blokkos algoritmus, 128 bites blokkmérettel
- A 128, 196 és 256 bites kulcsméret opcionálisan egyaránt megválasztható
- Legyen az algoritmus nyilvános, jogdíj nélkül használható
- Álljon ellen valamennyi ismert rejtjelfejtési módszernek
- Legyen világos, logikus szerkezetű, áttekinthető
- Mind a kódolás, mind a dekódolás gyors legyen
- Kevés memóriát foglaljon el
- Többféle processzoron is hatékonyan implementálható legyen

Ezeknek az elvárásoknak megfelelő rejtjelzési algoritmus várhatóan hosszú távra, akár 20-25 évre is megoldja a polgári életben keletkező adatok biztonságos védelmének a kérdését.

A beérkezett pályaművek közül 15 felelt meg a formai elvárásoknak. A NIST 1999. március 22-23 között Rómában megrendezett második szakértői konferencia eredményeként már csak öt algoritmus maradt versenyben:

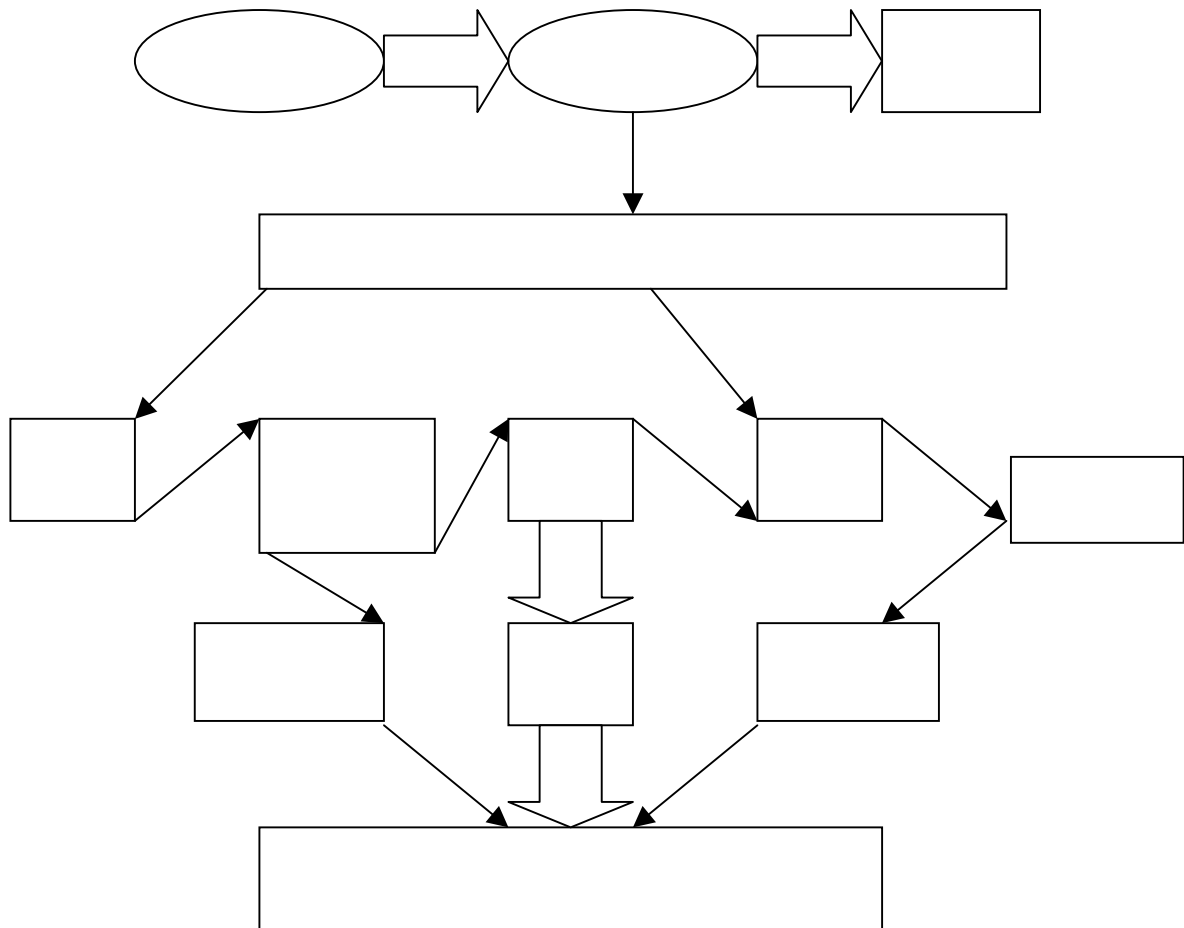
A győztes algoritmust 2000. október másodikán jelentették be. A versenyt a **RIJNDAEL algoritmus** nyerte meg, melynek szerzői, **Rijmen, Daemen belga kriptográfusok**. A Rijndael algoritmus teljes mértékben megfelel a fent leírt feltételeknek. Az algoritmus több érdekes technikát alkalmaz (pl. byte-szintű operációk a 256 elemű véges test fölött.). Szerkezete nem követi a DES struktúráját, bár ez is számos iterációs lépésben valósul meg. Minden iteráció három rétegből áll (lineáris keverés réteg, nemlineáris réteg, kulcs-addíciós réteg), amelyek szerepe különböző. (lásd: [1.9.1.])

A Rijndael algoritmus egyszerű, világos, bármely programozási nyelven gyorsan programozható. Az Internetről számos változat szívható le, bár ezt a megoldást senkinek sem ajánljuk.

Az AES pályázat kiírása előtt is számos megoldást javasoltak a DES kiváltására, helyettesítésére. Ezek közül a legelterjedtebb az **IDEA Cipher**. Ezt Lai és Massey javasolták 1990-ben, mint "Proposed Encryption Standard"-t. Lai 1992-ben fejlesztette tovább az IDEA (= Ideal Data Encryption Algorithm) néven ismertté vált eljárássá.

Az IDEA gondosan választott alapvető, de kielégítő bonyolultságú matematikai műveletek speciális kombinációit használja fel. Ezeket a műveleteket 16 bites blokkonként alkalmazza 64 bites nyílt szöveg blokkokra, 128 bites kulcs felhasználása mellett. A blokkon belüli kimenet bitek mindegyike minden bemeneti bittől függ. Bizonyítottan rendelkezik a Shannon által megkövetelt keverési és szétterjesztési tulajdonságokkal. A matematikai műveletek egyszerűsége gyors és egyszerű technikai megoldásokat tesz lehetővé mind software, mind pedig hardware szinten. Ezeknek a megoldásoknak némelyike eredményes fejtést enged meg, így ezekre megvásárlásuk során különös figyelmet kell fordítani.

Az IDEA eljárás számos országban szabadalom védelem alatt áll. Az Európára érvényes szabadalom bejegyzésének ideje 1993. június 30, száma EP 0 482 154 B1. Termékbe beépítve használatához az ASCOM engedélye szükséges. A



<http://www.szcom.ch/Web/systemec/security/license/htm> címen minderről bővebb felvilágosítás olvasható.

A klasszikus rejtjelző eljárások egyetlen kulcsot használnak rejtjelzésre és megoldásra (miközben a megoldó algoritmus nem feltétlenül egy fordított sorrendben végrehajtott rejtjelzés). Ezért az utóbbi időben rájuk **szimmetrikus kulcsú eljárások** néven szokás hivatkozni.

A klasszikus kriptográfia módszereit alkalmazták az analóg jeleket használó első **beszédtitkosítók** is. Ezek az időtengely egységintervallumát sok kis egyenlő hosszúságú részintervallumra osztva a rész-intervallumokat permutálták. Ugyancsak permutálták az amplitudótengely hasonlóan képzett kis intervallumait is. Napjaink gyakorlatában az analóg jeleket először *digitalizálják*, majd az így adódó digitális sorozatokat nyílt szövegnek tekintve rejtjelzik.

1.9.5. Nyilvános kulcsú kriptográfia.

Napjainkban a digitalizált hírközlés forradalma zajlik. Ahogyan a korábbi nagy társadalmi változások mindig kialakították a maguk sajátos kriptográfiai eljárásait, ugyanúgy az elektronikus társadalom is kialakítja a maga saját formáit. A digitális hírközlés egyik elvárása, hogy ismeretlen emberek abszolút biztonságosan tudnak egymással titkos üzeneteket váltani. Napjainkra ennek az elvárásnak a technikai biztosítékai is rendelkezésre állnak.

A nyílt hálózatok digitális világában a biztonság két különböző típusú követelmény kielégítését jelenti. A személyiséggel kapcsolatos jogok, valamint az adatok biztonsága érdekében másféle intézkedésekre van szükség. Két szokásos meghatározás:

Adatbiztonság: digitális adatok sérthetetlenségét, illetéktelen személyek által történő megismerését megakadályozó módszerek összesége.

Adatvédelem: azoknak a módszereknek az összesége, amelyek megakadályozzák az adatok alapján a személyiségi jogok megsértését, például hozzáférésvédelem biztosításával. Ennek eszköze a nyilvános kulcsú kriptográfia.

A **nyilvános kulcsú kriptográfia** olyan kriptográfiai rendszer, amelynek a résztvevői közös algoritmust használnak rejtjelezésre. Nyílt hálózatokban használják, amelybe bárki beléphet résztvevőként. Az algoritmusnak két - a használóktól függő egyedi - kulcsa van. Ezek egyikét (a nyilvános kulcsot) a nyílt hálózat résztvevői nevükkel együtt nyilvánosságra hozzák, a másikat titokban tartják. (Ezt titkos kulcsnak nevezik.) A kulcsok egyikét a rejtjelzésre, a másikat a (jogosult) megoldásra használják.

Olyan közös rejtjelzési algoritmust használnak, amelyben a rejtjelzést a nyilvános kulcs birtokában könnyű elvégezni, de pusztán ezzel a nyilvános kulccsal a dekódolás gyakorlatilag nem kivitelezhető. A titkos kulcs segítségével azonban a dekódolás is gyors művelet. Ezt a filozófiát megvalósító rendszerek gyűjtőneve: *Nyilvános kulcsú rendszerek* (public key cryptosystems).

Maga az elképzelés a *Hellman-Diffie* szerzőpárostól származik. Az első és máig az egyetlen megbízhatónak látszó, technikailag kivitelezhető eljárást Rivest, Shamir, Adleman adta meg 1978-ban, lásd [1.9.7.]. Matematikai alapja a

számelmélet *Fermat tétele*, és az a tény, hogy nagy számok osztóinak meghatározása rendkívül bonyolult feladat

Az **RSA algoritmus** a modulo aritmetikában az ismeretlen hatványban tartalmazó egyenletek megoldásának nagyfokú bonyolultságát használja ki, így megfelelő nagyságú modulus esetén a megoldás technikai kivitelezhetetlensége szolgáltatja a biztonságot. A "megfelelő nagyság" itt kritikus szerepet játszik: a kezdetben biztonságosnak ítélt 40 bit hosszú kulcsok helyett ma nem nevezhető biztonságosnak 1024-nél rövidebb kulcs.

A nyilvánosságra hozott kulcs egy (E, M) egészekből álló számpár. A titkosítás ezek segítségével történik. Először a nyíltzöveg adott hosszúságú blokkjait az M modulusnál kisebb egész számmá alakítják, majd ezt a számot M modulusban felemelik az E -edik hatványra. Ez a szám, illetve ennek az átviteli csatornára befogadható sorozattá kódolt változata lesz a titkosított üzenet. A titkos kulcs a nyilvános kulcshoz hasonlóan egy (D, M) számpár, ahol M azonos az előzővel, míg a D dekódoló exponens úgy van megválasztva, hogy a titkosított üzenetnek megfelelő modulo- M számot ennyiedik hatványra emelve az eredeti üzenet adódik. Megbízható algoritmushoz M -et két nagyon-nagy prímszám szorzatának, E -t véletlenszerűen választják.

Mivel a modulus aritmetikában a hatványozás idő- és költségigényes, ezért szinte kizárólag hardware megoldások jönnek számításba. A piacon számos ilyen hardware (Chip) megoldás konkurál. Ezek főként a véletlen prímszám, vagy a véletlen exponens megválasztásban térnek el egymástól, de köztük a döntő különbséget a nagyszám aritmetika megválasztása jelenti. Az elsőre a "hibás" választások miatt elvégezhető fejtecsések lehetősége miatt fontos odafigyelni, míg a második a gyorsaság (időigényesség) miatt jelentős. Az RSA első alkalmazásai között szerepel a digitális aláírás, a hozzáférés védelem, és az üzenethitelesítés.

Digitális aláírással lehet garantálni digitális dokumentumok eredetét, eredetiségét, letagadhatatlanságát. A digitális aláírástól ugyanazt az aláírtság-funkciót várjuk el, mint amit a kéziratos aláírás a hagyományos dokumentumok esetén biztosít.

A **digitális aláírás** olyan digitális (titkosított) karaktersorozat, melyet igen nagy valószínűséggel csak az aláíró kódolhatott, s ez magából a kódolásból következik és amely

- elektronikus adathordozón tárolható
- elektronikus csatornán továbbítható
- függ az aláíró személyétől,
- függ az aláírt szövegtől
- a küldött üzenetből képezett sűrítményt, "lenyomatot" tartalmazhat.
- tartalmazhat az aláírás megtörténtjének időpontját rögzítő időpecsétet.

A *digitális aláírás* során a hitelesítendő hosszú dokumentumokhoz egy rövid *STRINGet* rendelünk hozzá úgy, hogy különböző dokumentumokhoz különböző stringek tartozzanak, miközben a stringek előállítása könnyű feladat. Ezeket a sztringeket *digitális lenyomatnak (sűrítmény nevezik)*. Őket akarjuk azonosításra használni. Azt a leképezést, amely ezt a feladatot megoldja, **hash függvénynek** nevezik. A hash függvénnyel szembeni elvárásokat a következő követelmények összegezik:

- Gyakorlatilag lehetetlen egy adott outputhoz olyan új dokumentumot konstruálni, amelyiknek ugyanaz a lenyomata.
- Gyakorlatilag lehetetlen két olyan dokumentumot konstruálni, amelyeknek azonos a lenyomata.
- Ha a dokumentumban legalább egy bitet megváltoztatunk, akkor a megfelelő lenyomat sok bitben különbözik. Gyorsan számolható.
- Elegendő hosszúságú bementi dokumentum esetén a lenyomat véletlenszerűen viselkedik. 5-6 32 bites szóból álló bemenet már "elegendően" hosszúnak tekinthető.

A fenti követelményeknek megfelelő eljárások közül a **Secure Hash Algoritmus**, az SHA hash függvény a legáltalánosabban elterjedt. Az algoritmus inputja egy tetszőleges hosszúságú (de maximum 2^{64} bitből álló) tetszőleges dokumentum, az *outputja* pedig egy *160 bit hosszúságú string* (hash érték=message digest).

Az SHA függvényt az amerikai *Federal Information Processing Standard* sorozat 180-as számú dokumentuma szabványosítja. A szabványon 1996-ban apróbb változásokat hajtottak végre, az új változatot SHA-1 jelöli. Az új szabvány a **FIPS PUB 180-1** jelet kapta. Az algoritmus számítás-technikailag sokféle módon valószínűsíthető meg, amelyeknek azonban ugyanazon bementi sorozat esetén ugyanazt

a lenyomatot kell eredményezni. A szabvány az alábbi három stringet adja meg a szabvánnyal való megfelelés ellenőrzésére.

Megjegyezzük, hogy elfogadhatónak tartják az **MD4** és annak módosított **MD5 eljárás** használatát is. Ugyancsak használatos a CCITT által javasolt **32 bites CRC** algoritmus (ANSI X3.66 szabvány).

Az MD5 eljárás alkalmazása jogdíjköteles, az SHA-1 és a CRC jogtisztán is használható saját készítésű szoftver esetén. Valamennyire létezik több INTERNETes konkrét megvalósítás is, bár azok helyességét, vírusmentességét semmi sem garantálja. Helyénvaló itt idézni egy tipikus figyelmeztetést az Internetről: "Ilyen szabványok a Szövetségi Kormány Export Ellenőrzési rendeletének a hatálya alá esnek, Szövetségi Törvénykönyv, 15. címszó, 768-799. bekezdések."

Az elektronikus üzenetküldés egyre tömegesebbé válásának egyik következményeként igény merült fel arra, hogy elektronikus formában joghatást kiváltó üzenetet is lehessen küldeni (pl. szerződéses ajánlat, illetve annak elfogadása, teljesítés igazolása). Ehhez azonban szükséges, hogy az így kapcsolatba kerülő felek hitelesen megállapíthassák, kitől származik az üzenet és annak tartalma nem változott-e a feladás óta. Ezt az igényt hivatott a digitális aláírás kielégíteni. A digitális aláírás jogi elismerhetősége érdekében számos ország **digitális aláírás-törvényt** alkotott, Európában elsőként a Német Szövetségi Köztársaság 1997 őszén. Hazánkban az Országgyűlés – felismerve és követve az egyetemes fejlődésnek az információs társadalom felé mutató irányát, az új évezred egyik legfontosabb kihívásának eleget téve – 2001 júniusában alkotott **törvényt az elektronikus aláírásról** annak érdekében, hogy megteremtse a hiteles elektronikus nyilatkozattétel, illetőleg adattovábbítás jogszabályi feltételeit az üzleti életben, a közigazgatásban és az információs társadalom által érintett más életviszonyokban.

A törvény értelmezése szerint

Elektronikus dokumentum: elektronikus eszköz útján értelmezhető bármilyen adat. **Elektronikus aláírás:** elektronikus dokumentumhoz azonosítás céljából végérvényesen hozzárendelt vagy azzal logikailag összekapcsolt elektronikus adat, illetőleg dokumentum.

Elektronikus okirat: olyan elektronikus irat, mely nyilatkozattételt, illetőleg nyilatkozat elfogadását, vagy nyilatkozat kötelezőnek elismerését foglalja magában.

Időbélyegző: elektronikus irathoz, illetve dokumentumhoz végérvényesen hozzárendelt, illetőleg az irattal vagy dokumentummal logikailag összekapcsolt igazolás, amely tartalmazza a bélyegzés időpontját, és amely a dokumentum tartalmához technikailag olyan módon kapcsolódik, hogy minden – az igazolás kiadását követő – módosítás érzékelhető.

Az időpecsétet a sűrítmény elkészítése előtt helyezik el szokványosan a digitális dokumentum elejére. Ugyancsak ide helyezhetnek el az *aláíró azonosító adatokat*, például útlevélszámot, születési helyet, dátumot. Ezután következhet a sűrítmény elkészítése, amely tehát ezektől az adatoktól is függ. Az aláírást egy nyilvános kulcsú rejtjelzés teheti teljessé. Ezt megadott eljárás mellett az aláíró titkos kulcsával végzi el.

Az *aláírás ellenőrzése során* az ellenőrző először dekódolja a rejtjelzett sűrítményt a az aláíró nyilvános kulcsával, majd a rendelkezésre álló nyílt dokumentumhoz ő is meghatározza a sűrítményt. Ha ez és a dekódolt aláírás megegyezik, akkor az aláírást hitelesnek tekintik. A valóságban azonban ez az ellenőrzés mindössze azt bizonyítja, hogy az aláíró megegyezik azzal, aki a nyilvános kulcsot a központi nyilvántartóba elhelyezte. Szükséges tehát annak az tanúsítása is, hogy az aláíró valóban az, akinek vallja magát. Ezt a *hagyományos közjegyzői szerephez hasonlóan* egy megbízható harmadik fél, a **hitelesítés szolgáltató** végzi. A Hitelesítés Szolgáltató működését hazánkban a Híradástechnikai Felügyelet engedélyezi a törvényben meghatározott szigorú feltételek szerint. Ezek a feltételek magukban foglalják azt a követelményt, hogy a Hitelesítés Szolgáltatónak feladata ellátásához rendkívül szigorú biztonsági feltételeket kielégítő infrastruktúrával kell rendelkezzen. Ezek a biztonságos titkosítási módszerek mellett magukban foglalnak számítástechnikai követelményeket, mint például *megbízható tűzfalak* alkalmazása, de kiterjednek a fizikai környezetre, katasztrófa tervekre, és a személyzetre is. A nemzetközi feltételeket, szabványokat kielégítő infrastruktúrát magyarul is az angol **Public Key Infrastructure (Nyilvános Kulcsú Infrastruktúra)** kifejezésből származó **PKI** rövidítés jelöli.

A törvény meghatároz néhány alapvető jogi fogalmat is:

1. **Aláírás-létrehozó adat:** olyan egyedi adat (jellemzően kriptográfiai magánkulcs), melyet az aláíró az elektronikus aláírás létrehozásához használ.

2. **Aláírás-ellenőrző adat:** olyan egyedi adat, (jellemzően kriptográfiai nyilvános kulcs), melyet az elektronikus iratot vagy dokumentumot megismerő személy az elektronikus aláírás ellenőrzésére használ.

3. **Aláírás-létrehozó eszköz:** szoftver vagy hardver, melynek segítségével az aláíró az aláírás-létrehozó adatok felhasználásával az elektronikus aláírást létrehozza.

4. **Aláíró:** az a természetes személy, akihez az elektronikus aláírás hitelesítés-szolgáltató (a továbbiakban: hitelesítés-szolgáltató) által közzétett aláírás-ellenőrző adatok jegyzéke szerint az aláírás-ellenőrző adat kapcsolódik.

Bár 2002-re a legtöbb európai ország megalkotta a maga elektronikus aláírás törvényét, ezek összehangolása, pontosítása továbbra is napirenden maradt. Az Information and Communication Technology Standards Board égisze alatt az európai ipari és szabványosítási szervezetek kibocsátották az Európai Elektronikus Aláírás Szabványosítási Kezdeményezést (**EESSI**= European Electronic Signature Standardization Initiative). Ennek az a célkitűzése, hogy átfogóan elemezze a szabványosítási tevékenység jövőbeli igényeit az elektronikus aláírásokról szóló Európai Direktíva megvalósítása érdekében, különös tekintettel az üzleti környezetre.

A törvény lehetőséget teremt arra, hogy igazolni lehessen: egy jogügylet valóban létrejött,

- meghatározott tartalommal,
- helyen és időben.
- Az aláírás azonosítható és
- egyetlen személyhez kapcsolódik

Ennek megfelelően egy digitális okirat akkor érvényes, ha teljesül a

- **Letagadhatatlanság:** Szerzője és tartalma letagadhatatlan.
- **Kelkezés igazolás:** Megállapítható, hogy mikor készült.
- **Sértetlenség:** Sem szerzője, sem más nem változtathatja meg.
- **Bizalmasság:** Jogtalan hozzáférő nem tudja elolvasni.
- **Hitelesség:** Meg lehet győződni arról, hogy az készítette, akinek vallja magát.

1.9.6. Kriptográfiai protokollok

A PKI egyik fontos jellemzője, hogy a rendelkezésre állnak két végpont közötti gyors és automatikus kapcsolatteremtéshez szükséges feltételek. Részben ezt a feladatot végzik el a **kriptográfiai protokollok**. Kapcsolat létrehozó funkciójuk

mellett olyan rendszabályokat is tartalmaznak, amelyek biztosítják, hogy egy adott alkalmazásban a felhasznált algoritmusok a megkívánt titkosságot, vagy hitelességet nyújtsák. Nyílt hálózati környezetben két alapvetően különböző megközelítés bizonyult hatékonynak; a hálózati szintű és az alkalmazás-szintű hitelesítés. A különböző hálózati szint nagy mértékben meghatározza a tulajdonságokat és behatárolja a lehetőségeket.

A gyakorlatban alkalmazott protokollok illusztrálására röviden bemutatjuk a **Secure Socket Layer (SSL)** protokollt. Ennek alkalmazásakor a szerver bizonyítja saját azonosságát a kliens előtt. Tipikusan a kliens "Ki vagy?" kérdésére a szerver válasza: "X-Y vagyok, itt a nyilvános kulcsomhoz tartozó tanúsítvány, és a következő algoritmusokkal tudok rejtjelezni: (lista). Ezután a kliens generál egy véletlen mesterkulcsot, majd rejtjelzi a szerver nyilvános kulcsával (RSA alkalmazás). A szerver a titkos kulcsával dekódolja a mesterkulcsot (RSA), majd a mesterkulccsal rejtjelezve elküld egy üzenetet, ezzel hitelesíti magát. A kliens a mesterkulcsból származtatja a kapcsolati kulcsot (MD5 alkalmazás), amit a szerver is elvégez. Végül a kliens bizonyítja a saját azonosságát. (Az SSL újabb változatát TLS-nek nevezik.)

Az **S-HTTP** protokollt ellátták az üzenethitelesítéshez, digitális aláíráshoz, kulcs kialakításhoz, rejtjelzéshez szükséges lehetőségekkel. A http nyelvhez hasonlóan az elvégzendő kriptográfiai funkciókat zárójeles parancsok hordozzák, ahol a parancs mellett a szükséges paraméterek is szerepelnek. A két oldal megtárgyalja a lehetséges kapcsolati paramétereket (kulcskialakítás módja, rejtjelző algoritmus, annak üzemmódja, hash függvény, digitális aláíráshoz használt módszer, stb), majd a http file-ba adott konvenciók szerint beágyazza a válaszmezőket.

A nyilvános kulcsú kriptográfiai protokollok egy érdekes formáját arra használják, hogy valaki bebizonyíthassa társának, hogy ismer egy titkot, mégpedig úgy, hogy maából a titokból egyetlen bitet sem árul el. Ezeket a magyar gyakorlat is **zero-knowledge protokolloknak** nevezi.

A kriptográfiai szolgáltatást nyújtó hálózatok, rendszerek *rendszergazádnak számos teendő kell szem előtt tartania* munkája során. Ezekből csak néhányat említünk meg.

A védelem komplex rendszerként történő megszervezése során alapos környezettanulmányra van szükség, ami magában foglalja

- a beszerezhető rejtjelző eszközöket (technikát),
- a potenciális ellenfél érdekeit, anyagi és technikai lehetőségeit,
- a (saját) kiszolgáló személyzet képzettségét.

Meg kell fogalmazni azokat a vezérelveket (azt az adatvédelmi filozófiát), amelyek alapján az egyes részterületek szakemberei kidolgozhatják a konkrét kivitelezésre vonatkozó javaslataikat.

A rendszertervező alapvető feladata annak vizsgálata, hogy a biztonság különböző fokozatainak megvalósítása mibe kerül, és mekkora (anyagi) kockázattal jár, illetve az ellenfélnek mennyibe kerül az illetéktelen betörés a rendszerbe. Az ebből adódó döntés meghozatala viszont már nem az adatvédelmi szakember feladata.

A rendszergazda feladata a megfelelően kialakított adatkezelési rendszabályok betartatása. Ezek egyik legfontosabb momentuma a saját személyzettel szemben is védelem biztosítása. A folyamatos ellenőrzés érvényesítéséből számos rendszerszervezési feladat adódik, mint például a naplózás, véletlen feltöltés, munkatársak helyettesítése, illetéktelen segítségnyújtás megakadályozása.

Adatbankok esetén el kell végezni az adatvédelmi törvény lokális viszonyokra történő adaptálását, a titkos ügykezelés helyi szabályzatának kialakítását. Ehhez szükség van TÜK típusú szabályokra.

Egy új titkosító algoritmus elfogadásakor alapvető elv, hogy a bevizsgálást azon feltétel mellett kell elvégezni, hogy a potenciális ellenfél tökéletesen ismeri a rejtjelzési eljárást, képes kompromisszumot szerezni, de nem tudja megismerni az egyes rejtjelezésekhez alkalmazott kulcsot.

A sugárzásvédelem különösen fontos számítógépes adatforgalom esetén. Gondoskodni kell az elektromos sugárzás lehallgatása elleni védelemről.

Irodalomjegyzék:

[1.9.1.] J.Daemen, V.Rijmen: "The design of Rijndael", Springer, 2002

[1.9.2.] Diffie, W. (1988): : " *The first ten years of public-key cryptography*". Proc. of the IEEE, 76. 560-577.

[1.9.3.] Diffie, W. - Hellman.E. (1977): "*New directions in cryptography*" IEEE Trans. on Info. Theory, IT-22, 644-654.

[1.9.4.] Kahn, D. (1967): "*The codebreakers*", MacMillan, New York

[1.9.5.] MEH (1996): "*Informatikai rendszerek biztonsági követelményei*", Miniszterelnöki Hivatal, Informatikai Koordinációs Iroda

[1.9.6.] National Bureau of Standards (1977): "*Data Encryption Standard*". Washington, D.C.

[1.9.7.] Rivest, R.L. - Shamir, A. - Adleman, L. (1978): "*A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems*". Comm ACM 21., 120-126.

[1.9.8.] Shannon, C.E.(1949): "*Communication Theory of Secrecy Systems*", Bell Syst. Techn. J., 28, 656-715.

[1.9.9.] Shannon, C.E.(1951): "*Prediction and Entropy of Printed English*", Bell Syst. Techn. J., 30, 50-64.

1.10. Gráfelmélet és alkalmazásai

Szerzők: Laborczi Péter, Recski András

Lektor: Lajtha György

A távközlő hálózatok jól kezelhető matematikai modelljei a gráfok: a kapcsoló berendezéseket, útvonalválasztókat megfeleltethetjük a gráf pontjainak, az ezeket összekötő kábeleket, rádiós és fényvezető szakaszokat pedig a gráf éleinek. Ebben a fejezetben a távközlő hálózatok modellezéséhez szükséges legfontosabb gráfelméleti fogalmakat és módszereket tekintjük át.

1.10.1. Bevezetés

Kezdetben közvetlenül a fizikai átviteli közegeket használták információ átviteli csatornának, így modellezésük egyszerű volt. Az információátvitel iránti növekvő igény megköveteli, hogy a hálózatok bonyolultabb struktúrával rendelkező adatot (beszédet és képet) hatékonyan továbbítsanak. Az Internet Protocol (IP) a legelterjedtebb alkalmazás, ebben az útvonalak csomagonként is változhatnak, ezért itt fontos egy áttekinthető forgalomirányítási modell alkalmazása. Az IP technológiához fejlesztették ki a többprotokollos címkekapcsolást (MultiProtocol Label Switching - MPLS), amely teljesíti a minőségi igényeket. Az MPLS hálózatok címkekapcsolt útvonalakat (Label Switched Path - LSP) használnak a csomagok továbbítására. A címkekapcsolt útvonalrendszer elve hasonlít az aszinkron átviteli módú (Asynchronous Transfer Mode - ATM) hálózatokban használt virtuális útvonalak (Virtual Path -VP) ötletéhez. Szinkron digitális hierarchiában (Synchronous Digital Hierarchy - SDH) a rendezőket kell úgy konfigurálni, hogy a virtuális konténereket (Virtual Container - VC) optimális útvonalon továbbítsák. Hullámhosszosztásos nyalábolást (Wavelength Division Multiplexing - WDM) vagy többprotokollos hullámhosszkapcsolást (Multiprotocol Lambda Switching -MPΛS) használó hálózatokban a hullámhosszcsatornákat kell kiépíteni.

Ezen és más jövőben használatos hálózatok kézenfekvő közös modelljei a *gráfok*, a különböző technológiát rejtő virtuális útvonalak modellje pedig a gráfelméleti *út* fogalom. Ennek a modellnek megvan az az előnye, hogy sok korábbi

gráfelméleti módszert alkalmazhatunk a távközlési hálózatokra. A hálózatmenedzsment egyik érdekes kérdése, hogy mely útvonalat használjuk egy kapcsolat (LSP, VP, hullámhosszcsatorna) kiépítésekor. Az útvonalak lehetnek statikusak, amikor egy kapcsolat állandóan ki van építve, vagy dinamikusak, amikor a kapcsolatokat csak igény érkezése esetén építjük ki. A statikus útvonalak állandó bitsebesség esetén hatékonyak, míg a dinamikusak csomós (börstös) forgalom esetén előnyösek.

A különböző típusú kapcsolatok kiépítését, karbantartását és lebontását a *hálózat-menedzsment* kezeli. A hálózat menedzsmentjét vagy központilag szokták megvalósítani a *hálózat-menedzsment központ* segítségével, vagy bizonyos funkciókat elosztottan kezelnek. Az utóbbi esetben minden hálózati egységnek van egy modulja, amely az adott elemet kezeli. Ezek a modulok kommunikálhatnak a hálózat-menedzsment központtal. Minden egyes menedzselendő hálózati elemhez tartozik egy menedzsment információs bázis, mely tartalmazza azokat az információkat reprezentáló változókat, melyeket a hálózati elem menedzser figyel és kezel, például az adott szál típusát, a maximális bitsebességet és a védelem típusát.

A gráfelméleti algoritmusokat a hálózattervezés és menedzselés több területén hasznosítják. Pont-pont összeköttetések létrehozásánál általában legrövidebb utat vagy minimális költségű folyamatot keresünk a gráfban attól függően, hogy a folyamatok a két pont között szétágazhatnak-e. A meghibásodások kivédésére bonyolultabb algoritmusok állnak rendelkezésre, mivel ekkor több utat szoktak definiálni egy kapcsolat számára, melyek egymástól él- vagy pont-függetlenek is. Minimális költségű feszítőfát keresünk egy hálózatban, amikor pont-többpont összeköttetést szeretnénk létrehozni, valamint a mobil hálózatok hozzáférési hálózatai is legtöbbször fák. A hullámhosszosztásos nyálábolást használó (WDM) hálózatok hullámhossz-kiosztásánál vagy mobil hálózatok frekvencia-kiosztásánál a gráfszínezési algoritmusokat alkalmazhatjuk.

Az egyes témáknál kisebb betűmérettel utalunk arra, hogy azokat hogyan lehet a távközlő hálózatok tervezésénél alkalmazni.

1.10.2. Alapfogalmak

Egy **gráf** egy rendezett pár, $G=(V,E)$, ahol V egy nem üres halmaz, E pedig ebből a halmazból képezhető párok egy halmaza. V elemeit **pontoknak**, E elemeit **éleknek** nevezzük. Ha egy gráf két élének van közös pontja, azokat **szomszédos éleknek** nevezzük, ha pedig két pontot él köt össze, azokat **szomszédos pontoknak** nevezzük. Egy pontra illeszkedő élék száma a pont **fokszáma**.

Egy $(v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{k-1}, e_k, v_k)$ sorozatot **útnak** nevezünk, ha e_i a v_{i-1} -t és v_i -t összekötő él, a pontok pedig mind különbözőek. Ha $v_0=v_k$, de egyébként a pontok különbözőek, akkor ez egy **kör** a gráfban. Ha a gráf bármely két pontja között vezet út, akkor a gráf **összefüggő**.

Hálózatokat gyakran irányított gráfokkal szoktak modellezni (pl. amikor egy átviteli szakasz kapacitása más A pontból B-be, mint B pontból A-ba). Egy **irányított gráf** élei nem $\{v_1, v_2\}$ alakú rendezetlen párok, hanem (v_1, v_2) alakú rendezett párok. Egy ilyen (v_1, v_2) élnek v_1 a **kezdőpontja**, v_2 a **végpontja**. Az út és a kör definíciójának analógiájára definiálható az **irányított út** és az **irányított kör**. Egy irányított gráf **erősen összefüggő**, ha bármely pontjából bármely más pontjába vezet irányított út.

Számos alkalmazásnál a gráf éleihez vagy pontjaihoz számokat rendelünk. Ezek jelenthetik például egy szakasz fizikai hosszát, késleltetését, vagy a szakasz igénybevételeének költségét; vagy egy berendezés késleltetését, költségét. Ilyenkor **élsúlyozott**, ill. **pontsúlyozott** gráfról beszélünk.

A gráfokat legtöbbször mátrixként tároljuk. Egy irányítatlan gráf **pont-pont szomszédsági mátrixa** egyeseket tartalmaz (vagy élsúlyozott gráf esetén az él súlyát) azokon a helyeken, ahol a két pontot él köti össze, egyébként nullákat. Irányított gráfok esetében a számok előjelével adjuk meg az él irányítását. **Pont-él illeszkedési mátrix** esetén a nullától különböző elemek azt jelzik, hogy az adott él az adott pontra illeszkedik. Az él irányítását itt is előjellel adjuk meg.

1.10.3. Fák

Az összefüggő körmentes gráfokat **fáknak** nevezzük. Egy n pontú fa éleinek száma $n-1$. Egy fában bármely két pont között pontosan egy út létezik.

Ennek következménye, hogy fa struktúrájú hálózatokban az útvonalválasztás egyértelmű.

Az F gráfot G gráf **fesztőfájának** nevezzük, ha F fa, pontjainak halmaza megegyezik G pontjainak halmazával, és F élei szerepelnek G -ben is. Egy élsúlyozott gráfban egy **fa súlya** a fa éleihez rendelt súlyok összegét jelenti. Minden összefüggő gráf tartalmaz fesztőfát, melyek közül szeretnénk a minimális súlyút megtalálni. Ennek megoldására a mohó algoritmus a legegyszerűbb, amely az alábbiak szerint működik. Az éleket egyesével választjuk ki a következőképpen. Először válasszuk ki a gráfból a legkisebb súlyú élek egyikét. Tegyük fel, hogy már kiválasztottunk néhány élt. Ekkor válasszuk ki a legkisebb súlyú olyan élek egyikét, amely nem alkot kört az eddig már kiválasztottakkal. Ha ilyen nincs, megállunk, ha van, akkor az eljárást ismételjük.

Minimális költségű fesztőfát keresünk egy hálózatban, amikor pont-többpont összeköttetést szeretnénk létrehozni, valamint mobil hálózatok hozzáférési hálózatai is legtöbbször fák. Ezekben az esetekben azonban két további korlát merülhet fel: az egyik az, hogy a berendezések fizikai korlátai miatt a fa pontjainak fokszáma nem léphet túl egy adott értéket; a másik pedig az, hogy a késleltetés, vagy más minőségromboló tényezők miatt az utak hossza is korlátozva lehet a fában.

Sokszor nem kell a hálózat összes pontjának szerepelnie a fában, hanem csak a hálózat valamely kitüntetett pontjai között szeretnénk kapcsolatot létrehozni. Ekkor egy másfajta gráfot keresünk a hálózatban.

Jelöljük ki a gráfban néhány pontot, melyeket nevezzünk **termináloknak**. Ekkor a terminálokat tartalmazó fákat **Steiner-fáknak** hívjuk, ezek közül keressük a minimális súlyút (ez lehet kisebb súlyú, mint a mohó algoritmus által szolgáltatott kifeszítő fa). A fa tartalmazhat olyan pontokat is, melyek nem terminálok, ezeket **Steiner-pontoknak** hívjuk.

1.10.4. Utak

Ha egy távközlő hálózatban két pont között kapcsolatot akarunk létrehozni, az a technológiától függően kétféle lehet: az adott kapcsolatot vagy egyetlen út mentén kell megvalósítanunk (ezzel foglalkozunk ebben a részben), vagy pedig az átvitel szétágazhat (1.10.1. ábra). Az utóbbi esetről a következő részben lesz szó.

Legtöbbször a minimális súlyú (legrövidebb) utat keressük a gráfban, azaz az út által használt élek súlyainak összegét szeretnénk minimalizálni. A legismertebb legrövidebb utat kereső algoritmus Dijkstra algoritmusa, amely akár irányítatlan, akár irányított gráfban alkalmazható, és egy adott pont és az összes többi pont távolságát adja meg, ha minden él súlya pozitív.

Dijkstra algoritmusában nincs megengedve, hogy az élek súlya negatív legyen, ellentétben két másik nevezetes algoritmussal, melyek negatív élsúlyokat megengedő irányított gráfokra is működnek. A gráf azonban ezekben az esetekben sem tartalmazhat negatív összsúlyú irányított kört. Ford algoritmusa egy adott pont és az összes többi pont távolságát adja meg, Floyd algoritmusa pedig minden pontból minden pontba meghatározza a távolságot.

Két utat **élfüggetlennek** nevezünk, ha nincs közös élük, és **pontfüggetlennek**, ha a végpontok kivételével nincs közös pontjuk. Pontfüggetlen utak nyilván egyben élfüggetlenek is.

Hibatűrő hálózatok esetén két vagy esetleg több utat szoktak definiálni egy kapcsolat számára, melyek él- vagy pontfüggetlenek a védelem típusától függően.

Dijkstra algoritmusának egy módosítása, mely Suurballe algoritmusaként is ismert, talál két vagy több minimális összsúlyú él- vagy pontfüggetlen útvonalat egy pozitív élsúlyokat tartalmazó irányítatlan vagy irányított gráfban, amennyiben léteznek ilyenek.

Egy gráfot ***k*-szorosan összefüggőnek** nevezünk, ha legalább $k+1$ pontja van, és akárhogy hagyunk el belőle k -nál kevesebb pontot, a maradék gráf összefüggő marad. A gráf ***k*-szorosan élösszefüggő**, ha akárhogy hagyunk el belőle

k -nál kevesebb élt, összefüggő gráfot kapunk. A gráf akkor és csak akkor k -szorosán összefüggő, ha legalább $k+1$ pontja van, és bármely két pontja között létezik k pontidegen út, hasonlóan akkor és csak akkor k -szorosán élösszefüggő, ha bármely két pontja között létezik k élidegen út.

Egy irányított gráfban az s pontból t -be vezető páronként élidegen irányított utak maximális száma megegyezik az összes irányított s - t utat lefogó élek minimális számával. Hasonló állítás érvényes a páronként pontidegen irányított utak maximális számára is, ha a gráfban nincs (s,t) él.

1.10.5. Folyamok és vágások

Legyen G egy irányított gráf. Rendeljünk minden e élhez egy $c(e)$ nemnegatív számot, amit az él **kapacitásának** nevezünk. Jelöljünk ki továbbá két s, t pontot G -ben, melyeket **forrásnak**, illetve **nyelőnek** hívunk.

Az élek kapacitása például egy átviteli szakasz maximális bitsebességének (áteresztőképességének) felelhet meg, és s -ből t -be kell egy bizonyos mennyiségű (m_f) adatot eljuttatni.

Legyen $f(e)$ az az adatmennyiség, ami az e élen folyik át. Az f függvényt **megengedett függvény**, ha minden élre $f(e) \leq c(e)$, és minden pontra igaz a folyammegmaradás, azaz a pontba mutató éleken az f értékek összege megegyezik a pontból kimutató éleken vett összeggel, kivéve az s és t pontokat. s pontra a kimutató, t pontra pedig az odamutató éleken vett összeg m_f . Ilyenkor az f függvényt **folyamnak**, az m_f mennyiséget a folyam **értékének** nevezzük. Egy élt **telítettnek** hívunk egy folyamban, ha $f(e)=c(e)$, és **telítetlennek**, ha $f(e)<c(e)$.

A maximális értékű folyamot az alábbi algoritmus segítségével határozhatjuk meg. Ha van egy olyan irányított út s -ből t -be, amelynek minden élén a folyam értéke kisebb, mint a kapacitása, vagyis minden él telítetlen, akkor ezen út mentén a folyam értékét minden élen megnövelhetjük annyival, hogy az egyik él telített legyen. Növelhetjük a folyam értékét úgy is, hogy egy ellentétes irányítású élen csökkentjük a folyamot. Az ilyen utakat **javító utaknak** hívjuk. Egy tétel kimondja, hogy egy folyam értéke akkor és csak akkor maximális, ha nincs javító út s -ből t -be.

Osszuk a gráf pontjainak V halmazát két részhalmazra: az egyik halmaz legyen X , a másik $V-X$. Feltesszük, hogy X halmaz tartalmazza az s pontot, $V-X$

pedig tartalmazza a t pontot. Az élek azon halmazát, amelyeknek egyik végpontja X -beli, a másik pedig $V-X$ -beli, a hálózati folyam egy **(s,t) -vágásának** nevezzük. A vágás értéke azon éleken levő kapacitások összege, amelyek egy X -beli pontból egy $V-X$ -beli pontba mutatnak, azaz a vágás értékében csak az előremutató élek játszanak szerepet. Ford és Fulkerson tétele kimondja, hogy a maximális folyam értéke egyenlő a minimális vágás értékével. A fent említett javító utas módszerrel mind a maximális folyamot, mind a minimális vágást megtaláljuk, ha a lehetséges javítóutak közül mindig egy legrövidebbet választunk. Ha a kapacitások egész számok, akkor van olyan maximális folyam is, mely minden élen egész értékű.

Egyes alkalmazások esetében nemcsak az élekhez, hanem a pontokhoz is rendelünk kapacitást, és előírjuk, hogy a ponton legfeljebb ennyi adatmennyiség mehet át. Ezt a problémát visszavezetjük az előzőre a következőképpen. Minden $c(v)$ kapacitású v pontot helyettesítünk két v' , v'' ponttal. Az eddig v -be mutató élek új végpontja legyen v' , az eddig v -ből kiinduló élek új kezdőpontja pedig legyen v'' , ezenkívül v' -ből mutasson egy él v'' -be és ennek kapacitása legyen $c(v)$ (1.10.2. ábra). Így az új (v', v'') él kapacitásával fejezzük ki v pont kapacitását.

Ha megengedünk irányítatlan éleket, akkor azt két egymással ellentétesen irányított éllel helyettesíthetjük, azaz egy c kapacitású $\{u,v\}$ irányítatlan él helyett felvesszünk két c kapacitású (u,v) és (v,u) irányított élt.

Eddig a hálózatban egyféle adatfolyamot, azaz egyetlen terméket feltételeztünk. Ekkor **egytermékes folyamproblémáról** beszélünk. Távközlő hálózatokban azonban általában több kapcsolatot szeretnénk létrehozni, melyeket meg kell különböztetnünk (általában a forrás-nyelő párok alapján). Ezeket a

folyamproblémákat nem oldhatjuk meg egyenként a közös élkapacitások miatt, hiszen az egyes éleken a folyamértékek összege nem lehet nagyobb, mint az adott él kapacitása. Ekkor **többtermékes folyamproblémáról** beszélünk, melynek megoldása gyakran csak közelítőleg lehetséges.

1.10.6. Gráfok színezése

Egy G gráf k színnel **színezhető**, hogyha minden pontját ki lehet színezni úgy, hogy bármely két szomszédos pont színe különböző legyen. G **kromatikus száma** $\chi(G) = k$, ha G k színnel kiszínezhető, de $k-1$ színnel nem. Egy ilyen színezésnél az azonos színt kapott pontok halmazát **színosztálynak** nevezzük.

Egy gráf **teljes**, ha bármely két pontja között van él. G egy teljes részgráfját **klikknek** nevezzük. A G -ben található maximális méretű klikk pontszámát $\omega(G)$ -vel jelöljük és a gráf **klikkszámának** nevezzük. Nyilvánvaló, hogy ha egy gráfban van egy klikk, akkor ennek semelyik két pontja nem lehet azonos színű, azaz a kromatikus szám nem kisebb, mint a klikkszám: $\chi(G) \geq \omega(G)$. Jelöljük a gráf maximális fokszámú pontjának fokszámát $\Delta(G)$ -val. Ha elkezdjük tetszőleges sorrendben színezni a gráf pontjait, és egy újabb pontot akarunk kiszínezni, akkor ennek legfeljebb Δ szomszédja van kiszínezve, így a $\Delta(G)+1$ -dik színt felhasználhatjuk a színezésre. Azaz a kromatikus szám legfeljebb eggyel nagyobb, mint a maximális fokszám: $\chi(G) \leq \Delta(G)+1$. Ezzel a kromatikus számra alsó és felső korlátot adtunk. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek a korlátok sok esetben nagyon távol vannak a kromatikus számtól.

Ha egy gráf lerajzolható a síkba úgy, hogy pontjai a sík különböző pontjai legyenek, élei pedig olyan, a végpontok között vezető folytonos vonalak, melyeknek nincs közös belső pontja, akkor a gráf **síkbarajzolható**. Minden síkbarajzolható gráfot ki lehet színezni négy színnel: $\chi(G) \leq 4$.

Egy gráf élei k színnel kiszínezhetők, hogyha minden élet ki lehet színezni úgy, hogy bármely két szomszédos él színe különböző legyen. G **élkromatikus száma**, $\chi_e(G)=k$, ha G élei k színnel kiszínezhetők, de $k-1$ színnel nem. Az élkromatikus szám nem lehet kisebb a maximális fokszámnál, hiszen az egy pontra illeszkedő éleket mind különböző színre kell színezni. Viszont egyszerű (azaz

hurokéleket és többszörös éleket nem tartalmazó) gráfokra az élkromatikus szám ennél legfeljebb eggyel lehet nagyobb: $\Delta(G) \leq \chi_e(G) \leq \Delta(G) + 1$.

A gráfszínezést például hullámhosszosztásos nyálábolást használó (WDM) hálózatokban hasznosíthatjuk, ahol az útvonalakhoz kell hullámhosszakat rendelni. Azonos élen áthaladó útvonalak nem használhatják ugyanazt a hullámhosszt. Tehát konstruálunk egy olyan gráfot, melynek pontjai a WDM hálózat útvonalai, és két pont akkor és csak akkor van összekötve, ha a két útnak van közös éle. Ekkor a gráf kromatikus száma megadja a szükséges hullámhosszak minimális számát, egy konkrét színezés pedig megad egy hullámhosszkiosztást.

Egy másik alkalmazásnál, mobil hálózatok kialakításánál arra kell ügyelni, hogy bizonyos (pl. szomszédos) adók nem használhatnak azonos frekvenciát. Ekkor konstruálunk egy gráfot, melynek pontjai az adók, és két pont akkor van összekötve, ha a megfelelő adók nem használhatnak azonos frekvenciát. Ekkor a gráf kromatikus száma megadja a szükséges frekvenciák minimális számát, egy konkrét színezés pedig megad egy frekvenciakiosztást.

1.10.7. Algoritmusok bonyolultsága

Az eddig ismert algoritmusok nagyrésze (minimális összsúlyú feszítő fa, legrövidebb út, maximális folyam vagy minimális vágás keresése) a gyakorlatban is jól használhatóak: lépésszámuk a legrosszabb esetben is felülről becsülhető az input méretének egy (általában nem túl magas fokszámú) polinomjával, így egy számítógépes implementálás még sokezer pontú gráfok esetén is ésszerű időn belül biztosítja az optimumot. Hasonlóképp polinom időben eldönthető például, hogy egy gráf összefüggő vagy kétszeresen összefüggő-e, hogy egy irányított gráf erősen összefüggő-e, vagy hogy egy gráf síkbarajzolható-e.

Ugyanakkor számos olyan probléma van, melyekre egzakt, polinom-idejű algoritmus nem ismeretes. Az eddig említettek közül ilyen a minimális összsúlyú Steiner-fa, a leghosszabb út vagy maximális vágás keresése, a többtermékes folyamprobléma általános megoldása, egy gráf klikkszámának, kromatikus számának vagy élkromatikus számának meghatározása. Ezek a problémák az ún. **NP-nehéz** [1.10.10] problémák közé tartoznak: ha bármelyikre sikerülne valakinek polinom idejű algoritmust találnia, akkor annak az algoritmusnak, mint szubrutinnak a hívásával az összes többire is adódnék polinom idejű algoritmus. NP-nehéz problémák futási ideje

- a hálózat méretétől és a probléma típusától függően - nagyon hosszú lehet. E problémákra valószínűleg a jövőben is csak olyan megoldások várhatóak, ahol

- (1) vagy a lépésszám a feladat méretének nem polinomja,
- (2) vagy nem az optimumot, csak egy közelítést találunk,
- (3) vagy más elven alapuló számítási modellre van szükség (pl. véletlen számok generálását is igénylő algoritmusra).

Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy

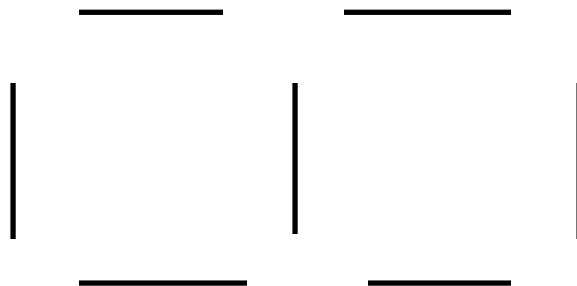
a. amennyiben a feladat mérete nem túl nagy, akkor ez a megkülönböztetés nem kritikus;

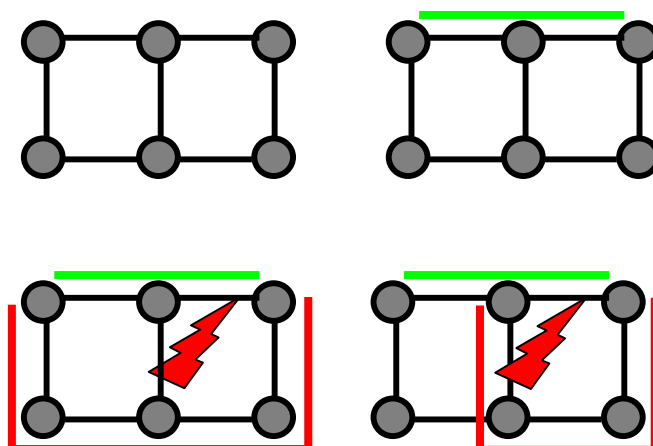
b. egy NP-nehéz problémának is lehetnek polinom időben megoldható speciális esetei (pl. élkromatikus szám meghatározása páros gráfokban, vagy leghosszabb irányított út keresése irányított kört nem tartalmazó gráfokban);

c. vannak olyan problémák is, melyekre nem ismeretes ugyan polinomrendű algoritmus, de - ismereteink szerint - nem tartoznak az NP-nehéz problémák közé sem (pl. gráfok izomorfiájának eldöntése).

1.10.8. Példák

Tekintsük az 1.10.3. ábrán látható hálózatot. Ezt a hálózatot modellezzük az 1.10.4.(a) ábrán látható gráffal. Ezek után egy útvonal kiépítéséhez legrövidebb útvonalat keresünk két pont között (1.10.4.(b) ábra). Ezt a forgalmat kétféleképpen lehet védeni: *útvonalvédelemmel* (1.10.4.(c) ábra) vagy *szakaszvédelemmel* (1.10.4.(d) ábra). Útvonalvédelem esetén minden egyes kapcsolat külön van védve, vagyis a forgalmat új útvonalon vezeti el a forrás és a nyelő csomópont között a hibás szakasz elkerülésével. Ez a megközelítés takarékosan bánik a védelmi kapacitással, de hosszú időbe telik a hiba észlelése. Az útvonalvédelem speciális





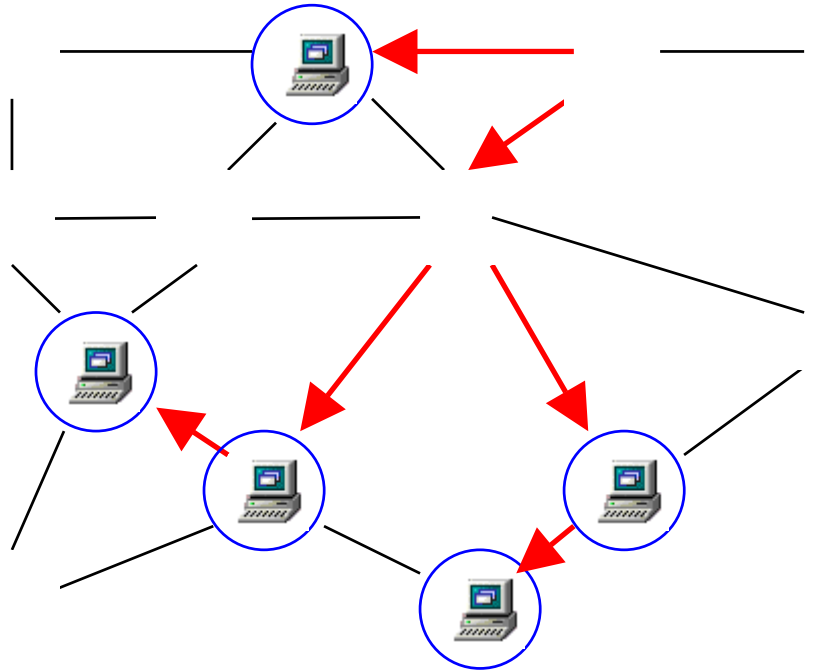
formája, ha az üzemi és a védelmi útvonal élfüggetlen egymástól. Ebben az esetben nem kell a hiba pontos helyét meghatározni, így a forgalmat azonnal helyreállíthatjuk. Szakaszcélvelem esetén csak a meghibásodott szakasz forgalmát kell egy kerülő úton elvezetni.

Az 1.10.5. ábrán egy kiépített Steiner-fára láthatunk példát, ahol a bekarikázott csomópontok a terminálok. Ez a Steiner-fa egy Steiner-pontot tartalmaz, vagyis egy további klienst használunk ahhoz, hogy minden terminált elérjen a fa.

1.10.9. Irodalom

A gráfelmélet elemeit az [1.10.1] vagy [1.10.2] könyvekből és a [1.10.3] példatárból lehet alaposan megismerni. Az alkalmazások iránt érdeklődő könnyebb bevezetést talál [1.10.4]-ban. A gráfelméleti algoritmusokat nagyon igényesen tárgyalja [1.10.5]. A téma aktív kutatói számára a [1.10.6] kézikönyvet ajánljuk.

Magyar nyelven bevezető egyetemi jegyzet [1.10.7] vagy [1.10.8], míg [1.10.9] már középiskolás szakkörökben is jól feldolgozható. Az algoritmusokról pedig [1.10.10] ajánlható.



Irodalomjegyzék

- [1.10.1] J. A. Bondy, U. S. R. Murty, "Graph Theory with Applications", The Macmillan Press Ltd, London, 1976
- [1.10.2] R. Diestel, "Graph Theory", Springer, Berlin, 1997 and 2000
- [1.10.3] L. Lovász, "Combinatorial Problems and Exercises", North-Holland, Amsterdam, 1979 and 1993
magyarul: Lovász László, "Kombinatorikus problémák és feladatok", Typotex, Budapest, 1999
- [1.10.4] J. Gross, J. Yellen, "Graph Theory and its Applications", CRC Press, Boca Raton, 1999
- [1.10.5] R. E. Tarjan, "Data Structures and Network Algorithms", SIAM, Philadelphia, 1983
- [1.10.6] R. L. Graham, M. Grötschel, L. Lovász, "Handbook of Combinatorics", Elsevier, Amsterdam and The MIT Press, Cambridge, MA, 1995
- [1.10.7] Hajnal Péter, "Gráfelmélet", Polygon, Szeged, 1997
- [1.10.8] Katona Gyula Y., Recski András, Szabó Csaba "A számítástudomány alapjai", Typotex, Budapest, 2002.
- [1.10.9] Andrásfai Béla, "Ismerkedés a gráfelmélettel", Tankönyvkiadó, Budapest, 1973
- [1.10.10] Rónyai Lajos, Ivanyos Gábor, Szabó Réka, "Algoritmusok", Typotex, Budapest, 1999

1.11. Hálózatok rétegmodellje

Szerző: Mazgon Sándor

Lektor: dr. Bartolits István

Az információközlés rendszabályai a technológia fejlődésével változtak, mind összetettebbé váltak és kellett, hogy váljanak az ember-ember kapcsolat mellett megjelenő ember-gép, gép-gép kapcsolatok folytán. A számítógépek és az ezekhez hasonló intelligens adat-végberendezések (nyílt rendszerek) közötti adatátvitel a kommunikációs protokollok olyan rendszerét és készleteit igényli, amelyekkel bármely számítógépen futó alkalmazás és bármely számítógép használó igényeit egyaránt ki lehet szolgálni. Ehhez olyan modellt állítottak fel a nemzetközi szabványosító szervezetek (esetünkben az **ITU** és az **ISO**), amely minden kommunikációs részfeladatot is számba véve a legnagyobb rugalmasságot nyújtja egymáshoz képest idegen technikával készült adat-végberendezések (számítógépek, egyszerű terminálok, alkalmazások, stb.) között. Ezt nevezzük **“nyílt rendszerek összekapcsolási”** modelljének (**OSI**, Open Systems Interconnection)¹, amelyet a hálózatok legáltalánosabb – referenciaként alkalmazott - funkcionális hivatkozási modelljének tekintünk.

Az OSI modellje kialakításához több alapelvet fektetett le. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- a. A modellt rétegekre tagolva kell megalkotni, ahol az egyes rétegek más-más absztrakciós szinteket képviselnek.
- b. Túl sok réteget nem érdemes alkalmazni, mert feleslegesen megnöveli a rendszertechnikai munkát.
- c. C. Ott érdemes határt vonni a rétegek közé, ahol a kölcsönhatás a réteghatáron át minimális. Ott célszerű réteghatárt létesíteni, ahol idővel külön előny lehet a réteginterfész szabványossága. A határ megválasztásában előny a korábbi jó tapasztalat.

¹ **ISO 7498-1 | ITU-T X.200**: Nyílt rendszerek összekapcsolása. Hivatkozási modellek. Az alapmodell [1.11.1]

- d. Külön rétegbe valók az eltérő eljárások és technológiák, azonos rétegbe valók a hasonló feladatok. Külön rétegbe kívánkoznak az adatkezelések eltérő absztrakciós szintjei, szintaktikái, szemantikája.

Az alapelvek szerint szabványosított 7 rétegű OSI modell rétegei az alábbiak:

Fizikai réteg: A fizikai kapcsolat (link) létrehozásának, fenntartásának és megszüntetésének villamos, mechanikai, funkcionális és eljárási jellemzőit írja elő ahhoz, hogy azon át bitfolyamot lehessen transzparens (áttetsző) módon közvetíteni tekintet nélkül a bitfolyam belső szerkezetére. Ez a réteg csak a bitek átvitelével, az átvitel időtartamával és irányával foglalkozik

Adatkapcsolati réteg: Hálózati entitások (egyedek, egységek) közötti adatközlés funkcionális és eljárási eszközeit valamint a hibajelzés és többnyire a hibajavítás alapeszközeit foglalja magában. Gondoskodik adatkapcsolati összeköttetések (data link connection) létesítéséről, fenntartásáról és megszüntetéséről, a bitfolyamok bitjeinek karakterekké és adatkeretekké csoportosításáról, karakter- és keretszinkronizálásról, hibakorlátozásról, közeghozzáférés-vezérlésről valamint adatfolyam-vezérlésről (ennek példái: a HDLC és az Ethernet). Az adatkapcsolati réteg elfedi az átviteli vonal sajátosságait, átviteli hibáit a hálózati réteg elől.

Hálózati réteg: Feladata az adatkeretekből kialakított csomagok eljuttatása a hálózaton keresztül a forrástól a célig. Ehhez ismerni kell a hálózat felépítését és ki kell választani a valamilyen szempontból legkedvezőbb útvonalat. Ezt az eljárást útválasztásnak vagy forgalomirányításnak nevezzük. E réteg teremt függetlenséget az átvitelben alkalmazott technológia és az adatkommunikációs közvetítés (relaying) és forgalomirányítás (routing) között, elfedi a továbbító közeg hiányosságait/kényelmetlenségeit a felsőbb rétegek elől, gondoskodik a kapcsolásról, azaz a hálózati összeköttetések felépítéséről, fenntartásáról és lebontásáról, valamint az adatok használók közti közvetítéséről.

Szállítási réteg: Feladata, hogy a különböző hálózati összeköttetések között a minőségi eltéréseket eltüntesse. Gondoskodik a nyílt (vég)rendszerek közötti transzparens adatátvitelről, tehermentesíti a felsőbb rétegeket a megbízható és költséghatékony adattovábbítás megszervezésének gondjaitól, az alkalmazói programtól megkívánt szolgáltatásminőségben gondoskodik a végtől végig való ellenőrzésről és információcseréről. Ez a legalsó olyan réteg, amely mindig végrendszerben helyezkedik el.

Viszonyréteg: Feladata az egymással adatokat cserélő végrendszerek közötti kommunikáció ütemezése. A viszonyréteg végzi az alkalmazási folyamatok közötti párbeszéd szervezését és szerkesztését, mechanizmusokat tartalmaz, amelyek révén mindkét irányú és egyidejű, vagy pedig váltakozóirányú működés is megvalósítható, amelyekkel kitűzhetők az adatátvitel egyes részeinek ismétléséhez az alkalmas szinkronizációs (összehangolási) pontok ("kályhák"), valamint amelyekkel az adatcserék strukturálhatók, megszerkeszthetők.

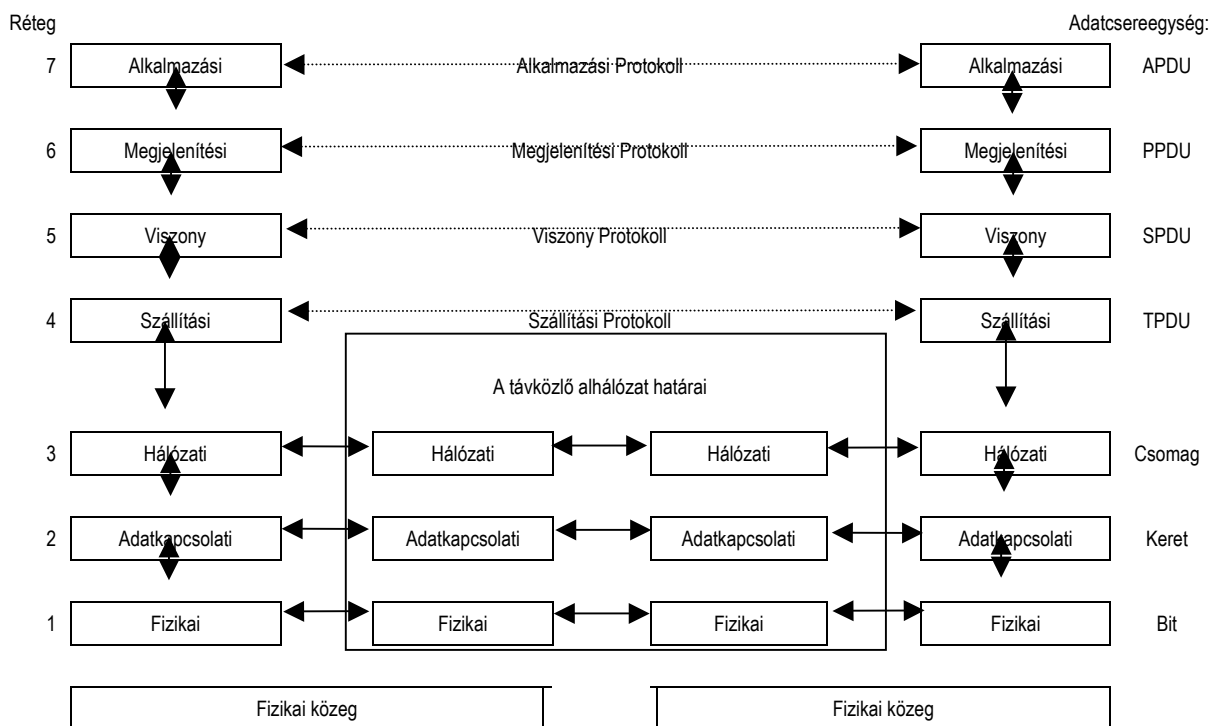
Megjelenítési réteg: Feladata a szállított információ ábrázolásához kapcsolódik, ez a réteg teszi az információ kezelését és megjelenítését egységessé. Függetlenné teszi az alkalmazási folyamatokat az adatábrázolás, azaz szintaktikáik különbségeitől, lehetőséget ad a (transzfer-) szintaktika megválasztására és a szintaktikák közötti átváltásra (konvertálásra) mégpedig azzal, hogy a használó az egyes, választható környezetek egymásba alakításával megválaszthatja megjelenítési környezetét.

Alkalmazási réteg: Az OSI modell legfelső rétegének a feladata, hogy az alkalmazási folyamatok számára hozzáférést nyújtson az OSI környezethez. Közvetlenül foglalkozik az alkalmazások követelményeivel. Az alkalmazási rétegben nyújtott szolgáltatókat használja valamennyi alkalmazási folyamat. Ezek magukban foglalnak folyamatközi kommunikációt végző könyvtárkezelő rutinokat, alkalmazási (rétegben futó) protokollok összeállítására alkalmas közös eljárásokat, valamint hozzáférési eljárásokat a hálózatban másutt székelő kiszolgálógépek által nyújtott szolgáltatásokhoz.

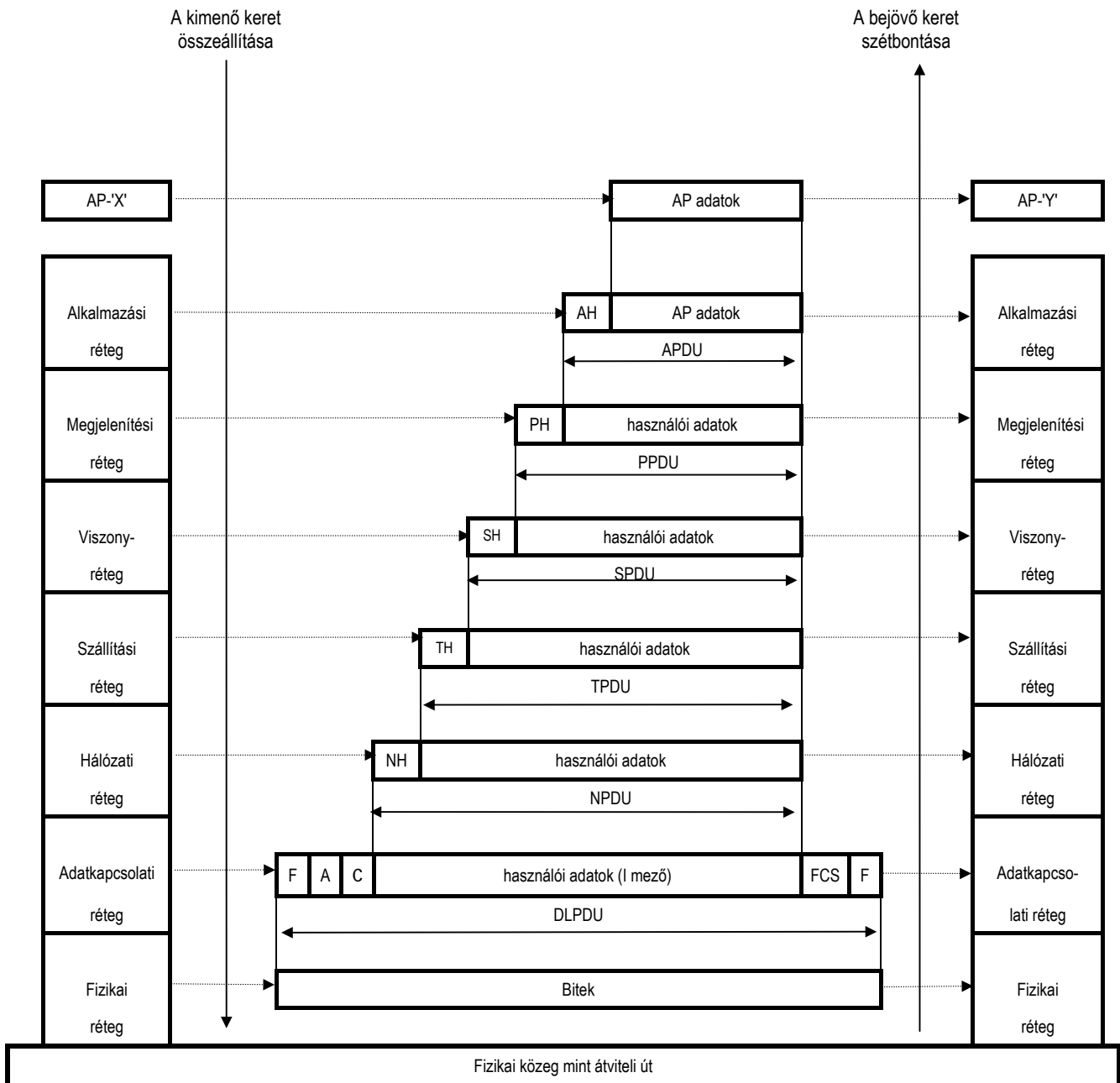
Az OSI rétegek funkcióit (a modellben) rétegentitások hordozzák, más nyílt rendszerek azonos rétegbeli entitásokkal rétegprotokollok szerint protokoll adatelemekkel kommunikálnak (**PDU**-kkal). A kommunikáció az egyes nyílt rendszerek között a fizikai közegben létrejött **adatáramkörön** át folyik, itt haladnak azok az **adatjelek**, amelyek a biteket viszik át az egyik végrendszerről a másikra. Valamennyi réteg részt vesz a kommunikációban, amelynek kezdeményezője mindig a legfelső réteget foglalkoztató alkalmazás. Ez küldi/fogadja az alkalmazási adatelemet (**APDU**), amely az alkalmazási adatokból (**AP adatok**) és az azokat kísérő alkalmazási réteget vezérlő információból (**AH**), röviden fejrészből (header) áll. Az egyes rétegek saját vezérlő információikat a felettük álló rétegtől kapott **PDU**-hoz teszik hozzá: így az **APDU** a megjelenítési rétegben használói adatként jelenik meg,

a hozzáillesztett **PH** vezérlőinformációval együtt alkotja a megjelenítési adatelemet (**PPDU**). Ezt nevezzük egyfajta csomagolástechnikának (packeting) vagy borítékolásnak. Hasonlóképp a viszonyrétegben **SPDU** = használói adat (**PPDU**) + **SH**, a szállítási rétegben **TPDU** = használói adat (**SPDU**) + **TH**, a hálózati rétegben **NPDU** = használói adat (**TPDU**) + **NH**, ahogyan azt az 1.11.1 és 1.11.2 ábrák mutatják. A 1.11.1. ábrán a vízszintes nyilak a (réteg-)protokollokat, a függőleges nyilak a (réteg-) interfészeket jelképezik. Ezek az **OSI** rendszerben mind szabványosak.

Több változatban is léteznek OSI megvalósítások, különösen sok a változat az alsó 3 réteg megvalósításában. Ezek összehasonlítása és összerendelése néha egészen összetett feladatot jelent, a hálózati rétegek tekintetében mégis legtöbbször az OSI referenciamodell fogalmi rendszerében lehet a legjobban közös nyelvet találni az eltérő rendszerek között.



1.11.1. ábra. A kommunikáció OSI-modellre alaozott architektúrája



Jelölések-rövidítések:

AP	alkalmazási program	('X' az egyik oldalon és 'Y' a másik oldalon)
AH	alkalmazási fejrész	PH megjelenítési fejrész
SH	viszony fejrész	TH szállítási fejrész
NH	hálózati fejrész	FCS keretellenőrző sorozat
APDU	alkalmazási protokoll adatelem	PPDU megjelenítési protokoll adatelem
SPDU	viszony protokoll adatelem	TPDU szállítási protokoll adatelem
NPDU	hálózati protokoll adatelem	DLPDU adatkapcsolati protokoll adatelem
F	zászló	A címzés
C	vezérlés	I mező információmező

Megjegyzés: az absztrakt fizikai rétegben a fizikai protokoll adatelem (PhPDU) a bit, amit a közegben jelek hordoznak az abban mindig jelenlévő adatáramkörön.

1.11.2. ábra. Információcsomagok felépítése az OSI modellben

Irodalomjegyzék

[1.11.1] MSZ EN ISO/ IEC 7498-1: 1995 Információfeldolgozó rendszerek. Nyílt rendszerek összekapcsolása. Referenciamodell. 1. rész: Alapmodell; p.92. Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. Part 1: The basic model; p.92. (korábban MSZ 7808-1: 1986, majd MSZ ISO 7498-1: 1995; idt ISO/ IEC 7498-1: 1994; idt EN ISO/ IEC 7498-1: 1995)

[1.11.2] MSZ ISO 7498-2: 1994 Információfeldolgozó rendszerek. Nyílt rendszerek összekapcsolása. Referenciamodell. 2. rész: Biztonsági architektúra; p.37. Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. Part 2: Security architecture; p. 37.

[1.11.3] MSZ ISO 7498-3: 1994 Információfeldolgozó rendszerek. Nyílt rendszerek összekapcsolása. Referenciamodell. 3. rész: Névadás és címzés; p.25. Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. Part 3: Naming and addressing; p.25. (idt ISO 7498- 3: 1989)

[1.11.4] MSZ ISO 7498-4: 1994 Információfeldolgozó rendszerek. Nyílt rendszerek összekapcsolása. Referenciamodell. 4. rész: Menedzselési keretrendszer; p.16. Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. Part 4: Management framework; p.16. (idt ISO 7498-4: 1989)

1.12. A TÁVKÖZLÉS GAZDASÁGTAN ALAPJAI

Szerző: dr. Lajtha György

Lektor: Konkoly Lászlóné

A távközlés történetének első évszázadában (1880-1980), a legtöbb európai országban csak a telefon és a távíró létezett, mint közcélú távközlési szolgáltatás. Az utolsó évtizedben ez gyökeresen megváltozott: új távszolgáltatások, üzleti és szórakoztató alkalmazások jelentek meg. Ennek jelentős hatása van a távközlési hálózatok tervezésének optimalizálására. Ezen kívül a méretezési, üzemeltetési és fenntartási elveket is befolyásolja. Mindemellett az elmúlt 20 évben volt néhány olyan döntő változás, mely a gazdasági számításokat alapjaiban módosította. Ezek közül megemlítnék néhányat:

- Az emberi erőforrások költsége, összehasonlítva az elektronikus eszközök és alkatrészek költségével, jelentősen megnövekedett. Ugyancsak magasabb lett az épületek és a telkek ára, ha összevetjük azokat egy csatorna vagy átviteli út beruházási költségével.
- A különböző tarifák lényegesen magasabbak lettek mint korábban voltak, ha a távközlési berendezések árával hasonlítjuk össze.
- A számításokat befolyásolja az is, hogy a korábbi állami monopóliumból a verseny egy jellegzetes területe lett.

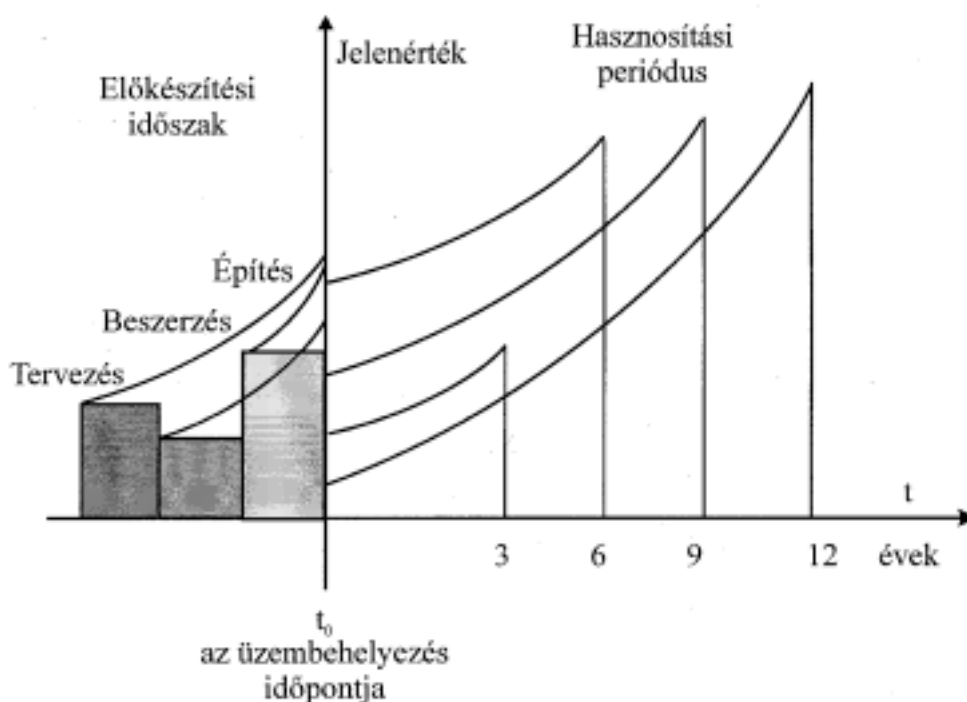
Mindezen változások indokolják, hogy áttekintsük ezt a témakört.

1.12.1. A hálózattervezés klasszikus gazdasági számítási folyamata

A világszerte alkalmazott eljárás első lépése az aktuális forgalmi mátrix meghatározása. Ezt követően különböző prognózis módszerekkel elkészítjük ugyanezt pl. 5, 10 és akár 20 éves távlatra. Ez képezi az alapját a forgalomirányítási stratégiának. Az ehhez illeszkedő hálózati struktúrát a lehetséges csillag, többszörös csillag, busz, fa, gyűrű és kettősgyűrű elrendezések közül választhatjuk ki. (A struktúrák a 4.1.1. ábrán láthatók.) Ezek közül a választást nemcsak a forgalmi tényezők szabják meg, hanem a terület kulturális, adminisztratív, oktatási és egészségügyi struktúrája is. Ezek meghatározzák a forgalomkoncentráció helyeit, a

szükséges használhatóságot (mely az üzemképes idő és a teljes naptári idő hányadosát jelenti) és a kerülőutak kiépítését. Ha a forgalmi (logikai) struktúrát már meghatároztuk, akkor következhet a megvalósítás tervezése.

A megvalósítás során figyelembe kell venni a meglévő hálózatot, a rendelkezésre álló épületeket, a lehetséges eszközválasztékot, és ezzel kell az új tervet összehangolni. A gazdasági optimum keresése a jelenérték számításán alapul, ami azt jelenti, hogy minden kiadást az időskálán visszavetítünk az üzembe helyezés időpontjára. A vetítést a távközlési kamatláb hatásával végezzük el. Az 1.12.1. ábrán vázlatosan bemutatjuk az idő-költség görbét, amelyen az origó az üzembe helyezés pillanatát jelenti. Hangsúlyoznunk kell, hogy t_0 , a koordináta rendszer kezdőpontja az üzembe helyezés pillanata. Ez azt jelenti, hogy a tervezési, fejlesztési, építési és szerelési munkákhoz negatív idő tartozik, aminek következtében a negatív időben kiadott összeg nagyobb értékkel jelentkezik a jelenértékben.



1.12.1. ábra. A jelenérték hatása a kifizetésekre (bevételre)

A beruházás K_i jelenértéke, ha n_i kapacitást valósítunk meg a t_i időpontban, az alábbiak szerint írható fel:

$$K_i = \frac{C_0 + C_{n_i} n_i}{(1+r)^{t_i}} + [S_0 + n_i S_{n_i}] \frac{(1+r)^{T-t_i} - 1}{(1+r)^T \cdot r} - \frac{M}{(1+r)^T} \quad (1.12.1.)$$

$$\text{ahol } \frac{1}{(1+r)^{t_i}} \begin{cases} > 1 & \text{if } t_i < 0 \\ = 1 & \text{if } t_i = 0 \\ < 1 & \text{if } t_i > 0 \end{cases}$$

A képletben szereplő M a maradék érték, melynek értéke attól függ, hogy a tervezési periódus (T) végén hogyan lehet értékesíteni vagy újra felhasználni a beszerzett eszközöket. K_i a $t=t_i$ időpontban beruházott eszközök jelenértéke, C_0 a beruházások kapacitástól független része, C_n a létesített kapacitással arányos beruházási egység költség. S_0 és S_n az üzemeltetési költségek hasonló két összetevőjét jelölik. A tervezési időtávlat (T) nevezhető névleges élettartamnak, mely a gyakorlatban az eszközöktől függően pl. 5, 10 vagy akár 20 év. A távközlési kamatláb (r) nagyobb mint a bankkamat, ugyanis kompenzálni kell a befektetés nagyobb kockázatát, a rövidebb elavulási időt és azt, hogy a létesített rendszerek kezdetben nincsenek teljesen kihasználva. Így az r távközlés 10-25 % is lehet, amikor a bank kamatláb mindössze 4 %. Általában egy beruházást több lépésben valósítunk meg, és így a teljes időtartamra vonatkozó jelenérték az egyes létesítések jelenértékeinek az összege, azaz:

$$K = \sum_i K_i \quad (1.12.2.)$$

1.12.2. Üzletközpontú optimalizálás

A vállalat tulajdonosainak célja, hogy maximális osztalékot érjenek el. Természetesen kérdés, hogy az évenként megjelenő osztalékot $D(t)$ hány éves távlatban összegezve törekszenek maximalizálni. Feltételezve, hogy minden évben más osztalékot tudnak elérni, $D(t)$ az idő függvénye. Ezeknek a meghatározott időre vonatkoztatott jelenértékeknek az összege (folytonos esetben az integrálja) a teljes nyereség, amely folytonos esetben az alábbi formában írható fel:

$$D = \int_0^T D(t) \cdot \frac{1}{(1+\alpha)^t} dt \quad (1.12.3.)$$

Az osztalék minden évben arányos a (B) bevétel és a (K) költség különbségével. Ennek értékét valamilyen pénzegységben fejezzük ki. A különbségnek csak egy adott részét lehet osztalékként szétosztani, mert tartalékot is

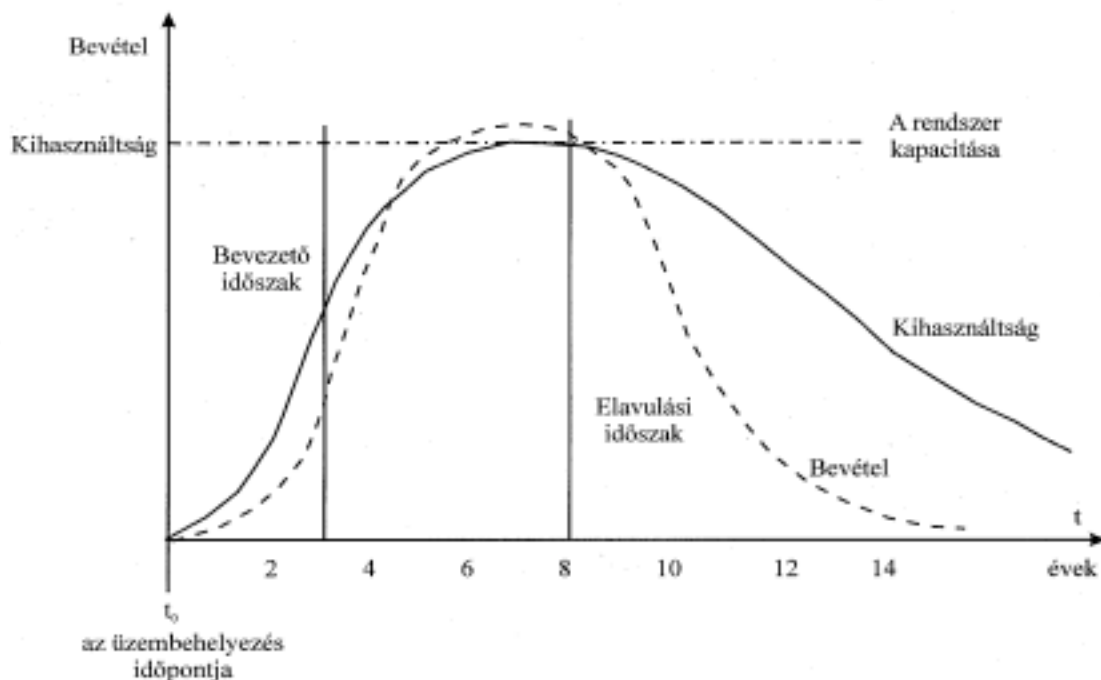
képeznek, fejlesztésre, kutatásra is kell pénzt fordítani, és az elavult eszközök pótlására is kell alapot képezni. Azaz az osztalék:

$$D(t) = \beta[B-K] \quad (1.12.4.)$$

A tulajdonosok döntésén múlik, hogy a teljes különbség hányadrészét (β) osztják szét. Ezt műszaki, gazdasági és politikai tényezők is befolyásolják a vállalati stratégián keresztül. A teljes bevétel az infrastruktúra kihasználtságától és a tarifától függ. Egy új szolgáltatás indításánál a kihasználtság általában alacsony. A bevétel csak 3-5 év múlva éri el a tervezett értéket (1.12.2. ábra). Amikor a forgalom megközelíti a tervezett értéket, akkor sok esetben előnyös lehet a tarifát csökkenteni, mert ezzel az együttes bevétel növekedhet. A tarifa meghatározásában szerepet játszik természetesen a minőség, a használhatóság, a garantált sávszélesség és a szolgáltató rugalmassága.

A hálózat méretezését két tulajdonosi döntés befolyásolja:

- az első, hogy milyen távlatban kívánja a nyereségét maximálni, vagy más megfogalmazásban mennyi legyen az osztalék vagy β (1.12.4.)
- a másik a tarifa meghatározása. Ez függ a versenytársak stratégiájától (1.12.3. fejezet) és a tulajdonosok üzletpolitikájától. Az olcsóbb tarifa növelheti a jövőben a kihasználtságot amikor már újabb, modernebb rendszerek



1.12.2. ábra. Gazdaságos élettartam jellemző paraméterei

jelennek meg (1.12.2. ábra).

E tényezők figyelembevételével kialakul, hogy mely hálózati részt milyen kapacitásra kívánják tervezni. Az adott mennyiségi és minőségi követelményekhez illeszkedően optimalizáljuk a hálózat struktúráját, határozzuk meg a csomópontok helyét, és a forgalomirányítás módszerét [1.12.1., 3., és 7.].

Ha megvan a keresett optimum, akkor megvalósítjuk a hálózatot, melynek első lépése a fizikai nyomvonalak meghatározása. Ennek során figyelembe vesszük a földrajzi körülményeket, a szükséges használhatóságot, az ennek érdekében megvalósítandó tartalék áramköröket és átviteli kapacitásokat. Végül megtervezendő az üzemeltetés-fenntartási rendszer [1.12.1÷7.].

Az üzletközpontúság az alábbi 10 pont figyelembe vételét jelenti. Ezek befolyásolják a tarifát, a beruházás nagyságát és a megvalósítandó szolgáltatásokat.

- Új technológiák bevezetése: csomagkapcsolás, demokratikus (egyenlő jogú pontokat tartalmazó, igény szerinti irányítású) hálózat
- Különböző jellegű információk: a beszéd már nem meghatározó, mert az adat és képátvitel, valamint a felhasználó technológiájába beépülő távközlés mennyisége és jelentősége növekszik.
- Hálózatszervezés: az új technológiának megfelelően a rugalmasabb, demokratikus hálózat veszi át a hierarchikus struktúra helyét.
- Átviteli utak: az új közegek átviteli kapacitása szinte korlátlan.
- Távszolgálatok: az OSI felső 4 rétegének a szerepe megnövekedett.
- Verseny: számos szolgáltató és hálózat üzemeltető küzd a felhasználókért és a hálózati kapacításokért.
- Szabályozás: itt a változás nem a konkrét részletekben, hanem a szabályozás koncepciójában mutatkozik.
- Költségtényezők: az eszközök árában a szoftvernek van meghatározó szerepe.
- Rövidebb elavulási idők: a gyors amortizáció miatt nagy kihasználtságra van szükség.
- Nyereséghatárok: egyrészt a verseny megszabja a bevétel felső korlátját, ugyanakkor a gyors megtérülés magasabb árakat követel.

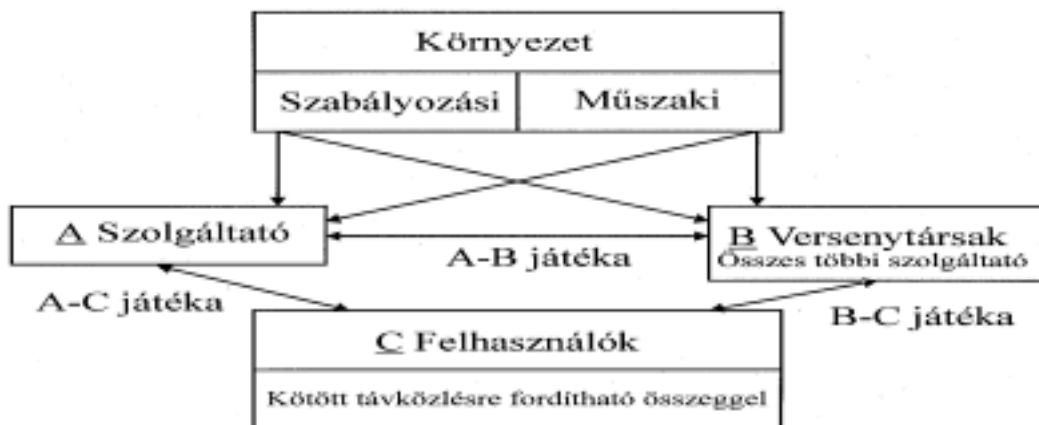
A változásokat és azok hatását tanulmányozva egyértelműnek látszik, hogy a bitek átvitele egyszerű feladat, de már nem elegendően jó üzlet. A távközlési vállalatoknak újabb szolgáltatásokat kell kínálni, kielégítve a felhasználó egyedi igényeit. Az üzleti célok tehát újra definiálandók. Ennek során megnő a használhatóság és a személyre szabott távközlés fontossága.

1.12.3. Versenykörnyezet

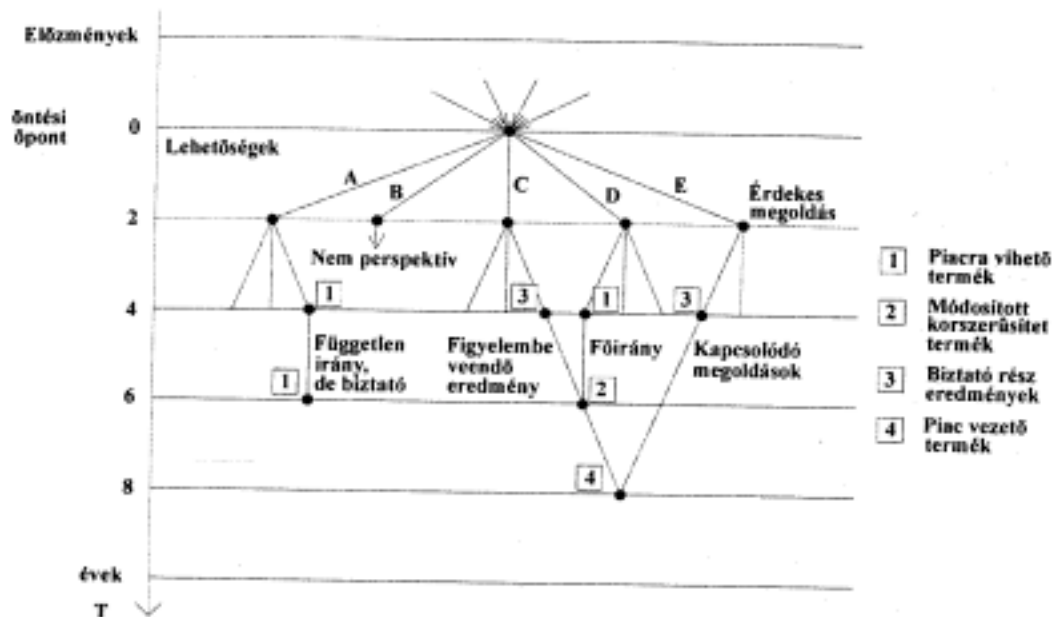
A gazdasági megfontolásokat nem csak a felhasználók szabják meg, hanem ennél általánosabb korlát a nemzeti jövedelem. Meghatározó ezen kívül a versenytársak stratégiája és az érvényes törvények által szabott korlátok. Egy általános közelítő irányelv volt, hogy a családok jövedelmének maximum 5 %-át tudják távközlésre fordítani. Ez ma is érvényes, de csak a klasszikus távközlési szolgáltatókra, mert új lehetőségekért a használók hajlandók többet fizetni.

A felhasználók döntését befolyásolja a versenytársak kínálata és a szolgáltatások minősége, megbízhatósága. Az értékelésnél figyelembe veszik a létesítés gyorsaságát, az árakat és az új szolgáltatók használatának érthetőségét. A különböző tényezőket, melyek a versenyre kihatással vannak, és a különböző szereplők kapcsolatát az 1.12.3. ábrán mutatjuk be.

A versenyben két különböző célt lehet kitűzni, az első, hogy növeljük a bevételünket, a második, hogy legyőzzük a versenytársakat. Ez utóbbit azonban nem célszerű olyan áron elérni, hogy saját vállalatunk veszteséges lesz. A szociális, gazdasági és műszaki körülmények vizsgálatával lehet olyan stratégiát kialakítani, ami mind a két cél elérését segíti. Mivel a körülmények változnak és a nyereség hosszú időre vett együttes jelenértéke a lényeges, ezért időről időre újra kell gondolni a stratégiát (1.12.4. ábra). Ebből látszik, hogy olyan stratégiát érdemes választani, melynek megváltoztatása az idők folyamán gyökeres átalakítás nélkül lehetséges. A tervezési periódus végéig előre tekintve kell pillanatnyi döntéseinket meghozni, gondolva arra, hogy a lehetséges változások hatását követni tudjuk.



1.12.3. ábra



1.12.4. ábra Döntési folyamat

A verseny igen előnyös, mert a vállalatok kényszerítve vannak a kreatív gondolkodásra, és arra, hogy többet fordítsanak kutatásra, fejlesztésre. A fejlődés elősegítése érdekében a kormányok mindent elkövetnek, hogy a távközlési piacon ne csak egy szolgáltató legyen. Számos szolgáltató és hálózatüzemeltető kiegyensúlyozott versenye segíti az ország távközlésének és informatikai képességének fejlődését. A verseny során követendő stratégiák a játékelmélet eszközeivel határozhatók meg.

1.12.4. Játékelmélet

Általános célkitűzés, hogy a résztvevők a piaci versenyben a maximális profitot ériék el. A játékelmélet terminológiáját használva a kifizető függvényt kívánják maximálni. Ha mindössze csak két játékos van, akkor azt duopol piaci modellnek nevezzük. Általában azonban többen vannak a piacon. A számítások és a modellezés egyszerűsítése érdekében a kisebb jelentőségű versenytársakat elhanyagolhatjuk, vagy a hasonlókat összevonhatjuk egyetlen versenytárrá.

A versenykörnyezetben a résztvevő vállalatok azt szeretnék elérni, hogy minél több felhasználójuk legyen, és minél nagyobb forgalom átvitelére kapjanak megbízást. Ez egyben azt is jelenti, hogy valamennyi távközlési vállalatnak célja, hogy növeljék a távközlési kedvet, és különböző új szolgáltatásokat tudjanak

ajánlani. A közös célok elérése érdekében szükséges lehet a kooperáció, amellyel a teljes piac távközlési üzleti forgalmának (és ezzel a saját bevételeiknek) növelését akarják elérni.

A távközlés területén különösen hasznosnak mutatkozik a játékelmélet, ugyanis korlátozott számú vállalat lehet jelen csak a piacon, és számos külső tényező befolyásolja a versenyt. A bizonytalanságok figyelembe vételét is lehetővé teszi a játékelmélet. Ez azt jelenti, hogy pl. beruházási döntések előkészítésénél a versenytársak várható viselkedését is figyelembe tudjuk venni. Vannak módszerek melyek figyelembe tudnak venni korlátozott mértékű együttműködést, vagy információcserét a versenytársak között, és ehhez illesztik a javasolt stratégiát.

Hangsúlyoznunk kell, hogy a játékelmélet nem csak egy analitikus számításon alapuló eredményt ad, hanem valamennyi versenytárs optimális stratégiáját is megkaphatjuk. Ez egyben azt jelenti, hogy feltételezi minden versenyzőről az értelmes célratoró játékot. A kölcsönösen feltételezett logikus optimumra törekvés az alapelve a játékelmélet módszerével megadható stratégiáknak.

A kifizető függvény (P) kifejezhető pl. mint a B-K (1.9.3.) jelenértéke. Különböző modellek léteznek a játék kimenetelének vizsgálatára. Az egyes modellek abban különböznek egymástól, hogy mire irányul a stratégia választás, az árra, a hálózat méretére, a reklámra költött összegre, stb.

A játék általános jellemzői

- az egymással kölcsönhatásban lévő játékosok
- a szabályok, amelyek meghatározzák a játékosok számára a megengedett lépéseket
- a stratégiák, melyek különböző döntésekre vezethetnek a verseny során, attól függően, hogy a körülményeket és a célokat (a hálózat mérete, tarifapolitika, reklám és a vállalat hagyományai) hogyan választjuk meg, vagy milyen módon súlyozzuk azokat
- a kifizető függvény, amely lehet a szokásos jelenérték, a készpénzforgalom, a nyereség, az osztalék stb.
- a játék leírásának és megoldásának elvei, melyekre a következőkben részletesebben kitérünk.

A játékok leírásának két legismertebb formája a táblázatos és a fa-struktúrával történő megadási mód. A táblázatos formában leírható játékokat normál formájú, a fa-struktúrával leírhatóakat extenzív formájú játékoknak nevezik. A táblázatos formát

általában az egylépéses (statikus) játékoknál alkalmazzák, az extenzív forma a többlépéses (dinamikus) játékok megoldására használatos. A játékok megoldása során olyan stratégia együttesek keresése a cél, amelyek esetén valamilyen egyensúly áll fenn. A Nash egyensúly-pont ⁹ az, amelynek az eredményét egyoldalúan egyik játékos sem kívánja megváltoztatni, mert a változás hatása számára biztosan kedvezőtlen lenne. A fa struktúrával megadott játékok esetén az egyensúlyi stratégiát pl. úgy is megkaphatjuk, hogy aljátékként (visszafelé irányban) keressük a lokálisan legjobb stratégiákat. Az egyensúlypont meghatározásához a szokásos optimalizációs apparátuson túlmenően speciális játékmegoldó szoftverek is rendelkezésre állnak (pl. Gambit) [1.12.10.].

A játékok kimenetelének elemzésekor kereshetünk pl. domináns stratégiákat is. Ez egy játékos esetén az a stratégia, amely a többiek bármilyen stratégia választása esetén a legjobb stratégia a szóbanforgó játékos számára.

Minden távközlési modell esetén a gyakorlati felső korlát a fizetőképes kereslet. Ebből következik, hogy a versenyben részt vevő valamennyi játékos számára rendkívül értékes, ha olyan új szolgáltatásokat tud bevezetni, melyek vonzóak a felhasználók számára.

Amikor már minden játékos eldöntötte, hogy milyen stratégiát követ, akkor lényegében eljutottunk az eredményhez. A következő két pontban gyakorlati példákat mutatunk be.

1.12.5. A játékelmélet alkalmazása (1. példa)

Az egyszerűség kedvéért csak 2 játékos legyen (duopol eset). Mind a két vállalat bérelt vonali összeköttetéseken üzemelő ATM hálózatot akar építeni a meglévő SDH áramkörök felhasználásával. Ebben az esetben mind a kettő a Nash egyensúlyi pontot keresi, a másik cég stratégiáját figyelve számítja ki, mekkora hálózatot kell létesítenie ahhoz, hogy maximális legyen a nyeresége. A feladat tehát egy mennyiség meghatározása, amelyet x -szel jelölünk. Ez a hálózat méretét jellemző érték, jelen példában legyen ez az ATM összeköttetések sávszélességeinek összege.

Tételezzük fel, hogy mindkét vállalatnál a beruházási költségek lineáris függvénnyel írhatók le. A kapacitás független részek egyenlők, de a kapacitással

arányos költségek a két vállalatnál különbözőek. Azaz, a méret-gazdaságosság elvének megfelelően, aki nagyobb méretben gondolkodik, annak az egységköltsége kisebb. Feltételezzük, hogy a második cég nagyobb ATM hálózatot akar létesíteni, és ezért a költségarányos összeg kisebb lehet. A példában a működési és fenntartási költségek értékét az egyszerűség kedvéért beolvasztjuk a beruházásba. A kapacitás független költségek azonosak (32).

$$C1(x)=0.08x+32$$

$$C2(x)=0.04x+32$$

Ezzel a két egyenlettel minden felmerülő költséget lefedtünk, az energiafelhasználástól kezdve a szabadalmi díjakig, beleértve a hirdetés, az oktatás és a bérjellegű költségeket is. Tételezzük fel, hogy az inverz keresleti függvény (egységár) a következő alakban adható meg: $p(x_1, x_2)=0.75-0.00005(x_1+x_2)$. Az összefüggés mutatja, hogy a mennyiség és az ár fordított arányban áll egymással. Nagyobb mennyiséget csak kisebb áron tudunk értékesíteni. A vállalatok profitját a jelenérték számítás során használatos T időtartamra kívánjuk maximálni.

Az optimalizálási probléma megoldását az alábbi 1.12.2. táblázaton követhetjük, melyből a két vállalat stratégiáját és kifizető függvényét olvashatjuk le. A felső sor mutatja azt a mennyiséget, amelyet a második vállalat létesítene. A függőleges oszlop pedig az egyes vállalat beruházásának mértékét jelzi. A keresztpontokban látjuk a kifizető függvények értékét a különböző megoldásoknál. Minden keresztpontban az első szám az 1. vállalat, a második szám a 2. vállalat adott beruházásához tartozó kifizető függvénye. Láthatjuk, hogy a 3200/4400-as pont jelenti a Nash egyensúlyt, melynél a két kifizető függvény értéke 210 illetve 666. Ennek alapján a kisebbik 3200, a nagyobbik pedig 4400 a fentiek szerinti kapacitású hálózatot épít, és ezzel eljut a közös optimumba.

Ugyanezt bemutathatjuk egy egyszerű grafikus eljárással is. A Nash

	2800	3600	4400	5200	6000
2000	298 706	218 850	138 930	58 946	-22 898
2400	370 650	274 778	178 842	82 842	-14 748
2800	426 594	314 706	202 754	90 738	-22 598
3200	466 538	338 634	210 666	82 634	-46 448
3600	490 482	346 562	202 578	58 530	-86 298
4000	498 426	338 498	178 490	18 426	-142 298

1.12.2. táblázat

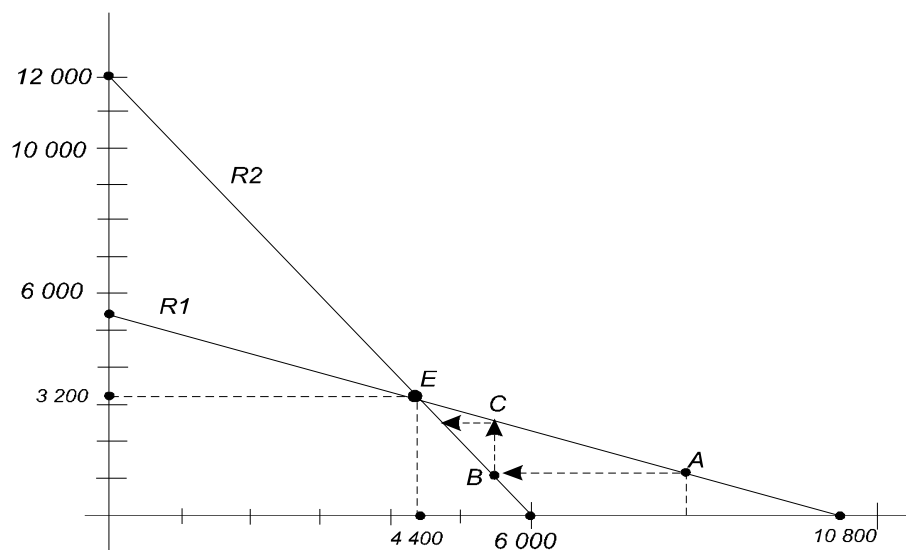
egyensúlyi pontot megtaláljuk, ha felrajzoljuk mindkét vállalatra vonatkozóan a reakció függvényeket, és ahol ez a két egyenes metszi egymást, ott találjuk a Nash egyensúlyi pontját. (A reakció függvény az egyik cég legjobb stratégiájához tartozó kifizető függvényét mutatja a másik cég stratégiáinak függvényében.) A görbék a kifizető függvények differenciál hányadosai alapján rajzolhatók fel.

Erre egy példa az 1.12.5. ábrán látható, ahol A, B, C mutatja az utat, ahogy eljutunk az E egyensúlyi pontba. Kiindulva az A pontból, a kettes jelű vállalat csökkenti a mennyiséget, hogy közeledjen az egyeneshez. Így eljut a B ponthoz. Ugyanakkor az egyes jelű vállalat elmozdul az A-ból és halad a C felé, és így eljutnak az E egyensúlyi pontba. A példabeli két reakció görbe egyenlete a következő:

$$R1: x_1 = -0.5x_2 + 5400$$

$$R2: x_2 = -0.5x_1 + 6000$$

A példával kapcsolatos további részletek [1.12.9.]-ben megtalálhatók.



1.12.5. ábra: A két vállalat reakciófüggvényeinek ábrája

1.12.6. A játékelmélet alkalmazása (2. példa)

Ebben a példában is két résztvevős esetet vizsgálunk. Feltételezzük, hogy x és y is kínál távközlési szolgáltatásokat. A szabályozó hatóság M értékben rögzítette az egységnyi forgalomhoz, és egységnyi minőséghez rendelhető maximális tarifát.

Mindkét szolgáltató egyöntetűen megállapította, hogy m értéknél alacsonyabb tarifával nem éri meg szolgáltatni. Így mindkét vállalat részére felírhatjuk a tarifameghatározás tartományát:

$$m \leq b_x \leq M \text{ és } m \leq b_y \leq M$$

A hálózatok kihasználtsága, vagyis a forgalom csökken, ha növekszik a tarifa. Jelölje az A függvény a forgalomnak a két cég tarifájától (b_x , b_y) való függését az alábbiak szerint:

$$A\left(\frac{b_x + b_y}{2}\right) > 0$$

A forgalom megoszlás a két vállalat között függvénye az árnak. Feltételezzük, hogy a forgalom a következő arányban oszlik meg:

$$P_x = f(b_x - b_y), P_y = 1 - f(b_x - b_y),$$

Egyértelmű, hogy ha $b_x = b_y$ akkor a kereslet a két szolgáltató iránt azonos, vagyis mind a kettő 50 %-ban részesül a forgalomból is. Ha eltérőek a tarifák, akkor az alábbiaknak megfelelően határozhatjuk meg a x és y kifizető függvényét:

$$K_x = b_x f(b_x - b_y) A\left(\frac{b_x + b_y}{2}\right) \quad 1.12.5...$$

$$K_y = b_y [1 - f(b_x - b_y)] A\left(\frac{b_x + b_y}{2}\right) \quad 1.12.6...$$

Feltételezzük, hogy $m=1$ és $M=4$, és a forgalom az alábbiak szerint függ a tarifáktól:

$$A\left(\frac{b_x + b_y}{2}\right) = 20 - (b_x + b_y)$$

Feltételezzük továbbá, hogy a forgalom eloszlás az alábbi összefüggéssel határozható meg: A következőben mind x , mind y esetére kiszámoljuk a $b_x=1,2,3,4$, és $b_y=1,2,3,4$ esetre a kifizető függvények értékeit. Az eredményt az alábbi mátrix mutatja külön-külön a két cégre vonatkozóan. (Valamennyi oszlopban elől x -re és mögötte y -ra vonatkozó kifizető fv értéke olvasható.)

Részletesebben megvizsgálva ezeket az értékeket látjuk, hogy a 9, 16 és 21 az egyensúlyi pontok. Látszólag a 24 is kielégíti ezt a feltételt, azonban ez a pont

	b_y	1	2	3	4
b_x					
1		9 9	$11\frac{1}{3}$ $5\frac{2}{3}$	$\frac{1}{13}$ 8	15 0
2		$5\frac{2}{3}$ $11\frac{1}{3}$	16 16	20 15	$23\frac{1}{3}$ $9\frac{1}{3}$
3		26 $17\frac{1}{3}$	15 20	21 21	26 $17\frac{1}{3}$
4		0 15	$9\frac{1}{3}$ $23\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{3}$ 26	24 24

labilis, mert akár x , akár y el tud mozdulni úgy, hogy ennél nagyobb (26-os értéket) érjen el. Ez viszont együtt jár azzal, hogy a másik versenyző fél lényegesen kisebb értéket tud csak elérni, tehát ebben a pontban nem stabil a rendszer.

Más esetekben az ár mellett a minőség is befolyásolja a két szolgáltató közötti forgalmi arány eloszlását. Ugyancsak hatással van a megoszlásra a cégek közönségkapcsolati munkája.

Számos más eset is vizsgálható, azonban a további részletek helyett csak az irodalomra hivatkozunk [1.12.8., 1.12.11., 1.12.13., 1.12.17], amiből látszik, hogy a különböző szituációk esetén gyakran megtalálható az a játékelméleti módszer, ami a legkedvezőbb stratégia kidolgozását elősegíti. Fontos azonban, hogy a lényeges befolyásoló tényezőket megfelelően súlyozva tudjuk a számításba beépíteni, és valamennyi tényezőt azonos egységre, például pénzre tudjuk transzformálni. Helyes alapadatokból kiindulva, alkalmas játékelméleti modell felállításával a feltételeknek megfelelő gazdasági optimumot ⁹ megtalálhatjuk.

1.12.7. Kockázatkezelés

Minden gazdasági döntésnek – vonatkozzon az új beruházásokra, létesítmények megvalósítására, szolgáltatások bevezetésére vagy bármilyen eladási, vételi, kölcsönzési műveletre, pénzügyi tranzakcióra – van valamilyen kockázata. A siker ugyanis számos olyan befolyásoló tényezőtől függ, melynek hatását nem lehet pontosan előrelátni.

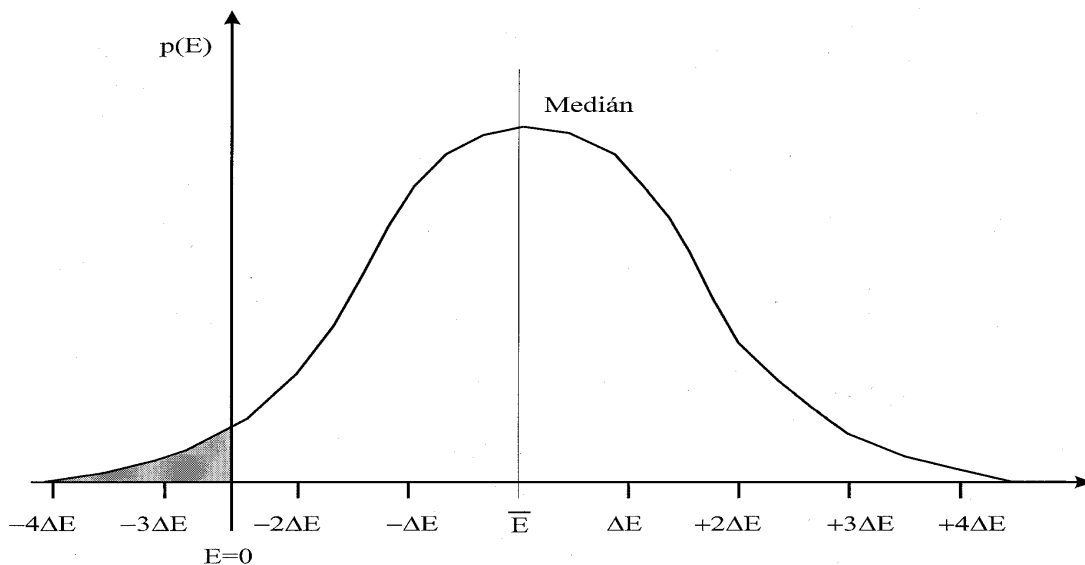
A döntés-előkészítés folyamatában szükség van néhány olyan számítás elvégzésére, amely a legvalószínűbb esetet veszi alapul. A döntés eredményessége egy bizonyos T (3-10 év) időtartam alatt a várható bevételek jelenértékének (B) és az ehhez kapcsolódó kiadások jelenértékének (K) a különbségével (az 1.12.1. alponthan már megfogalmazott módon) az alábbi összefüggés alapján becsülhető:

$$\bar{E} = \bar{B} - \bar{K}$$

A fenti összefüggésben szereplő mennyiségek azonban meglehetősen bizonytalanok. B, K és így E valószínűségi változók. Ezek várható értékét számos olyan tényező is befolyásolja, melyek függetlenek azoktól, akik a döntést előkészítették vagy az elvárt feladatot végrehajtják. Kedvezőbb a helyzet, ha a döntést az E változó sűrűség függvényének ismeretében hozzuk meg. Vagyis keressük a $p(E)$ sűrűségfüggvényt, melynek egy lehetséges alakja az 1.12.6. ábrán látható.

A görbe megkonstruálásához a releváns kockázati tényezőket figyelembe kell venni. Ezek közül az alábbiak jelentik a leggyakoribb kockázatokat:

- a versenytársak stratégiája és sikere
- a szabályozó hatóság korlátozásai (pl. a tarifát illetően)
- a felhasználók viselkedése, tanultsága, kultúrája és a távközlésre fordítható pénzösszege



1.12.6. ábra

- a megfelelő hálózati struktúra és technológia választása, a rendszer használhatósága
- az ország gazdasági helyzetének esetleges változása

A sűrűség függvény ismeretében meghatározható annak valószínűsége, hogy az E értéke negatív. Ez az érték az eloszlásfüggvény "0" helyen felvett értéke, jelölje ezt a $P(E=0)$ kifejezés. Ennek értékét a sűrűség függvény felhasználásával az alábbi integrál adja:

$$P(E = 0) = \int_{-\infty}^0 p(E)dE$$

Ha a $P(E=0)$ valószínűség nagyobb egy előre rögzített ε értéknél, akkor a projekt megvalósítása nem gazdaságos. Ekkor vagy az egész projektet el kell vetni, vagy a kivitelezőknek olyan új tervet kell kidolgozni, melynél a veszteséges kimenetel valószínűsége az előírt határon belül marad.

A kockázat kezelés általában négy fontos lépést tartalmaz:

- a) A kockázati tényezőket az adott esetre meg kell határozni. Ehhez lényeges mind a gazdasági, mind a jogi környezet vizsgálata. A piaci versenyt befolyásoló kockázati tényezők az 1.12.3. ábrán láthatók. Minden egyes kockázati tényezőt jellemezni kell a valószínűségi eloszlás (vagy sűrűség) függvényével, figyelembe véve ennek időbeli változását is. Így az adott kockázati tényezőre vonatkozóan egy $p(r_i, t)$ sűrűség függvényt kell meghatározni. Ha múltbeli adatokkal rendelkezünk, akkor a matematikai statisztika módszereivel a sűrűség függvény alakja és paraméterei becsülhetők. Más esetben szubjektív szakértői becslések szükségesek. A későbbiekben megvizsgáljuk, hogy a szakértői vélemények alapján becsült sűrűség függvény pontatlansága milyen módszerekkel csökkenthető.
- b) Meg kell vizsgálni, hogy a különböző kockázati tényezőknek milyen hatása van a teljes projektre. Azaz, meg kell keresni az összefüggést E változása és az r_i különböző lehetséges értékei között. Az alábbi összefüggés a projekt érzékenységet mutatja az adott tényezőre vonatkozóan.

$$S_i = \frac{\partial E}{\partial r_i}$$

Valamennyi kockázati tényezőre megkeressük az S_i értékét. Ahol lehet, igyekszünk objektív összefüggések (pl. múltbeli adatok) segítségével meghatározni az érzékenységet, ahol erre nincs lehetőség, ott szakértői vélemények vizsgálatával becsüljük az érzékenységet. Ezt követően sorba rakjuk az S_i értékeket, és ahol ez a legnagyobb ott igyekszünk az r_i hatását csökkenteni, befolyásolni. Végül előállítjuk $p(E)$ -t. Sokszor a becsült értékeket tartományokra osztjuk és numerikus módszereket

alkalmazunk a sűrűség függvény becslésére, máskor pedig a becslést Monte Carlo szimulációval végezzük el.

- c) Miután sikerült az eloszlás függvény veszteséghez tartozó értékét az előírt korlátok alá csökkenteni, megkísérelhetjük a szórás értékét is csökkenteni annak érdekében, hogy a medián, vagyis a legvalószínűbb eset nagy valószínűséggel forduljon elő. A módszer általában az érzékenységi további vizsgálata és ennek befolyásolása oly módon, hogy pl. több szállítót, alternatív kivitelezési módszereket, nagyobb biztonságot adó pénzügyi háttérrel vagy jobb piaci előkészítést rendelünk a projekthez. Ilyen lehetőség a kockázatok áthárítása, vagy megosztása, úgy, hogy biztosító társaságokat vonunk be. Egy másik lehetőség, hogy a tervezés során további, menetközben elvégezhető döntési lehetőségeket építünk be a folyamatba, melyek az aktuális helyzet függvényében lehetővé teszik újabb megoldások kiválasztását (1.12.4. ábra).
- d) Mint a korábbiakban említettük, az új kockázati tényezők nem determinisztikus értékek. Ezek eloszlásának becslésére szakértői csoportokat szoktak összehívni, esetleg brainstorming-okat rendeznek. Nagyobb csoportok nagyobb biztonságot adnak, és lehetővé teszik pl. a nem konzisztens vélemények kiszűrését. Az előrelátás megbízhatósága növelhető, ha a vélemények összhangjának vizsgálatát is elvégezzük.

A **konzekvencia vizsgálat** során minden kérdést több különböző formában kérünk megválaszolni. Erre vonatkozóan a legismertebb a Guilford módszer [1.12.18], melynél az alábbi négyféle módon kérjük a szakértők válaszát:

Legyen például 5 lehetséges válasz, ill. megvalósítási módja a projektnek. Ezt az öt választ tíz különböző párba állíthatjuk, és minden párra vonatkozóan meg kell mondani, hogy a szakértő melyiket részesítené előnyben.

Ezt követően (kis szünet után) ugyanezen szakértőknek az öt megvalósítási lehetőséget a szakértőnek sorrendbe kell rakniuk úgy, hogy az első legyen az, ami szerinte a legkedvezőbb, az utolsó pedig legyen az, amelyiket elvetni javasol.

A harmadik módszer az, hogy a szakértő mind az öt lehetőségre megadja a siker valószínűségét százalékban, vagyis mindegyikhez hozzárendel egy számot 0 és 100 között.

Végül a következő eljárást kell elvégezniük a szakértőknek. Először el kell vetniük az általuk legrosszabbnak ítélt megoldást, vagyis amelynek a megvalósítását ellenzik. Ezt követően megadják, hogy melyik az az egy vagy két megoldás, amit

egyértelműen támogatnak. Végül a maradék lehetőségekre vonatkozóan nyilatkoznak, hogy azokat egyenértékűnek tartják, vagy azok is sorba állíthatók.

Ha a négyféle módszer során egy adott szakértő esetén az eredmények mindig ugyanazt a preferencia sorrendet adják, akkor ennek a szakembernek a konzekvencia értéke 1. Ha minden esetben különböző megoldásokat választott, akkor a konzekvencia tényezője 0. A következő vizsgálsorozattól a 0 konzekvenciájú szakértőket ki kell rekeszteni, mert döntéseik nem megalapozottak, inkább csak blöfföltek.

A **konkordancia vizsgálat** során azt kell meghatározni, hogy a különböző szakértők mennyire azonos preferencia sorrendet állapítottak meg. Ha valamennyiüknél ez azonos volt, akkor a csoport konkordanciája 1. Ha minden szakértőnél minden pozícióban más projekt szerepel, akkor ennek a csoportnak 0 minősítést adunk. Mivel nem lehet megállapítani, hogy mely szakértők véleménye volt szakszerűtlen, a csoport egyetlen tagját sem kérjük fel a vizsgálat elvégzésére. Számszerűsítve a konkordancia értéke:

$$\text{Konkordancia} = \frac{N_s}{N}$$

ahol N az összes döntési pontok száma, azaz a résztvevő személyek számának és a lehetséges megvalósítások számának szorzata, N_s pedig azon döntési pontok száma, ahol legalább a szakértők 67 %-a azonos véleményen volt. Ez azt jelenti, hogy döntő mértékben azonos preferenciát állapítottak meg a vizsgált kérdésben. Nem remélhető, hogy $N=N_s$, de ha az egyetértést bizonyító pontok száma 50 %-nál kisebb, akkor ezt a megoldást el kell vetni. Ilyenkor új csapatot kell összehívni, melynek egyetlen tagja sem lehet azonos a korábban felkért szakemberekkel.

A kockázatelemzés és a kockázat csökkentésének folyamata idő és költségigényes. Ezért csak nagy volumenű projektnél érdemes ezt elvégezni, ahol az elemzésre szánt költségek alacsonyabbak, mint a megvalósítás esetleges vesztesége, vagy a várt eredménytől való elmaradás [1.12.15-18.].

Irodalomjegyzék

- [1.12.1.] Morgan, T.J.: Telecommunication Economics Mc Donald, London 1958.
- [1.12.2.] Rehbein, G = Grunclagen der Ökonomik des Post und Fernmeldewesen. Informationheft der IPF(31) 1960.
- [1.12.3.] Lajtha Gy.: Távközlő hálózatok elmélete és tervezése.
(Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.)
- [1.12.4.] CCITT GAS-3 bizottság: Economic and technical aspects of the choice of transmission systems. (ITU, Genf 1968.)
- [1.12.5.] CCITT GAS-5 bizottság: Telecommunication economic studies (ITU, Genf, 1976.)
- [1.12.6.] Borsos K. – Lajtha Gy.: Finding the economic optimum in planning telecommunication network.
(Budavox Telecomm. Rev. 1971. No. 3. 9-27.)
- [1.12.7.] Dr. Sallai Gyula: Távközlő hálózatok tervezésének gazdasági számításai. Budapest, Közdok 1979.
- [1.12.8.] Konkoly, R; Fekete, I; Gyürke, A.: Evalvation of uncertainties in Invesment Projects, Third European Workshop on Techno-economics for Multimedia Networks and Services, Aveiro, Portugal, 1999.
- [1.12.9.] Konkoly Lászlóné, Gyürke Attila:A játékelmélet alkalmazási lehetőségei a távközlésben, PKI Közlemények, 44.szám, Távközlési kiadó 2000.
- [1.12.10.] McKelvey, R. D.: Gambit: An Interactive Extensive Form Game Program, California Institute of Technology, 1997
<http://hss.caltech.edu/~gambit/Gambit.html>
- [1.12.11.] Harsányi, J.: Game with Incomplete Information Played by Bayesian Players-Part II. Management Science, 14, 320...334, 1968.
- [1.12.12.] Von Neumann, J. – Morgenstern, O.: Theory of Games and Economic Behaviour, Princeton University Press, 1947.
- [1.12.13.] Szép J. – Forgó F.: Bevezetés a játékelméletbe. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [1.12.14.] Leitmann, G.: Cooperative and Non-Cooperative Many-Player Differential Games. CISM Monograph No. 190, Springer Verlag, Vienna, 1974.
- [1.12.15.] Dr. K. Géher: Theory of Network Tolerances.
Akadémiai Kiadó, Budapest 1971.
- [1.12.16.] Dr. Erdősi Gy.: Innovációs menedzsment
Távközlési Könyvkiadó Budapest 1992.
- [1.12.17.] Delbeco A.L. – Van de Ven A.H. – Gust of son D. H.: Group techniques for program planning Scott, Foresman and Company, Glenview, Illionis 1975.
- [1.12.18.] Van de Ven A.H.: Group decision-making effectiveness. Kent State University Center for Business and Economic Research Press 1974.

1.13. Hálózat- és szolgáltatásminőség (QoS=Quality of Service)

Szerző: Nándorfi Gyuláné

Lektor: Kesselyák Péter

1.13.1. Minőségügyi trendek (a 21. szd.-ban) [1.13.1]

A minőség filozófiai kategória. A tárgyak lényegi meghatározottsága. A tárgynak, mint egésznek a jellemzője. A minőség már Arisztotelész tíz kategóriájának is egyike. Kantnál pedig a kategóriánál is magasabb szintű fogalom. Tehát a filozófia és a minőség tudomány szoros kapcsolatban vannak.

A minőség értelmezése és jelentősége a piac jellegének változása függvényében alapvetően változott az elmúlt fél évszázadban. A monopóliumok korában a minőség fogalma nagyjából változatlan volt és jelentősége elmaradt a mennyiségi fejlődés és az ár mögött. A liberalizált piacon paradigmaváltás történt. A termékek és szolgáltatások verseny piacán a minőség fogalma alkalmazásfüggő lett és az árral együtt versenyt eldöntő tényező.

A nemzetközi fejlődésnek a minőségügyet is érintő várható fő területei

- az új vállalati modellek,
- az új technikák és
- a piac irányítása a vevőorientált minőség által.

Az új technikák elsősorban a hálózatminőségre hatnak, a vevőorientált minőség pedig főleg a szolgáltatásminőséggel van kapcsolatban.

Fontos, a minőségügy fejlődését befolyásoló tényező, még a gazdasági szempontok integrálása a pénzügyi- és elszámolási rendszerekbe.

1.13.2. Hálózat- és szolgáltatásminőség fogalma

A minőség egyik legfrissebb és legáltalánosabb definíciója az ISO-tól származik (ISO 9000:2000 DIS) és 2000-ben került megfogalmazásra: "a minőség

valamely termék, rendszer vagy folyamat valamennyi saját jellemzőjének az együttes képessége, hogy kielégítse a vevők és más érdekelt felek követelményeit". A *termék* lehet hagyományos gyártmány vagy szolgáltatás. Az összevont fogalom ellenére a hagyományos termék és a szolgáltatások között a különbség alapvető. A *szolgáltatások* megfoghatatlanok, nem tárgyiasultak, keletkezésük pillanatában elfogyasztásra kerülnek, nem tárolhatók. A termékek és a szolgáltatások közötti különbségek minőségük megfogalmazásában is jelentkeznek. A fizikai termékek minőségét elsősorban a megbízhatóság (hibamentesség, karbantarthatóság, karbantartás-ellátás), használhatóság és teljesítőképeség jellemzi. A *hálózatnak, mint terméknek* a minőségét a hálózatot alkotó összeköttetések minőségének az átlaga, vagy a leggyengébb láncszem minősége határozza meg. "Az összeköttetések minősége pedig annak a mértéke, ahogy egy összeköttetés reprodukálja a meghatározott feltételek mellett felajánlott jelet" (ITU Terms and Definitions Database "SANCHO"). A *szolgáltatások minősége* (ITU-T E.800-as ajánlás) "a szolgáltatás képességeinek együttes hatása, amely meghatározza a felhasználó szolgáltatással való meglegedettségének a fokát". Közelebről a távközlési szolgáltatás-minőséget a szolgáltatás támogatási-, a szolgáltatás működtethetőségi- és a kiszolgálási képességek, valamint a szolgáltatás biztonsága jellemzik.

A QoS definiálható a felhasználó vagy a szolgáltató szemszögéből. Az *ügyfél/felhasználó szempontjából* a QoS-t azok a kritériumok határozzák meg, amelyek a szolgáltatás használata során számára lényegesek. A *szolgáltató szempontjából* a QoS azokkal a jellemzőkkel adható meg, amelyek hozzájárulnak a felhasználók követelményeit tükröző, végpontok közötti szolgáltatási képességekhez. A szolgáltatásminőség megkülönböztetendő a hálózati képességektől (network performance=NP). A QoS-t a felhasználó tapasztalja, a hálózat képességét pedig a hálózat elemeinek, vagy az egész hálózatnak a műszaki képessége határozza meg. De a hálózati képességek – szolgáltatási képességeken keresztül - a QoS részét képezik, hatnak rá.

Az 1980-as években az általános törekvés az volt, hogy minél általánosabb definíciót fogalmazzanak meg mind a minőségre, mind a szolgáltatás minőségre. Az utóbbi években előtérbe került az a megközelítés, hogy a QoS definíció alkalmazásfüggő. Erre példa az Eurescom meghatározása: "a szolgáltatásminőség annak a mértéke, hogy mennyire felel meg a szolgáltató által a felhasználónak

nyújtott szolgáltatás az ügyfél és a szolgáltató között létrejött megállapodásnak". Zavaró ebben a definícióban, hogy a minőséget a megfelelés fogalmához közelíti, amivel nem lehet egyetérteni. Ugyanakkor ez a definíció jól rímel az ISO 9000:2000 végleges *minőség* definíciójára, amely szerint "a minőség annak mértéke, hogy mennyire teljesíti a saját jellemzők egy csoportja a követelményeket". Az Eurescom definícióban megjelent az SLA (Service Level Agreement) vagyis a szolgáltatók egymás közötti és az ügyfél és a szolgáltató közötti szerződés fogalma. Ennek keretében vállal a szolgáltató garanciát egy bizonyos szintű QoS-ért (kivételt képeznek a nem-garantált QoS-ű szolgáltatások, ld. 5. fejezet)

1.13.3. Szolgáltatás-minőségi modellek [1.13.2]

A modell alkalmas arra, hogy a vizsgált rendszer vagy folyamat belső összefüggéseit, jellemző sajátosságait elemezzék. A szolgáltatásminőség modelljeit több szempont szerint lehet csoportosítani, például eredetük szerint. Az 1.13.1 táblázat felsorol néhány fontos szolgáltatás-minőségi modellt, a teljesség igénye nélkül.

Példaként bemutatjuk az I.350 ajánlásban szereplő modellt, melynek lényege, hogy definiálja a QoS/NP paraméterek (az ajánlás a mérték és paraméter szavakat

Eredet	Modell	jellemzői/mire vonatkozik
ITU-T	E.800-as, I.350-es, I.380-as, X.140-es, G.109-es,	fogalmak, definíciók, QoS-NP, QoS/NP digitális hálózatokban IPalapú adatkomm.s szolg. nyilvános adat hálózat, beszédátviteli minőség
ETSI	ETR003, ETR138, EG 201 769-1 Tiphon (Telecommuni-cations and Internet Protocol Harmonization Over Networks) ETS 300.416 TBR 21, 38	I.350 előképe, QoS mutatók távbeszélőre, ISDN- re, QoS mutatók távbeszélőre, definíció+mérés, Távközlés és Internet technológia összekapcsolása
ISO/IEC	12326 (ITU-T X.641)-es, 15802-3-as	Információ technológia
Eurescom	P616-os, P806-os	Minőség osztályok QoS/NPsok szolgáltató esetén
IETF	RFC 1633-as, RFC 2475-ös	QoS integrált szolg. esetén, QoS differenciált szolg. esetén

1.13.1 táblázat

szinonimaként használja) 3 x 3-as mátrixát (1.13.2 táblázat)

A mátrix által meghatározott kilenc alap- vagy generik paraméter, amely elsődleges paraméterek (ld. 1.124) és amelyek adott szolgáltatás esetén konkretizálhatók.

Másik példaként megadjuk a Tiphon projekt szolgáltatás minőséggel foglalkozó területének struktúráját, amely tükrözi a modell lényegét is:

- a QoS általános szempontjai,
- a minőségi osztályok meghatározása,
- szolgáltatásminőség ellenőrzés,
- szolgáltatás-minőségi mérések módszerei,
- teszt vizsgálatok,
- tervezési útmutató

Minőségi kritérium ⇒ Kommunikációs funkció ↓	sebesség	Pontosság	szolgáltatás képtelenség
Hozzáférés			
Információ átvitel			
Felszabadítás			

1.13.2 táblázat

1.13.4. Szolgáltatás-minőségi mutatók [1.13.3]

A szolgáltatásminőség, különböző definícióiból is következően, nem számszerűsíthető mennyiség, de vannak a szolgáltatás minőséget jellemző tényezők, amelyeket a szolgáltatásminőség meghatározóinak-, szolgáltatás-minőségi mutatóknak- vagy szolgáltatás-minőségi mértékeknek nevezünk. Ezek már mérhetők objektíven, mérőeszközzel, vagy szubjektív úton, vélemény-kutatással. Ennek megfelelően beszélünk objektív vagy szubjektív szolgáltatás-minőségi mutatókról. Az objektív méréseket általában maga a szolgáltató végzi. Ezért az objektív szolgáltatás-minőségi mutatókat belső mutatóknak is nevezik. A belső mutatók tehát szolgáltató-orientáltak. A szubjektív mérések alanyai az ügyfelek, akik a szolgáltatást kívülről ítélik meg. Így a szubjektív mutatók külső mutatók és ügyfél-orientáltak.

Az ETSI, az Európai Unió 98/10/EC direktívájára támaszkodva, a minőségi mutatók képzésénél és kiválasztásánál figyelembeveendő szem-pontokra az alábbiakat javasolja:

- a szolgáltatásminőségi mutatók legyenek könnyen érthetőek az ügy-felek számára,
- a mutatók az előfizetői végződésnél legyenek mérhetőek,
- a mérések (ahol ennek értelme van) lehetőleg az előforgalomra és ne vizsgálóhívásokra támaszkodjanak,
- független szervezetek által is legyenek mérhetőek,
- a méréseknél megfelelő pontosság legyen biztosítható,
- a választott mutatók között legyenek statisztikus mértékek (átlagérték, valamint legtöbbször a statisztikai eloszlás 95%-os szintértékéhez (kvantiliséhez) tartozó érték), és legyenek olyan mértékek is, amelyek az egyes előfizetőknek nyújtott szolgáltatásminőség megállapítására alkalmasak.

A szolgáltatás-minőségi mutatók minőségi követelményeket és tevékenységeket rendelnek össze.

Az ETNO (ld. 1.128) a távközlő szolgáltatások esetén az alábbi távközlő tevékenységeket különbözteti meg: szolgáltatásnyújtás, szolgáltatás-támogatás, javítás, maga a hívásfolyamat vagy kommunikáció, számlázás, panaszkezelés. Az ETNO által felsorolt minőségi kritériumok pedig: a sebesség, a pontosság, a használhatóság (elérhetőség), a megbízhatóság, (ezek objektív minőségi kritériumok), a biztonság, az egyszerűség, a rugalmasság, és az elégedettség. Ez utóbbiak szubjektív minőségi kritériumok. Más szerzőknél további meghatározók is szerepelhetnek.

A hivatkozott Európai Uniósi direktíva a vezetékes távbeszélő szolgáltatások számára az alábbi szolgáltatás-minőségi mutató készletet ajánlja:

- az első vonal bekapcsolásának ideje,
- *előfizetői vonalak hiba aránya,*
- *hiba javítási idő,*
- *sikertelen hívások aránya **,
- *hívás felépítési idő*,*
- *a kezelői szolgálat válaszideje,*
- *a tudakozó szolgálat válaszideje,*
- *a működő érmés- és kártyás nyilvános állomások aránya,*
- *a hibás számlákra vonatkozó panaszok mennyisége.*

A minőségi mutatók definícióit és mérésének módszerét az ETSI EG 201 769-1 (2000. április) útmutató szerint kell figyelembe venni.

A csillaggal megjelölt mutatók mérésétől bizonyos esetekben el lehet tekinteni. Ezek a mutatók szoros kapcsolatban vannak a Magyar-országon a vezetékes távbeszélő szolgáltatásra jelenleg érvényes koncessziós követelményekben szereplő minőségi mutatókkal (1.13.3 táblázat). A táblázat a koncessziós szerződésben szereplő aktuális célértékeket is tartalmazza.

Szolgáltatás-minőségi Mutató	2001 év [%]	2002 év [%]
Nagyforgalmú időszakban kezdeményezett, primer körzeten belüli vizsgálóhívások sikertelen-ségi mutatója (a44)	1,40	1,40
Nagyforgalmú időszakban kezdeményezett bel-földi távolsági vizsgálóhívások sikertelenségi mutatója (a44)	2,80	2,70
Nagyforgalmú időszakban kezdeményezett nemzetközi vizsgálóhívások sikertelenségi mutatója (a44)	2,80	2,70
Közönségszolgálati munkahelyekre kezdeményezett vizsgáló hívásokra meghatározott időn belül történő jelentkezések összesített mutatója (a21)	97,00 T < 20 s	97,00 T < 20 s
Meghatározott időn belül tárcsázási hanghoz nem jutó vizsgálóhívások mutatója (a44)	0,80 T > 3 s	0,80 T > 3 s
Nyilvános távbeszélő-állomások üzemkésztsége (a23)	92,00	92,00
Távbeszélő-állomások egy hónap időtartam alatt bekövetkezett meghibásodásai, darab/állomás/év (a34)	0,020	0,020
Távbeszélő előfizetői állomások meghibásodásai-nak éves átlagos időtartama (sec.) (a31)	3,10	3,10
24 órán belül elhárított hibáknak a bejelentett tényleges hibákhoz viszonyított aránya (a34)	0,90	0,90
Távbeszélő-számla elleni felszólalások aránya (a52)	0,016	0,016

1.13.3 táblázat

Külön említésre méltó a QuEST Fórum (lásd később) összehasonlítható teljesítmény mutató rendszere, amely ma már távközlési cégek gyakorlati QoS adatainak közös adatbanki rendszerben való statisztikai feldolgozását teszi elérhetővé a Fórum tagjai számára.

Összehasonlítható teljesítménymutatók: Az Egyesült Királyság szolgáltatóinak gyakorlatában már múltja van az "összehasonlítható teljesítmény- mutatók"-nak. A szolgáltatók az Ipari Fórumon megegyeztek arról, hogy bizonyos szolgáltatásminőségi mutatóik (1.13.4 táblázat) általuk teljesített értékét önként az Egyesült Királyság Szabályozójának rendelkezésére bocsátják és ezeket publikálják. Ennek a folyamatnak elsősorban az a célja, hogy a fogyasztók megismerjék a lehetséges szolgáltatásválaszték minőségét és az adatokat mérlegelve döntsenek a szolgáltató választásakor. Látható, hogy közvetve a szolgáltatásminőségi mutatóknak fogyasztóvédelmi szerepük is van. Másrészt egy ilyen mutatórendszer

távközlési tevékenység	objektív minőségi mutató	szubjektív minőségi mutató
szolgáltatásnyújtás	a megrendelések ígért határidőre való teljesítése, a megrendelések időbeli teljesítésének eloszlása	⇐ az ezzel való elégedettség
szolgáltatás-helyreállítás	a bejelentett hibák ígért határidőre való elhárítása, a hibaelhárítás időbeli teljesítésének eloszlása	⇐ az ezzel való elégedettség
a szolgáltatás műszaki minősége	a bejelentett hibák száma, összeköttetés-megszakadások által érintett ügyfelek száma	a szolgáltatás ⇐ megbízhatóságával való elégedettség
számlázás	1000 számlára jutó számlapanaszok száma	⇐ az ezzel való elégedettség
panaszkezelés	20 munkanapon belül megoldott panaszok aránya	⇐ az ezzel való elégedettség

1.13.4. táblázat

lehetőséget ad a szolgáltatók számára is a szolgáltatások összehasonlítására (benchmarking), ami szolgáltatásaik továbbfejlesztése szempontjából fontos információ számukra is.

Az ilyen típusú mutatórendszer elemeit összehasonlítható mutatóknak (CPI = Comparable Performance Indicators) nevezzük.

Megjegyezzük, hogy a QoS mutatóknak léteznek további csoportosítási szempontjai is. Például vannak:

- elsődleges (közvetlenül mérhető) paraméterek, és
- másodlagos (elsődlegesből származtatott) paraméterek. Valamint léteznek alap paraméterek (ld.1.123)

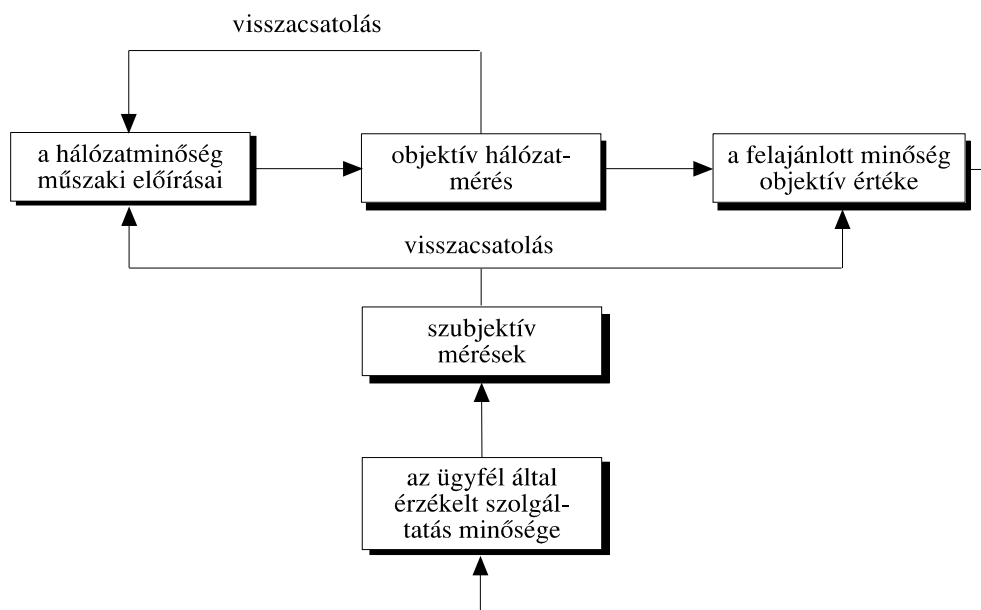
1.13.5. A szolgáltatásminőség mérése [1.13.4]

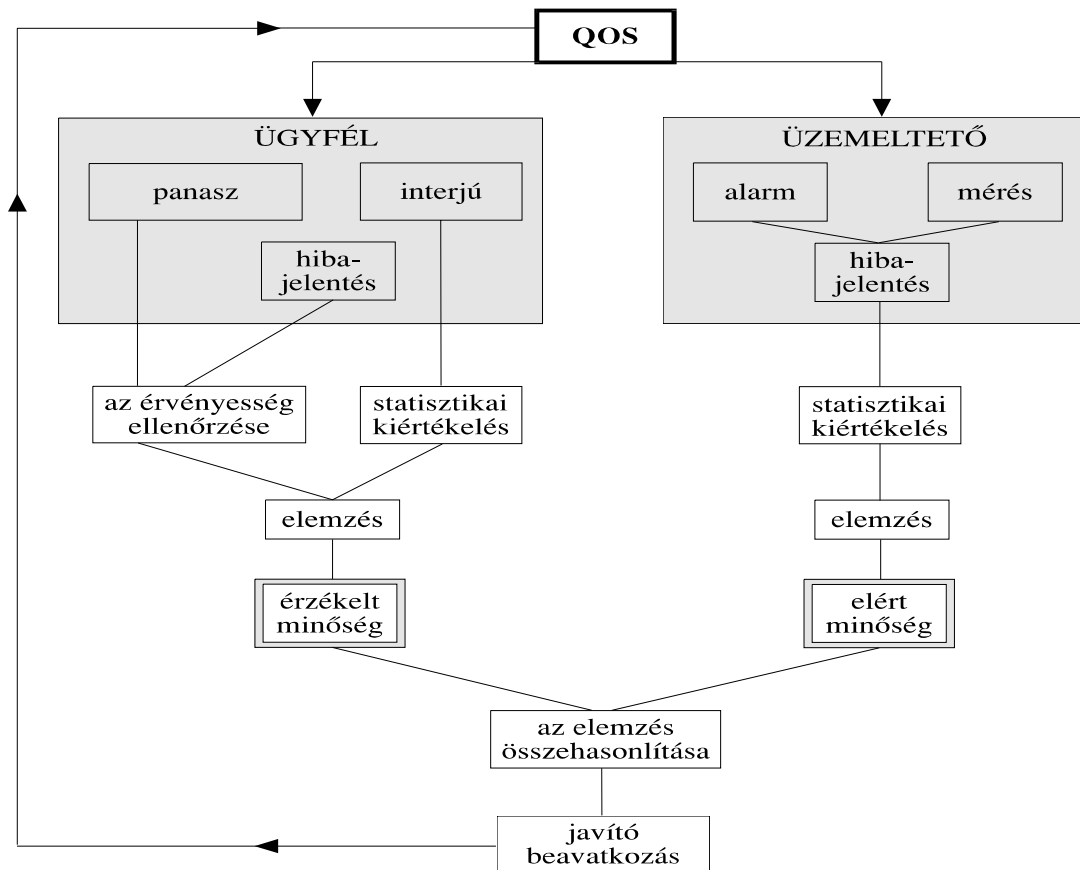
A szolgáltatásminőség javíthatóságának feltétele a mérhetőség. Az 1.13.1 ábra mutatja a minőségi mértékek (szubjektív és objektív) kettősségén alapuló minőségellenőrzés alapelvét.

Természetes elvárás, hogy ha egy szolgáltatás jó, akkor a szubjektív és objektív mérések egyaránt jó eredményt nyújtsanak. Ha viszont az ügy-feleknek nyújtott szolgáltatás rossz, akkor mind a szubjektív, mind az objektív mérések rossz eredménnyel zárulnak. De a tapasztalatok jelentős eltérést mutatnak a kétfajta mérés között. Ha egyszerre akarjuk kihasználni mind a szubjektív mind az objektív mérések előnyeit, akkora legjobb, ha kombináljuk a két módszert, amint azt az 1.13.2. ábra mutatja.

Más csoportosítás szerint a szolgáltatásminőség mérésének alapvetően két módszere van: a próbahívások alkalmazásával történő mérések és az előfordalom alapján végzett mérések.

A szolgáltatásminőség mérhető a *szolgáltató aspektusából*. Ezek a mérések a hálózati képességek mérésére irányulnak. Másrészt vannak *felhasználócentrikus* szolgáltatásminőség mérések, amelyek a végfelhasználók közötti mérések. Számos automatikus mérő rendszert fejlesztettek ki a hálózati képességek és szolgáltatásminőségi mutatók mérésére. Ezek a rendszerek a távközlő hálózat elemeihez kapcsolt adatgyűjtőkből, az adat gyűjtést vezérlő hardverből és szoftverből, valamint az adatokat feldolgozó központi egységből állnak.





1.13.2 ábra

1.13.6. A szolgáltatásminőség közgazdasági vonatkozásai [1.13.5],[1.13.6],[1.13.7]

- A minőség és költség kapcsolata:

A fogyasztó, ha szolgáltatást választ, vannak minőség követelményei. A szolgáltatás választással együtt az ügyfél szolgáltatót is választ. Ekkor figyelembe veszi múltbeli tapasztalatait, azokat az írott információkat, amelyek a szolgáltatásról rendelkezésre állnak, a szolgáltató hírnevét, imázsát a piacon és nem utolsósorban az árat is. A tapasztalatok és a tanulmányok azt mutatják, hogy szoros összefüggés van a szolgáltatás minősége és ára között. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az ügyfél értékalapon választ, ahol az értéket a minőség és ár együtt jellemzi. A fogyasztónak el kell döntenie, hogy mennyit tud áldozni a jó minőség érdekében. A klasszikus minőségelméletben egy emelkedő görbe írja le a költség és a minőség kapcsolatát. A kérdés új megközelítésében a szolgáltatás költségét leíró formulába

változóként beépítik a szolgáltatásminőséget, egy Q tényező bevezetésével. A Q faktor a gyakorlatban szolgáltatás-minőségi mutatók célértékeit jelenti. Ezt a módszert az USA-ban már a gyakorlatban alkalmazzák.

- A minőség (a jó és rossz minőség) költségei:

Valamely vállalat vagy vállalkozás üzleti eredményeit meghatározó adottságok között lényeges szerepe van a minőség költségeinek is. Az EFQM (European Foundation of Quality Management) modellje jól mutatja a minőségköltségekkel való kapcsolatot.

A minőségköltségeket két csoportra bontjuk: a követelményeknek való *megfelelés* és a *nemmegfelelés* költségeire. Ezen költség-összetevők összege folyamatköltség. A két költség-összetevő a minőség függvényében ellentétes irányban változik, ezért összegüknek, a folyamatköltségnek bizonyos minőségnél minimuma van, ez az optimális minőség). Ez a felosztás bármely folyamat vagy szervezet bármely szintjén értelmezhető.

A klasszikus irodalomban az optimális minőségköltséget általánosan egy abszolút minimummal rendelkező, parabolyszerű görbe írja le. Az új kutatások szerint az optimális minőségköltség görbéje egy leszálló ágú hiperbolyszerű görbe.

A minőségköltségek egy másik felfogása (BS 6143 modell) az alábbi minőségköltség összetevőket különbözteti meg: megelőzési-, értékelési-, (belső- és külső) hibaköltségek. A tapasztalat szerint ezek aránya:

5 : 30 : 65.

Az Európai Unió egyik projektjében kidolgoztak egy gyakorlati alkalmazásra megfelelő minőségköltség csökkentési módszert.

- A gazdasági élet, a piac területén való elfogadhatóság (acceptability):

Ez a fogalom vagy mérték fontos a verseny piacon és annak jellemzésére szolgál, hogy a felhasználó hogyan viszonyul a technológiához, az új alkalmazásokhoz. Az elfogadhatóság szoros kapcsolatban van a szolgáltatás-minőséggel. Definíció szerint az elfogadhatóság egy adott szolgáltatást alkalmazó felhasználói csoport egyedeinek száma viszonyítva az alkalmazások szempontjából lehetséges teljes populáció méretéhez.

Az elfogadhatóságnak vannak szolgáltatás-specifikus-, felhasználó-specifikus-, vállalatspecifikus- és környezetspecifikus meghatározói. A vállalatspecifikus meghatározók függetlenek a szolgáltatástól, például ilyenek maga a szervezet, a személyzet képzettsége, a verseny intenzitása, stb. Környezetspecifikus meghatározók: a szolgáltatás kompatibilitása, a fejlesztés gyorsulása, az infrastruktúra, a hirdetések, stb. Felhasználó-specifikus tényezők: a szubjektív előnyök, a motiváció, az elvárások, a kockázati tényezők, a technológiai előrejelzések, stb. Végül szolgáltatás-specifikus a tervezés, az alkalmazhatóság, a funkcionáltság, a díjazás, az alkalmazásbavétel szabványosítása és a szolgáltatásminőség, stb.

1.13.7. A szolgáltatásminőség szabályozása [1.13.5], [1.13.8]

A szolgáltatásminőség szabályozásával kapcsolatos kulcskérdések az alábbiak:

- a szabályozási környezet jellege (monopol-vagy versenyhelyzet),
- a szolgáltató által publikálandó szolgáltatás-minőségi mutatók meghatározása,
- a közzétett adatok auditálása,
- a nem teljesítő szolgáltatóval szemben alkalmazott politika (jutalmazás és büntetés szükséges-e),
- új szolgáltatások esetén a minőségi paraméterek bevezetésének ütemezése,
- a szolgáltató által nyújtott minőség fenntartásának módja, lépései.

A monopóliumok korszakában, különösen a nyolcvanas években a szolgáltatásminőség szabályozásának két alap típusa létezett:

- a szabályozó orientált típus, amelynek jellemzői:
 - a szolgáltatóminőségi mutatók mért értékeit a szolgáltatók és/vagy szabályozók, beszámolók formájában nyilvánosságra hozzák,
 - a szabályozók célértékeket tűznek ki e mutatókra,
 - a célértékek nem-teljesülése esetén a szolgáltató büntetést fizet,
- a felhasználó orientált szabályozás, amelynek jellemzői:
 - a szolgáltató nyilvánosságra hozza szolgáltatásminőségi mutatóinak teljesített értékeit,
 - a szolgáltató az előfizetői szerződésben vállalja bizonyos értékű szolgáltatásminőségi mutató biztosítását,

➤ ha a szolgáltató nem teljesíti vállalását, akkor az ügyfélkompenzációt kap.
A verseny körülményei között a szabályozást új alapokra kell helyezni. Egy lehetséges megközelítés az Európai Unió belül:

- Európai Unió joganyagokra (pl. 98/10/EC direktíva), valamint az ETSI szabványokra kell támaszkodni.
- referencia modellt kell alapul venni, amely szerint
 - a szabályozás érintettjei az ügyfelek, a szolgáltatók és a szabályozók, ezek kapcsolatát
 - # az ügyfél hurok (az ügyfél és a szabályozó között),
 - # a piaci hurok (az ügyfél és a szolgáltató között) és
 - # a szabályozói hurok (a szolgáltató és a szabályozó között)
 - jellemzik, valamint
 - # ezen rendszeren belül, a szabályozás szempontjából kulcs-kérdések: az információ, a kötelezettségek és a segédeszközök.

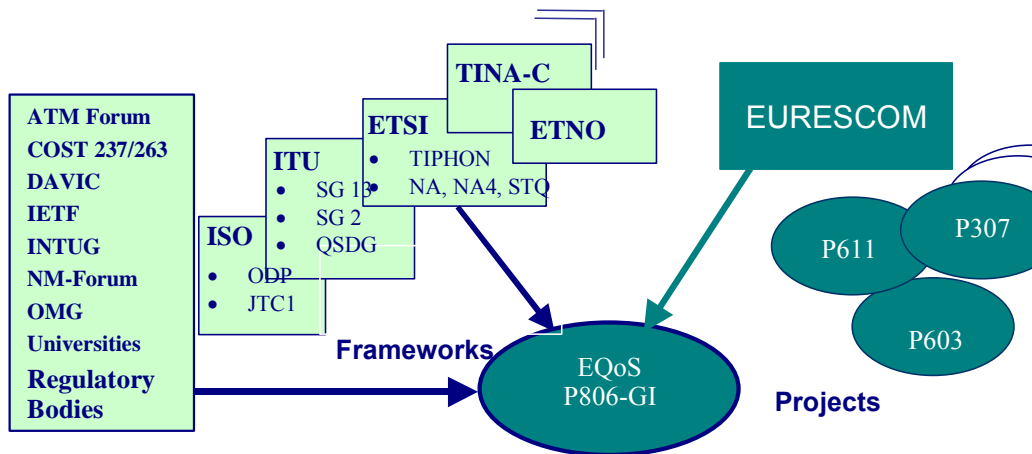
Egy lehetséges, javasolt megoldást tartalmaz a 1.13.5 táblázat.

QoS szabályozás	információ	Kötelezettség	segéd-eszközök
Piaci hurok	-proaktív információkáltalában a képességekről -és a hibás működésre vonatkozó megoldások	egyedi kötelezettségek a szerződések-ben	-kompenzáció,ha QoS a célértéknél rosszabb ,-világos meg-fogalmazások a szerződésben, -lehetőség a párbeszédre
Ügyfél hurok	a szabályozó által nyilvános ságra hozott információk		másodfokú párbeszéd
Szabályozói hurok	képesség mérések: kérésre v. kötelezően (pl. egyetemes szolgáltatás)	-kollektív célok kitűzése, törvé-nyi, rendeleti megfogalmazás,-gyenge pont monitorozás	a szabályozó birtokában legyen számos eszköz a szolgáltatóval szemben(hatékony szankcionálás is)

1.13.5 táblázat

1.13.8. Nemzetközi szervezetek [1.13.9]

A szolgáltatásminőség általános és speciális kérdéseivel számos nemzetközi és európai szabványosító szervezet (pl. ISO, IEC, ITU, ETSI), kutatási központ (pl. Eurescom) valamint a távközlésben érdekelt felek: gyártók, szolgáltatók, ügyfelek szervezetei (pl. IETF, INTUG, ETNO, QuEst Fórum, stb.) foglalkoznak. Röviden



1.13.3 ábra

bemutatjuk ezeket a szervezeteket, elsősorban a minőséggel összefüggő céljaikra, tevékenységükre fókuszálva.

Az ISO (International Standards Organisation)-t 1947-ben alapította huszonöt nemzeti szabványosítási szervezet. Az ISO célul tűzte ki nemzetközi szabványok kiadását, elősegítendő az árúk és szolgáltatások világméretű cseréjét. Munkáját szoros együttműködésben végzi az IEC (International Electrotechnical Commission)-vel és az ITU-T(International Telecommunications Union-Telecommunication Standardisation Sector)-vel. Számos szabványt azonos szöveggel és saját számozási rendszerüknek megfelelő számozással ad ki. A minőségügy területén a minőségirányítási rendszerekre vonatkozó szabványai a legjelentősebbek (EN ISO 9000:2000).

Az IEC (International Electrotechnical Commission) TC 56 (Dependability) műszaki bizottsága az elektrotechnikai és elektronikai gyártmányok, rendszerek megbízhatósági kérdéseivel foglalkozik és e témakörben bocsát ki a távközlésben is jól használható szabványokat, elsősorban a vizsgálat tervezés, a hibák osztályozása, a statisztikai adatfeldolgozás és a karbantartás szervezés területén, ami a QoS megítéléséhez nagy segítséget nyújt.

Az ITU-T kormányok, nemzeti távközlési adminisztrációk, elismert magántársaságok, gyártók, szolgáltatók, szabályozók, tudományos és ipari szervezetek, fogyasztók érdekvédelmi csoportjainak, stb. összefogója. Munkáját Tanulmányi Bizottságokban-, azon belül munkacsoportokban végzi. Egy-egy kérdés

kidolgozásával rapportőr csoportok foglalkoznak. Jelenleg öt Tanulmányi Bizottság (TB2, TB7, TB12, TB13, TB16) munkája kapcsolódik a szolgáltatásminőséghez.

Az öt TB-n kívül még a QSDG (Quality of Service Development Group) speciális munkacsoportnak is ez az érdeklődési területe. Ez a munkacsoport 1982-ben alakult a TB2-n belül. Elsődleges célja a nemzetközi távközlési szolgáltatások minőségének a javítása. Ennek érdekében közel száz ország, több-száz szakértőjét fogja össze, akik rendszeresen kicserélik elméleti és gyakorlati eredményeiket. A szolgáltatásminőség összes aspektusával foglalkoznak.

Az *ETSI* hatásköre Európára terjed ki, de szabványdokumentumainak elfogadottsága Európán kívül is növekszik. Tevékenységi területe a távközlés szabványosítása, beleértve a rádiótávközlést és a műsor-szórást is, valamint az információ technológiát. 1988-ban alakult. Műszaki szabványokat hoz létre és hagy jóvá. Tevékenységének egy részét projekt munkában végzi. A szolgáltatásminőséggel a SPAN (Services and Protocol for Advanced Networks) műszaki bizottság, az STQ (Speech Processing, Transmission and Quality aspects) bizottság, valamint a Tiphon projekt foglalkozik.

Az *Eurescom* húsz európai hálózat-üzemeltető kutatás-fejlesztési tevékenységét fogja össze, team munka keretében.

Az *IETF* (Internet Engineering Task Force) tervezők, üzemeltetők, kutatók, stb. nemzetközi közössége, amely az Internettel kapcsolatos műszaki tevékenységeit munkacsoportokban végzi. Ezek tématerületek szerint alakulnak. A szolgáltatásminőség is egy ilyen tématerület.

Az *INTUG* (International Telecommunications User's Group) a távközlési felhasználók érdekeit képviseli, többek között a szolgáltatásminőség területén is.

Az 1991-ben alakult *ETNO* (European Telecommunications Network Operators) az európai nyilvános hálózatüzemeltetők fóruma. Az üzemvitel és szabályozás különválása során jött létre. Munkacsoportjainak egyike a QoS WG, amely ETNO mátrixos reprezentációval egy jól használható szolgáltatás-minőségi modellt alkotott. Jelentős még az ETNO abból a szempontból is, hogy az európai távközlési szervezetek közül elsőnek kezdeményezték a szubjektív szolgáltatásminőség mutatók egységesítését.

1997-ben a világ vezető távközlési cégei egy új szervezetet hoztak létre, a *QuEST* (Quality Excellence for Suppliers of Telecommunication) *Fóru*-mot, hogy

- meghatározzák az ISO 9000 szerinti minősítés speciális távközlési követelményeit és mérési módszereit TL 9000 (Telecommunication Leadership) jelzettel,
- auditorokat képezzenek ki a távközlési gyártó, üzemeltető és szolgáltató cégek minőségügyi rendszereinek TL 9000 szerinti minősítéséhez, valamint
- korlátozott számban minősítő (regisztrátor) intézményeket akkreditáljanak.

A TL 9000 többszintű rendszer. Az alap az ISO 9000:2000. Erre épülnek az *általános* távközlési követelmények. A következő szint a hardver, a szoftver és a szolgáltatások *speciális* minőségi követelményeit tartalmazza. A következő szintre kerülnek a minőségi követelmények ellenőrzéséhez szükséges mértékek és mérési módszerek. A TL 9000 kézikönyv első kötete tartalmazza a minőségi követelményeket, a második kötet a minőségi mértékeket.

A QuEST Fórumnak 2001-ben már több, mint 160 cég és intézmény a tagja világszerte, akik kiváló minőségük demonstrálása céljából háromhavonta rendszeresen megküldik a TL 9000 szerint egységes módon értelmezhető és így összehasonlítható QoS adataikat a Fórum központi adatbankjába, ahol ezek az adatok statisztikai feldolgozásra kerülnek és a tagok számára elektronikus úton hozzáférhetőek, saját minőségfejlesztési programjaik továbbfejlesztéséhez és benchmarking célokra. A QuEST Fórum adatvérkeringése az első a világon, amely tapasztalati úton nyert és globálisan közös nevezőre hozott QoS adatokat „forgalmaz” a távközlés területén.

1.13.9. Szolgáltatásminőség-/minőséggel foglalkozó szabványok, projektek [1.13.10]

Szabványok:

- ISO szabványok:
 - MSZ EN ISO 9000:2000 Alapok és szótár
 - MSZ EN ISO 9001:2000 Követelmények
 - MSZ EN ISO 9004:2000 Útmutató a működés fejlesztéshez
- ITU-T ajánlások:

➤ E ajánlások

QoS ellenőrzése	(E.420 - E.489)
QoS fogalmak és definíciók	(E.800 - E.810)
QoS modellek	(E.810 - E.845)
QoS tervezés	(E.845 - E.899)

➤ G ajánlások

általában	(G.100 -G.109)
távbeszélő átviteli minőség	(G.110 - G.119)
Q és A célértékek	(G.820 - G.830)

➤ I és P ajánlások

minőségi célértékek	(I.350 - I.359)
általános hálózati követelmények	(I.370 - I.399)
távbeszélő átviteli minőség	(P.10 - P.80)
minőség értékelés	(P.80 - P.800)
multimédia szolgáltatások hang- minősége	(P.900 - ...)

➤ M és Q ajánlások

méréstechnika	(Kiegészítés az M sorozathoz)
távbeszélő átviteli minőség	(„ „ „)
tervezési célértékek	Q.543

➤ X és Y ajánlások

adatátvitel,

IP alapú szolgáltatások

• ETSI ajánlások:

- EG 202 086 Hagyományos távbeszélő szolgáltatás minőségének célértékei összekapcsolt hálózatokban,
- EG 201 377-1 Beszédátviteli minőség, összehasonlító mérések,

- EG 201 769, 769-1 A 98/106/EC ONP direktíva alá tartozó QoS beszédátviteli követelmények
- TR 101 329 Tiphon; A QoS általános aspektusai
- TR 101 329 - 1 Végpontok közötti QoS Tiphon rendszerekben,
A QoS általános aspektusa
- TR 101 329 - 2 A QoS osztályok definíciója
- TR 101 329 - 5 QoS mérési metodológia
- TR 101 329 - 6 Hálózat és végberendezés jellemzők aktuális mérései
- TR 101 329 - 7 Tervezési irányelv

Projektek:

- Eurescom projektek:
 - P 307 Hibamentesség tervezés
 - P 514 Jelzés hálózatok megbízhatósági tervezése
 - P 603 QoS mérések. Módszer választás
 - P 806 - GI QoS/NP a sokszolgáltató környezetben
 - P 905 - PF Interneten át haladó audiovizuális jelek minőségének értékelése
 - P 906 - GI : QoS metodológia
 - P1008- PF Együttműködési interfész a vég - vég IP QoS biztosítására
 - P1003- PF IP QoS keretei összekapcsolás esetén
- ITU-T projektek:
 - GII -N.8,
 - IP - 8
- ETSI projektek:
 - Tiphon.

Irodalomjegyzék:

[1.13.1] dr. A.V. Feigenbaum: Quality trends in the new Millennium.

44-th European Quality Congress, 2000.jun.

- [1.13.2] Eurescom P906-GI projekt: QUASIMODO - Quality of service
methodologies 1999, www.eurescom.de
- [1.13.3] dr. Buzás Ottó és szerző társai: Távközlési kultúra PressCon kiadó
2001
- [1.13.4] dr. Veress Gábor és szerző társai : Minőségügyi jegyzet sorozat a
Veszprémi Egyetem posztgradu-
ális oktatása számára, 1998.
- [1.13.5] A.P. Oadan at all: Quality of service in telecommunications IEE
Telecommunications series 39, 1997.
- [1.13.6] BS 6143 angol szabvány
- [1.13.7] Telecommunications Regulation Handbook World Bank, Washington
2000.
- [1.13.8] Sagatel study for the EC. 2000
- [1.13.9] www.iso.ch, www.iec.ch, www.itu.int, www.etsi.org, www.eurescom.de,
www.ietf.org About us
- [1.13.10] www.eurescom.de, www.etno.be

2. Átvitel

Jelen fejezet az átvitel témakörét öleli fel kettős csoportosításban. Egyfelől az átviteli utak különböző megvalósítási lehetőségeit tárgyalja, másrészt átfogó képet ad a napjaink távközlésében alkalmazott az átviteli eszközökről és módszerekről.

A fejezetet a fenti elveknek megfelelően két részre bontottuk. Külön választottuk azokat az átviteli utaknak nevezett részeket, melyek a távolságok áthidalásának fizikai megoldásait tárgyalják. Ide tartozik mind a vezetékes, mind a fénytechnikai, mind a földfelszíni vagy műholdas mikrohullámú ödsszeköttetés.

Ezeken az összeköttetéseken, azok fizikai jellegétől függetlenül, különböző multiplex berendezések, modulációs módszerek alkalmazhatók. Tehát ugyancsak függetlenek az átviteli úttól a bit hibajavító eljárások is. Magukat az elveket már az 1.3. és 1.5. fejezetekben is tárgyaltuk, így ezen berendezéseknek főként technikai oldalával foglalkozunk.

Mégis úgy döntöttünk, hogy egy fő fejezetbe foglaljuk össze a teljes átvitel technikát, hiszen a két terület egymás nélkül használhatatlan. Ez a kettősség vezetett oda, hogy szinte külön önálló életet él a 2.1. és a 2.2. fejezet. Talán lehettek volna ezek külön egymásjegyző fejezetek is, azonban szükségesnek látszott a közös szerkesztés, mert a berendezések fogalmai egyértelműen az átviteli utak jellemzőire épülnek.

2.1. Az átviteli utak

Az alfejezet első fele a vezetékes átviteli utakat tekinti át. A 2.1.1. alfejezetben az átvitel minőségére jellemző mennyiségekről: szint, torzítások, zajok, stabilitás, visszhang, bithibaarány, jitter, stb. olvashatunk, valamint a modulációs módszerek vonali minőségromlásra gyakorolt hatásairól.

Ezt követi a különböző vezetékes átviteli közegek: rézerű kábelek, koaxiális kábelek, fényvezetők szerkezetének és fontosabb jellemzőinek ismertetése a 2.1.2-4. alfejezetekben.

Az alfejezet második felében a vezeték nélküli rendszerek átviteli közegéről, a rádiócsatornáról szerezhethetünk bővebb ismereteket. A 2.1.6. alfejezetben a rádiócsatorna jellemzőit (antennák, hullámterjedési csillapítás, hullámterjedési modellek, időben változó csatorna, fading hatások, zajok, zavarok, interferenciák) ismertetjük.

Ezt követi a rádiós modulációs módszerek (lineáris és nemlineáris modulációs eljárások, szórt spektrumú technikák, CDMA) tárgyalása a 2.1.7. alfejezetben, mely kitér a különböző modulációs eljárások tulajdonságainak ismertetésére is (hibaarány fading nélküli és fadinges csatornában, szinkronizálási igények, érzékenység a nemlineáris torzításokra).

Végezetül a 2.1.8. alfejezet egy speciális jellemzőkkel bíró rádiócsatorna-típust a szélessávú nagytávolságú, mikrohullámú összeköttetéseket (2-18 GHz), valamint a helyi és körzeti ellátást biztosító 20-58 GHz-es műholdas szélessávú csatornát mutatja be.

Dr. Pap László, fejezet szerkesztő

2.1.1. Vezetékes átviteli utak - légvezetéktől a fényvezetőig

Az első vezetékes átviteli út a *légvezeték* volt, amelyet a nyomvonal mentén a helyszínen építettek össze az oda szállított elemekből. Ezek a következők voltak : oszlopok, tartók, szigetelők és bronzhuzal. Az ezekből megépített áramkörök korlátozott száma, azok érzékenysége a külső elektromos és mechanikai hatásokra, szükségessé tette a *szimmetrikus kábelek* megjelenését, amelyek gyárban célgépekkel készültek. A kábelnek fém köpenye van, benne több száz érpár vagy érnégyes és mindez a járda vagy az útpadka alá helyezik. A terepen elvégzendő munkáknak a kábelfektetés és a gyártási hosszak összekötése majd később az áthallás kiegyenlítés maradt. A *koaxiális kábelek* feleslegessé tették az áthallás kiegyenlítést. Végül a *fényvezető* kábelek rendkívül kis fajlagos csillapítása a közbülső erősítőket tette szükségtelessé, amihez társult a nagyfeszültségű befolyásra való teljes érzéketlenség és az áthallás zavaró hatásának elmaradása. A fényvezetők esetében is megmaradt a gyártási hosszak összekötése, de ha a

terepviszonyok lehetővé teszik, a kötésponatok száma jelentősen csökkenthető. Összegezve : a fejlődés során a terepen felmerült problémák nagy részét sikerült gyáron belül megoldani.

A fent vázolt fejlődés természetesen feltételezi a vezetékes távközlés többi ágában történt haladást : az erősítés, az FD és a TD multiplex rendszerek, majd a fényvezető technika elemeinek a megjelenését.

Bármilyen távközlési hálózat hatékony működéséhez kezdettől fogva ismert kell legyen az igények időbeni és térbeni alakulása. Milyen elosztó hálózat kell? A megvalósításhoz szükséges összes technológiai elem mellett megfelelő becsléssel kell rendelkezni arról, hogy milyen gyakorisággal kell a hálózatba beavatkozni akár bővítés akár hibaelhárítás céljából. A hibahelyeket milyen módszerrel akarják lokalizálni. Szükséges-e gyorsan és megbízhatóan tájékozódni a kábelek belsejében.

2.1.2. Vezetékes áramkörök működésének elvi alapjai

A vezetékes távközlés fémes vezetékének két alaptípusát különböztetjük meg : a szimmetrikust és az aszimmetrikust. A szimmetria a földhöz képest értendő. Előbbiekhez tartoznak a légvezetékek és a szimmetrikus kábelek, az utóbbiakhoz a koaxiális kábelek. Az előbbieknél a szimmetriát igyekszünk minél magasabb szintre emelni és megőrizni. A koaxiális párok eleve aszimmetrikusak.

a) szimmetrikus vezetékek átviteli jellemzői

A vezetékeket felhasználási tartományukban a hullámimpedanciával, a $Z = [(R + j\omega L) / (G + j\omega C)]^{1/2}$ -vel és a hullámátviteli mértékkel a $\omega = [(R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C)]^{1/2}$ -vel lehet jellemezni, ahol R, L, G és C az egységnyi hosszra eső hurokellenállás [ohm/km], induktivitás [mH/km], átvezetés [1/ohm.km] és üzemi kapacitás [nF/km], míg ω a körfrekvencia [rad/sec]. A primer paraméterek frekvenciamentének meghatározása bonyolult és kevés gyakorlati haszonnal jár. Kvalitatív viselkedésük egyszerűen megbecsülhető : a kapacitás gyakorlatilag frekvenciafüggetlen, az átvezetés papír-levegő dielektrikum esetén jelentős, Pe-levegő esetén a kapacitás és a hurokellenállás a frekvencia függvényében lassú növekedést mutat. Az induktivitás

állandó majd lassú csökkenés után ismét állandó a frekvencia függvényében. A gyakorlat számára a *szekunder paraméterek*, illetve ezek közül is a *hullámimpedancia* és a *hullámcsillapítás* mérésel történő meghatározásainak van jelentősége. Ezek négy szabad paraméter megválasztásával történik : a vezető anyaga és átmérője, a szigetelés anyaga és az üzemi kapacitás. Az üzemi kapacitás beállítása a szigetelőanyag és a levegő elrendezés (kordell, hab, stb.) megfelelő kialakításával lehet befolyásolni ügyelve arra, hogy ehhez mechanikailag stabil szerkezet társuljon. A fentiekből következik, hogy a szimmetrikus kábelek paramétereinek minden szempontból megfelelő beállítása tapasztalati úton lehetséges.

Hangfrekvenciás tartományban a $Z = [(R/j\omega C)]^{1/2}$ -re és a

$\omega = [j\omega CR]^{1/2}$ -re egyszerűsödik. A hullámimpedancia és a hullámátviteli mérték azonos valós és képzetes részből áll. A hullámátviteli mérték valós részének van elsődleges szerepe, amelynek értéke $\omega = [\omega CR/2]^{1/2}$. *Koncentrált induktivitás beépítésével (pupinozással)* a csillapítás csökkenthető. A fenti képletekben akkor az induktivitás meghatározó szerephez jut és a hullámimpedancia a $Z = [L/C]^{1/2}$ és a hullámcsillapítás $\omega = [R/2Z]$ képletekből számítható. Az így létrejött vezeték aluláteresztő szűrőként működik és kizárja a határfrekvencia feletti sáv átvitelét.

Vivőfrekvenciás tartományban a hullámimpedancia közelítőleg a frekvencia (-1/2) hatványa szerint változik. Ez a változás 12 kHz fölött már nem jelentős, a méretektől és a szigetelés anyagától függően 150-170 ohm között egy állandó értékhez tart. A fázisszög folyamatosan csökken vagyis a hullámimpedancia gyakorlatilag ohmosnak tekinthető. A hullámcsillapítás frekvenciamenete 1/2 hatvány szerint változik. E frekvenciatartományban már jelentős szerepet játszik a szigetelőanyag. Ezt mutatja - a műanyagok felhasználásának kezdeti szakaszából származó - összehasonlítás: egy 1,2 mm rézvezetőjű, papírkordel és szalag szigetelésű együttes 252 kHz-en közelítőleg akkora csillapítást mutat, mint egy 1,3 mm rézvezetőjű, stiroflex kordel és szalag szigetelésű érpár 552 kHz - en. Az előbbi 26nF/km, az utóbbi 23 nF/km üzemi kapacitással készült, ami a beépített anyagmennyiséget tekintve nem jelentős. Jelentős viszont a két anyag nagyfrekvenciás veszteségei közötti különbség. Később a kedvezőbb gyártásbeli és ugyanolyan kedvező villamos tulajdonságokkal bíró polietilén lett a kábelipar egyik alapanyaga.

b) szimmetrikus vezetékek áthallásjellemezői

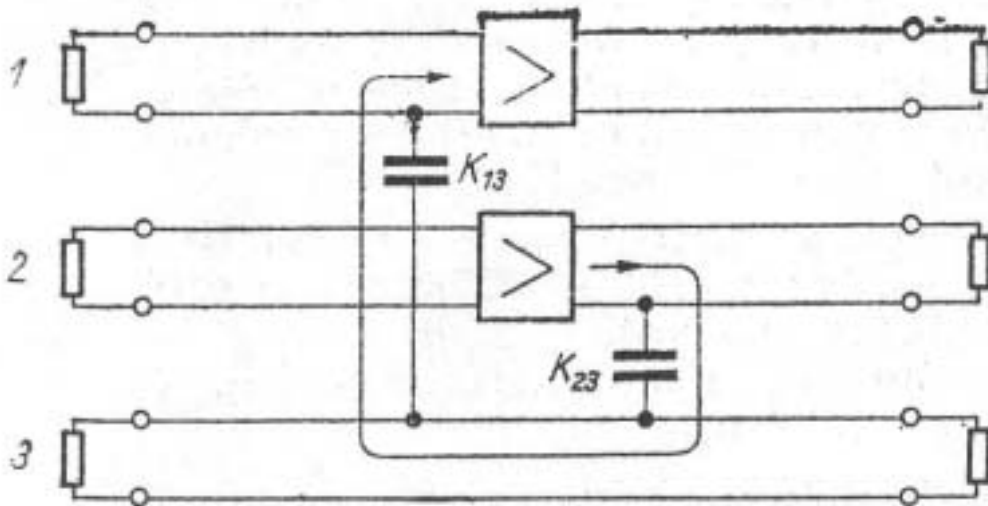
Szimmetrikus kábelek érpárjaira, mint egy érnégyes elemeire, közvetlen hatással vannak a szomszéd érnégyes érpárjai. A lehetséges relációk száma még akkor is nagy, ha csak a közvetlen szomszédok hatását kell figyelembe venni. Áthalláskiegyenlítéshez csatolást, egyéb célra elegendő áthallási csillapítást mérni. Az áthallási csillapítás a hasznos és az áthallott jel teljesítményeinek hányadosából képzett logaritmus. A számlálóba a zavaró áramkörön mért teljesítményt $P_1 = U^2/z_1$ -t, míg a nevezőbe a zavart áramkörön mért teljesítményt $P_2 = V^2/z_2$ -t írjuk. (A két impedancia általában különbözhet, legtöbbször azonban megegyezik.) Ha a betáplálás oldalán mérjük a zavart áramkörön a teljesítményt az áthallást *közélvéginek*, ha a vételi oldalon akkor *távolvéginek* nevezzük. Az áthallást a zavaró és a zavart áramkör között csatoló impedancia vagy admittancia közvetíti, amelynek nagysága és iránya *véletlenszerűen* változik. Ezen elemi csatolások eredőjét észleljük a zavaró áramkör elején vagy a végén. Minden elemi csatolás egy hosszanti zérus belső impedanciájú feszültségforrás, amelyet a bemenet és a kimenet felé az áramkör hullámimpedanciája zár le. Vagyis a teljesítmény fele a bemenet, fele a kimenet felé halad. A közélvégen észlelhető zavaró jel nagysága az alábbi hatásokból tevődik össze: csillapodik a zavaró áramkör hullámcsillapításával az elemi csatolás helyéig, csökken értéke a csatolásnak megfelelően, végül csillapodik a zavart áramkör hullámcsillapításával a csatolás helyétől az áramkör bemenetéig. A bemenettől x távolságra lévő elemi csatolás által létrehozott áthallási csillapítás a bemeneten érzékelhető nagysága $2\alpha x$ csillapítással növekszik. A fentiekből két dolog következik:

1) a közélvégi áthallási csatolás *csak a keletkezés helyén*, egy vele egyenlő nagyságú elem ellentétes relációba történő beépítésével kompenzálható 2) az erősítőszakasz két végén célszerű a legjobb közélvégi áthallással bíró gyártási hosszakat beépíteni. A fenti gondolatmenetet kell alkalmazni a távolvégi áthalláshoz: ez is a csatolás helyein keletkezik. A távolvégi zavaró jel azonban a zavart áramkörnek a csatolás helye és a végpont közötti csillapításával csökken. Az elemi csatolások hatása előjelhelyesen (vektoriálisan) összeadódik. A közélvégi és a távolvégi áthallás egyszerre jelenik meg. Arra a kérdésre, hogy melyik áthallástípus szerepe meghatározó és mekkora a zavarás mértéke, a felhasználás módja adhat

választ. A kielégítő minőség egyik feltétele, hogy a hasznos és a zavaró jel teljesítményének hányadosa a *jel/zaj viszony [dB]* a modulációs rendszertől függő, előre meghatározott értéknél nagyobb legyen. Ebben az értelemben szokás áthallási védettség kifejezést is használni. A hasznos jel (a zavart áramkörön) a túlsó végről a szakaszcsillapítással csökkentett szinten érkezik : $(P - a)$ dB, ahol a a szakaszcsillapítás. A zavaró áramkör szintje szintén P . A zavaró és a zavart jel haladási iránya ellentétes. A jel/zaj viszony teljesüléséhez az áthallási csillapításnak meg kell haladnia a szakaszcsillapítással megnövelt jel/zaj viszonyt. Ez a *közelvégi áthalláskövetelmény*.

Ha a zavaró és a zavart jel terjedési iránya megegyezik, a jel/zaj viszony kérdését a távolvégen kell megvizsgálni. A távolvégi áthallási csillapítás definíció szerint : a zavaró jel bemeneti szintjének és a zavart jel távolvégen mért szintjének a különbsége. Ebből a jel/zaj viszonyt illetve a távolvégi védettséget úgy kapjuk ,hogy a távolvégi áthallási csillapítást a szakaszcsillapítással csökkentjük.

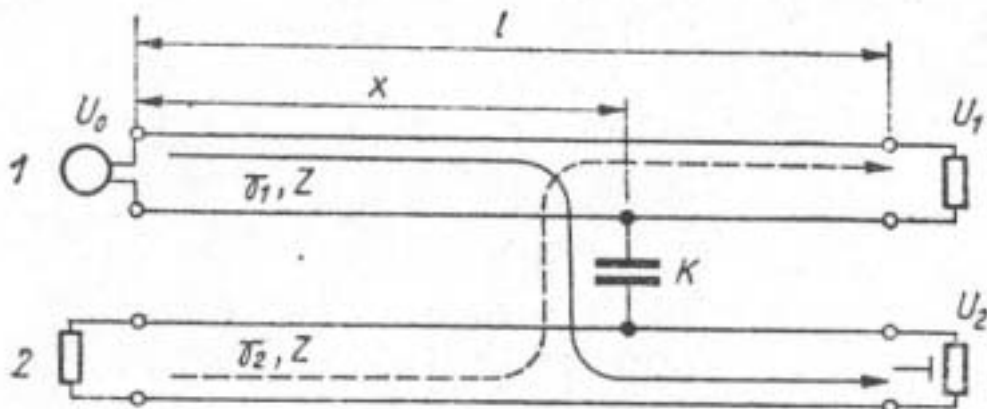
A fentiek alapján célszerű az áthallást mint jelenséget általánosabb formában is megfogalmazni : a nagyszintű áramkör zavar(hat)ja a kisszintűt. Az erősítő állomások bemeneti pontjai mindig kisszintűek, a kimeneti pontok nagyszintűek. Ha a kábelben olyan elemek is vannak, amelyeket erősítés céljából nem szakítunk meg, kettős csatolás révén az erősítetlen oldalra juthat az erősített jel. Ezt a fajta áthallást *kettős közelvégi áthallásnak nevezzük*. Ezzel a problémával találkozunk vivőfrekvenciás üzemre kiegyenlített egykábeles rendszernél, (2.1.2.1 ábra) valamint minden kétkábeles rendszernél, ahol legalább az egyik kábelben a vivőfrekvenciás érnégyeseken kívül hangfrekvenciás érnégyesek is vannak.



2.1.2.1 ábra

Kettős közelvégi áthallás szemléltetése

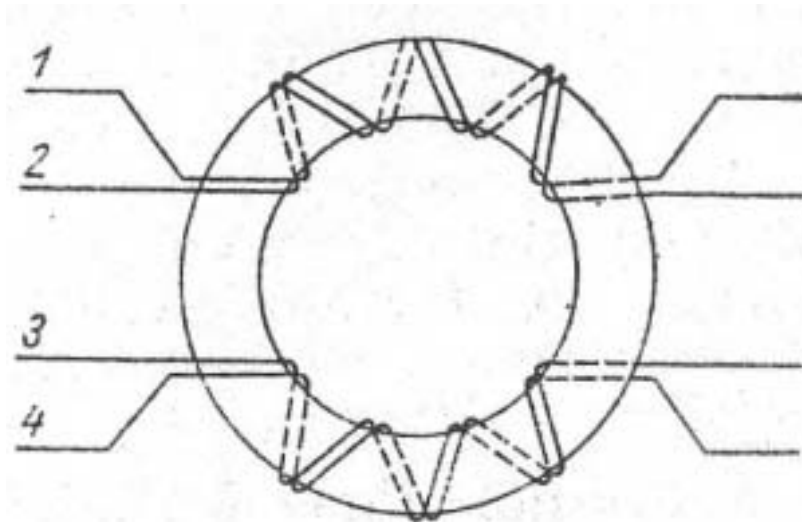
Lévéen közelvégi jellegű áthallásról szó : bármely kimeneti és bemeneti pont között legalább a szakaszcsillapítással megnövelt jel/zaj viszonyának kell teljesülnie. Kétkábeles rendszernél elegendő az *A* és a *B* kábel szerepét felcserélni (2.1.2.2 ábra).



2.1.2.2 ábra.

Kettős közelvégi áthallás szemléltetése

Ezáltal az egyik kábelbe a kisszintű a másikba a nagyszintű pontok kerülnek. Egykábeles rendszernél a nem erősített érnégységekbe hosszanti bifilárisan tekercselt indukciós csévét kell beiktatni, amelyek növelik az áthallási csillapítást, de az eredeti áramköri működést nem befolyásolják (2.1.2.3 ábra).



2.1.2.3 ábra. Longitudinális cséve bekötési vázlata

Az áthallási csillapítás a részcsatolások komplexvektoriális eredőjeként jelenik meg. E csatolások a gyártási egyenetlenségek elektromos leképzései és így statisztikus jellegűek. *Tendenciáját tekintve az áthallási csillapítás frekvencia függvényében csökken.* Az áthallási csillapítás kábeljellemző, amelynek értékét kiegyenlítőelemek beépítésével bizonyos mértékig növelni lehet, de mind a kábeltípusnak mind a gyártás mind a kiegyenlítés technológiának korlátai vannak :papír-levegő szigeteléssel 60 csatorna (252kHz) 7 érnégyesen 14 alapáramkörön, stiroflex vagy polietilén-levegő szigeteléssel 120 csatorna (552 kHz) 7 érnégyesen 14 alapáramkörön. A két irány között teljesítendő közelvégi áthallási csillapításkövetelményt csak kétkábeles rendszerben lehetett megvalósítani.

c) koaxiális párok átviteli jellemzői

A koaxiális párok átviteli jellemzőinek meghatározó elemei a gyakorlat számára érdekes frekvenciatartományban függetlenek a külvilágtól. A 60 kHz alatti tartomány az áthallások miatt nem használható. A koaxiális pár primer paraméterei olyan képletekbe foglalhatók, amelyek a magasabbrendű Bessel-függvények egyszerűsített alakját tartalmazzák és a helyességüket az ellenőrző mérések igazolják a szimmetrikus kábeleknél. A hullámimpedanciára és hullámátviteli mértékre használt és bemutatott képletek a koaxiális kábelekre is érvényesek. A soros tag a külső és belső vezető soros impedanciájának és az általuk képzett induktív hurok reaktanciájának az összege. Tehát az

$(R + j\omega L) = (1 + j) \cdot [1/2a + 1/2b] \cdot (\omega f / \omega)^{1/2} + j\omega \cdot \ln(b/a)$ ahol a a belső vezető sugara, b a külső vezető (cső) belső sugara, $\omega = 1,26 \cdot 10^{-6}$ [Vs/Am] a permeabilitás ($\omega_r = 1$), ω [1/ohm.m] a külső és belső vezető vezetőképessége. A helyettesítő négyfázis párhuzamos tagjában a G elhanyagolható. Az admittanciát csak a két vezető által képzett hengeres kondenzátor határozza meg.

Értéke frekvenciafüggetlen : $C = 2\omega\omega / \ln(b/a)$, ahol $\omega = \omega_0 \omega_r$ és $\omega_0 = 10^{-12}$ [Vs/Am] és ω_r a két vezeték közé beépített anyag relatív dielektromos állandója. Relatív értéke 1 és 2 között változik a leggyakrabban alkalmazott polietilén és a levegő arányától függően. A fenti összefüggések birtokában meghatározható a hullámimpedancia és a hullámátviteli mérték :

$$Z_0 = (1/2\omega) \cdot (\omega / \omega)^{1/2} \ln(b/a) + (1 - j) \cdot (1/4\omega) [1/2a + 1/2b] \cdot 1/(\omega f \omega)^{1/2}$$

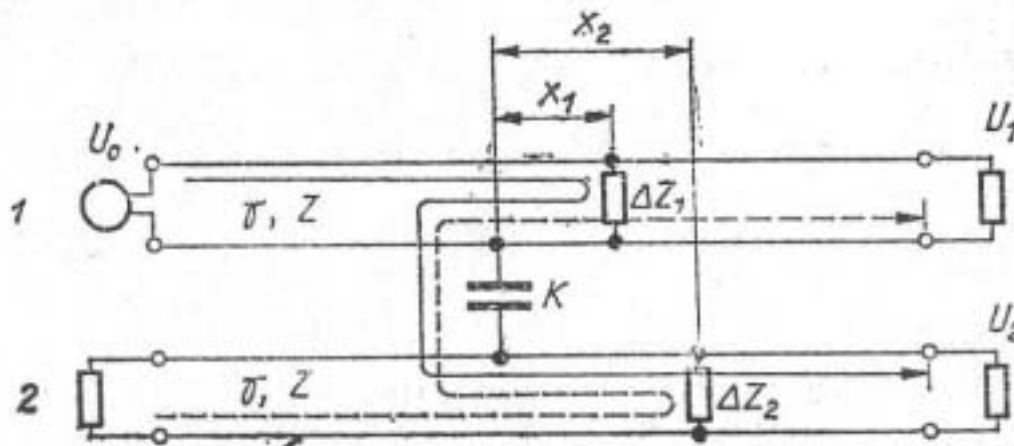
és

$$\omega = j\omega (\omega \cdot \omega)^{1/2} + (1 + j) [(1/2a + 1/2b) / \ln(b/a)] (\omega f \omega)^{1/2}$$

Figyelemre méltó, hogy a hullámimpedancia egy frekvenciafüggetlen Z_ω és egy frekvenciafüggő részből áll. Ez utóbbi a frekvencia (-1/2) hatványával változik. A távközlésben használt a 2,6/9,5 és az 1,2/4,4 névleges méretű koaxiális pároknál a hullámimpedancia valós részének értéke 2,5MHz-en illetve 1MHz-en 75 ohmot ad. A hullámcsillapítás a frekvencia (1/2) hatványa szerint növekszik. Csillapításminimum van azonos anyagból készült külső és belső vezető esetén a $b/a = 3,6$ értéknél. Ez nem olyan éles minimum, ami megkötné a tervező kezét.

A koaxiális párok üzemében vizsgálni kell a *reflexió* értékét, amelynek nagysága a reflektált és a beadott jel hányadosa a csillapítás hatásának korrekciójával vagy anélkül. A reflexió rontja az átvitel minőségét, különösen képátvitel esetén. A reflexió a koaxiális pár hossza mentén jelentkező impedanciaváltozások következménye, amelyeket gyártási egyenetlenségek okoznak. Szintén reflexiót okoz két gyártási hossz találkozásánál mutatkozó impedanciaeltérés. A folyamat egyik része az, hogy a jel egy része visszaverődik a bemenetre, majd innen az eredeti jel után megy. Mivel időben eloszlik, hatása nem jelentős. Sokkal veszélyesebb lehet az átvitel minőségére az alábbi helyzet kialakulása : a jel az n . kötéspontra a t időpillanatban reflektálódik a bemenet irányába, majd az $(n - 1)$. kötéspontra a $(t + \omega)$ időpontban ismét reflektálódik, de már

a jel után megy és $(t+2\omega)$ időpontban ér az n . és a $(t+3\omega)$ időpontban ér az $(n+1)$. kötéspontra. Az $(n+1)$. kötésponton a $(t+\omega)$ időpontban reflektálódik és a $(t+2\omega)$ időpontban ér az n . kötéspontra, ahol ismét reflektálódik és a $(t+3\omega)$ időpontban ér az $(n+1)$. kötéspontra. Látható, hogy a kettős reflexióból származó jelek nyilván komplexvektoriálisan összeadódnak, (2.1.2.4 ábra), ezek zajt, torzítást vagy képátvitelnél fantom képet okoznak.



2.1.2.4 ábra.

Reflektált közelvégi áthallás szemléltetése

Ezek elkerülése érdekében törekedni kell arra, hogy minél kisebbek legyenek az egymást követő kábelszakaszok között a hullámimpedanciaeltérések. Ennek eléréséhez az alábbi módszer bizonyult a leghatékonyabbnak : a legyártott csövek hullámimpedanciájából célszerű hisztogramot készíteni, a hisztogram területét annyi egyenlő nagyságú csoportra osztani, ahány koaxiális párt kell egy kábelnek tartalmaznia. Az egyes kábelekre az egyes csoportokból egy-egy koaxiális párt kell beépíteni. Ezáltal a lehetséges impedanciaeltérések nagyságát közel annyiadrészre csökkentettük, ahány csoportot képeztünk. Majd a kábelek láncbakapcsolásánál közel azonos impedanciájúakat kell összekötni.

d) áthallás koaxiális párok között

A külső vezető fölé kétrétegű acélszalag árnyékolás kerül, amely az árnyékoláson kívül biztosítja, hogy a külső vezető éltől élig záródjék. A nagyobb hatékonyság érdekében az acélszalagok rézbevonatot kapnak. Ezzel a felépítéssel két koaxiális pár között mérhető áthallási csillapítás elegendően nagy ahhoz, hogy

egykábeles rendszerben az ellentétes irányok között a közelvégi áthalláskövetelmény biztonsággal teljesüljön.

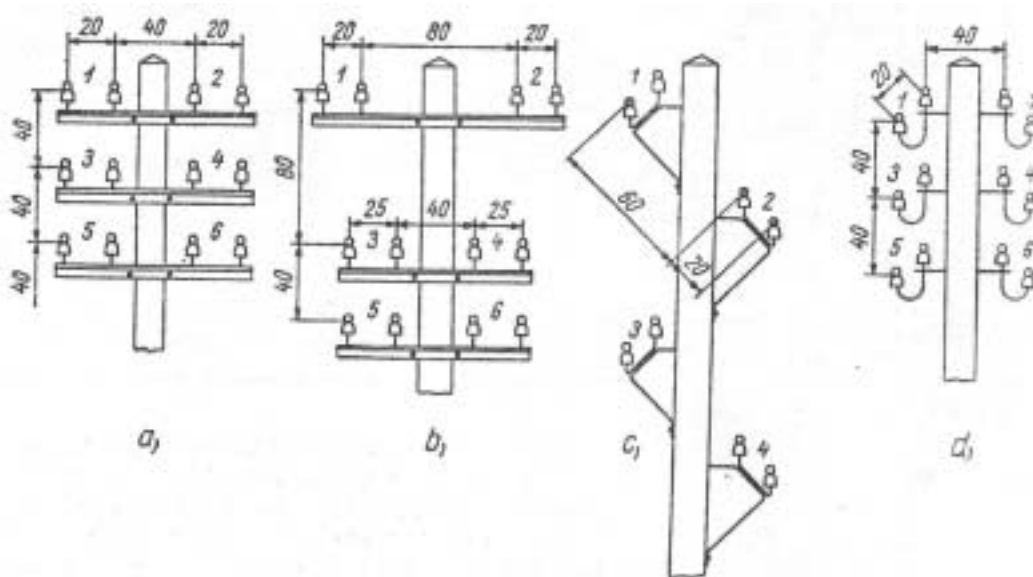
Nagyvárosi hálózatba központok közötti összeköttetések céljára fejlesztettek ki 0,8/2,2 méretű minikoaxiális párokat tartalmazó kábeleket, amelyekre szekunder vagy terciér PCM rendszereket terveztek telepíteni. A PCM rendszerek üzeméhez kisebb áthalláscsillapítás teljesítése is elegendő, amit egyszeres acélszalag árnyékolással is sikerült elérni.

Két koaxiális pár szolgál ki egy sokcsatornás multiplex analóg vagy digitális rendszert.

A koaxiális kábelek a fémvezetőjű szélessávú alapáramkörök között a csúcspot képviselik, de új helyközi összeköttetésekre már nem vehetők számításba.

2.1.3. Vezetékes átviteli utak szerkezeti elemei és technológiái

A *légvezetékes áramkörök* áramvezetés céljára 2 - 5 mm átmérőjű *bronzhuzalt* alkalmaztak. A bronz kompromisszum a kis ellenállás és a lehető legnagyobb szakítószilárdság követelmény egyidejű teljesítésére. A bronzhuzalt *szigetelőkhöz* rögzítették, a szigetelőket *acéltartókra*, az acéltartókat *faoszlopokra* szerelték. Az oszlopok közötti névleges távolság 50 m, a huzalokat 400 m-es *feszítési szakaszonként* a hőmérsékletéhez tartozó szükséges *belógás* beállítása mellett rögzítették (2.1.3.1 ábra).



2.1.3.1 ábra.

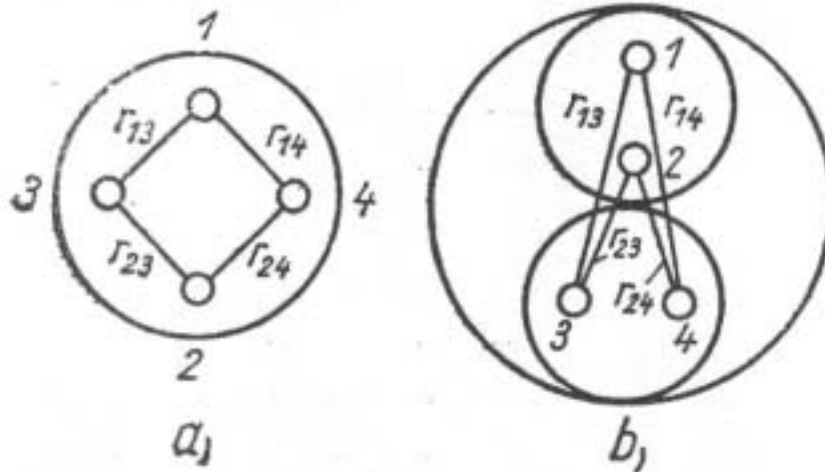
Helyközi hang- és vivőfrekvenciás oszlopképek.

A felmerült áthallásproblémákat keresztezéssel csökkentették. Az ellentétes irányok közötti közelvégi áthallás kérdését azok különböző sávban való elhelyezésével u.n. *különfrekvenciás $n + n$ rendszerek* alkalmazásával oldották meg. A légvezetékes oszlopsor mind mechanikai mind elektromos szempontból rendkívül sebezhető. A két vezeték közötti nagy kb. 20 cm - es távolság és a nagy hosszanti kiterjedés nagy csatolást okoz. A nagyfeszültségű távvezetékek befolyásából és légköri kisülésekből származó túlfeszültségek és túláramok ellen védeni kell a kapcsolás és az átviteltechnikai berendezéseket. Egy nagyobb zivatar tömegzavart okozhatott. *Az egy légvezetékes oszlopsoron létesíthető áramkörök száma nagyon korlátozott és a maga a hálózat külső hatásokra nagyon érzékeny.*

Az első kábelek réz vezetővel és ólom köpennyel készültek. A réz vezetőt papírszalaggal szigetelték és az így keletkezett kábelereket érpárrá vagy érnégységé sodorták. Ezt tekinthetjük a kábel alaptípusának, amelyhez képest az idők folyamán különböző változatokat fejlesztettek ki. A sodrás, ha szomszéd érpárok vagy érnégységek különböző *sodrásmagassággal* készülnek, részben vagy egészben megoldja az áthallás problémáját. A sodrás biztosítja továbbá a megfelelő mechanikai stabilitást.

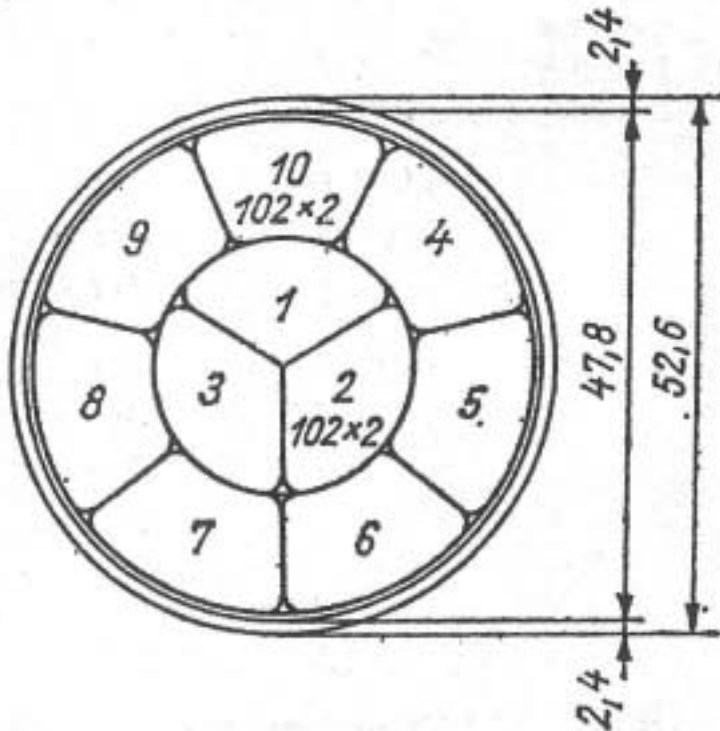
A vezető anyaga réz vagy *alumínium*. Az alumínium kedvező villamos tulajdonságai és ára ellenére csak szükségmegoldásként jött számításba. Így a továbbiakban csak rézvezetővel foglalkozunk. A vezető átmérője helyikábeleknél 0,4 ; 0,6 és 08 mm, hangfrekvenciás távkábeleknél 0,9 és 1,3 vivőfrekvenciás

távkábeleknél 1,2 és 1,3 mm. A helyi és vivőfrekvenciás távkábel céljára *csillag*, a hangfrekvenciás távkábelek céljára *DM érnégyesek* készültek (2.1.3.2 ábra).



2.1.3.2 ábra. Négyesek, a csillagnégyes, b DM-négyes keresztmetszete

A *csillagnégyesben* az erek egy képzeletbeli négyzet csúcspontján helyezkednek el és az átlósan elhelyezkedő erek tartoznak össze : képeznek áramkört. A DM érnégyesben két különböző sodrásmagassággal készült érpárt sodornak érnégyessé. Az érpárnak, mint áramkörnek jellemző tulajdonsága az *üzemi kapacitása*, amelynek névleges értéke helykábeleknél 38 nF/km, hangfrekvenciás távkábeleknél 38,5 nF/km és vivőfrekvenciás távkábeleknél 26,5 vagy 28 nF/km. A kábellel egyesítés két változata alakult ki : a *koszorús* és a *pázmás* (2.1.3.3 ábra).



2.1.3.3 ábra. Pázmás kábel.

A koszorút első lépésben egy vagy több érnégyes sodrásával alakítják ki, ez a kábel *magja*, majd erre szükség szerint egy vagy több *réteget* azaz *koszorút* visz fel szintén sodrással. A pázmás szerkezethez két ok vezet : vagy a *sodrógép* kapacitás korlátja vagy a kábel érnégyeseinek megfelelő egységekre történő felosztása vagyis a pázmák könnyebben bonthatók szét önálló leágazó kábelekké. Az így elkészült sodratra több réteg papírszalag *övszigetelés* került. Az eddig elkészült együttest *kábelleleknek* nevezzük. Erre préselték rá az *ólmköpenyt*. Ezzel létrejött a *behúzókábel*. Csupas az ólmköpenyt - ritka kivételtől eltekintve - probléma nélkül lehetett és lehet behúzókábelként alkalmazni.

Az első felhasználások a közvetlen földre azaz *munkaárokba* történő *fektetés* lehetőségét kívánták meg, amihez mind korrózió elleni mind mechanikai védelem miatt további rétegek felvitele vált szükségessé. Ezek : többrétegű bitumenes papírszalagból *párnaréteg*, majd a *kettős acélszalag* és kátránnyal itatott jutaréteg, vagyis a *páncélzat*, és ezzel létrejött a *páncélos kábel*. Az acélszalag utóbb az erősáramú befolyás elleni védelemben is hasznosnak bizonyult.

Azonos nyomvonalon, eltérő időpontokban több kábel lefektetésének gyakorlata, majd a felhasználható járdakeresztmetszeten több *közművel* való

megosztozás szükségszerűsége, felvetette az igényt a tér racionálisabb felhasználására és a hatékony együttműködésre. E felismerés eredménye lett a távközlési *alépítményhálózat* létrehozása és az egyes szereplők tevékenységének koordinálása.

Az első alépítményhálózatok előregyártott több *csőnyílású egybeöntött (monolit) betonelemekből* készültek, amelyeket jelenleg *műanyagcsövekből* álló, a helyszínen összerakott kötegek helyettesítenek. A *kábelbehúzásra* és az egyes kábelszakaszok összekötésére a csőszámtól függően *szekrények* illetve *aknák* szolgálnak. Sem a beton sem a műanyagelemekből készült alépítményhálózat racionális ráfordítással *nem tehető vízzáróvá*.

Az alépítményhálózat jelentős értéket képvisel és számos helyen a kiépíthető kapacitással a több felhasználó által támasztott igények csak nehezen kielégíthetők. Vagyis a rendelkezésre álló keresztmetszettel gazdálkodni kell. A *nagyteljesítményű munkagépekkel* végzett mélyépítő munkák az alépítmények és a bennük lévő kábelek épségét veszélyeztethetik. Csak a megfelelő koordináció képes a szükséges védelmet biztosítani. A fenti sokrétű feladatot csak egy vállalat tudja hatékonyan elvégezni, tehát az üzemeltetést és a fenntartást egy vállalatra kell bízni.

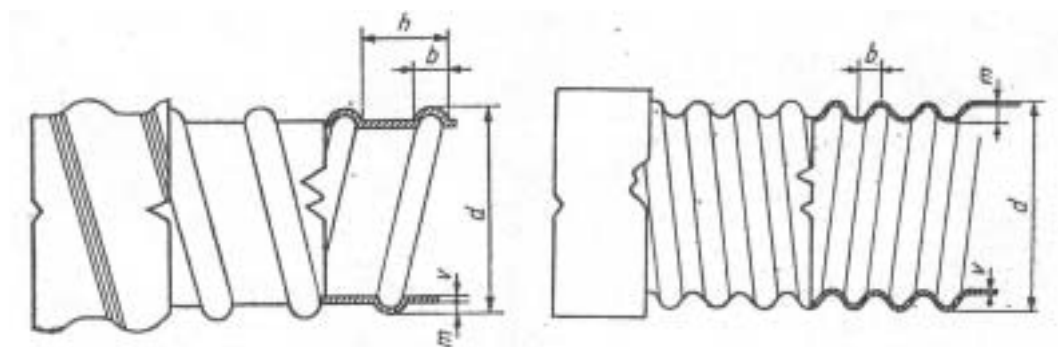
Sem a közvetlen földre fektetés sem a behúzás nem tud minden helyzetre optimális megoldást adni. A szükség létrehozta a *légkábelt*, amely behúzókábel és acél *tartókötéll* folytonos (simított szerelés) vagy szakaszos összekötésével jött létre. E három megoldáson kívül említést érdemel még a *kábelcsatorna* és a *közműalagút*. Az előbbi egyszerre teszi lehetővé a *folytonos hozzáférést* (pl. gyár területén) és a mechanikai hatások elleni védelmet. Az utóbbi több közmű részére készül. A különleges kábelek körébe tartozik a *folypáncélos* és a *tengeralatti* kábel. A különlegesség a páncélzat tulajdonságában van. Növekvő húzó igénybevételre a páncélzat elemei növekvő mértékben feszülnek egymáshoz megakadályozva éles tárgy áthatolását is, a kábellelek megsérülését.

Új korszakot jelentett a kábelgyártásban a *műanyagok*, elsősorban a *polietilén* használata. Hosszú évek fejlesztésének eredményeképpen megjelent a *vazelintöltésű, habosított-polietilén-szigetelésű, bőrös* kábel. A *habosítás* a dielektromos állandó és ezáltal a méretek csökkentését szolgálja. A *bőrözés* (skined) a felületet simává és zárttá teszi és ezáltal a vazelinnek a habosított polietilén zárányaiba történő behatolását és a dielektromos állandó növekedését

megakadályozza. A vazelintöltés feladata a maradék tér teljes kitöltése. A kábelsodratra több réteg polietilén szalag majd alumíniumfólia árnyékolás kerül. Erre extudálják a polietilén köpenyt. *Ezzel megvalósult egy a maga nemében tökéletes kábel.* Jelentőségét legalább két vonatkozásban kell értékelni : a) Egy esetleges köpenysérülés, amely ólomköpenyű papírszigetelésű kábelek esetében a teljes keresztmetszet *meghibásodásához (teljes beázáshoz)* vezethetett, vazelintöltésű kábelek esetén akár észrevétlen maradhat.

b) Az ólomköpenynek polietilénnel történő helyettesítésével előálló súlycsökkenés szállításkor és behúzáskor kedvező.

A légkábelek területén a *8-as alakú önhordó légkábel* nyújt megfelelő megoldást. Némely típusában a kábellelket enyhén *hullámosítják*, vagyis hossza enyhén megnövekszik. Ezáltal a kábelköpenyt oszlopközön belül felvágva *előfizetői leágazás* készíthető. Fő alkalmazási területe falusi és kertvárosi *elosztó vagy előfizetői hálózatokban* lehet. Alkalmazása sziklás területen fényvezetős *helyközi áramkörök* létesítésére is figyelembe vehető feltéve, hogy a fényvezetők a *hajlítási igénybevétel*t megfelelően tűrik (2.1.3.4 ábra).



Hullámos alumínium és acélköpeny.

2.1.3.4 ábra.

A védőréteg nélküli *alumíniumköpeny* behúzás céljára *korrózió* miatt alkalmatlan. Ehhez járulnak merevsége miatt a *hajlítási* nehézségek. E problémán a köpeny hullámosításával enyhíteni lehetett, de ehhez elfogadhatatlan méretnövekedés társult. Az alumínium köpenyű kábelekből viszont speciális feladatokra jól használható páncélos kábel készíthető. Az erősáramú befolyás elleni védelemben alkalmazzák kis *védőtényezője* azaz nagy *védőhatása* miatt.

A fémfelületek *forrasztás nélküli összesodrása* útján kapott érkötés bizonytalan nagyságú és stabilitású *átmeneti ellenállást* képvisel. Ezért ez - főleg adatátvitel esetén - nem elfogadható megoldás. Új létesítmények, de főleg vazelintöltésű kábelek esetén érkötés céljára *kötőhüvelyeket* vagy ezzel egyenértékű átmeneti ellenállást biztosító *kötőszablont* kell alkalmazni.

A koaxiális párok külső és belső vezetője közötti szimmetriát az egyes gyártók különbözőképpen érték el : azonos távolságokra elhelyezett *tárcsákkal*, a *bambuszra*, a *hurkára* emlékeztető formákkal és *egyes vagy kettes spirállal*. A különböző szerkezeti megoldások elektromosan egymással felcserélhetők. A koaxiális párok (össze)kötése két szemléletmód alapján történhet : a külső és a belső vezető hegesztéséhez használnak külön erre a célra készített elemeket vagy sem. Az előbbinél a belső vezetőket *hasított hüvely* segítségével, külső vezetőket erre a célra készített *két félhüvellyel* forrasztják össze. A kötés helyén a dielektrikumot pótolni kell. Az eredeti aránynak megfelelően megnő a külső vezetőhöz csatlakozó elem átmérője. Az acélszalagok folytonosságát acélhüvelypár biztosítja. A második esetben csak a hegesztéshez használt ezüstszalag tekinthető idegen anyagnak. A két belső vezető közé kell beilleszteni az ezüstszalagból egy darabot. Hegesztés után a felesleget lecsiszolják. A két csőformájú külső vezetőt előbb kiegyenesítik, majd méretrevágják úgy, hogy érintkezzenek. Az érintkező felületek fölé kb. 2 mm széles ezüstszalagot visznek fel, amelyet a végeken visszahajtanak. Elvégzik a hegesztést. A szigetelést visszahelyezik eredeti formájában. A külső vezetőt sablonnal ismét csőformájúvá alakítják. Végül visszaállítják és lekötik az acélszalagokat.

2.1.4. Fényvezetők, típusok, jellemzők

Szerző: dr. Veszely Gyula

Lektor: dr. Lajtha György

Ebben a pontban gyakran használjuk az alábbi jelöléseket:

A síkhullám vákuumbeli fázistényezője: $k_o = \omega \sqrt{\epsilon_o \mu_o} = 2\pi / \lambda$.

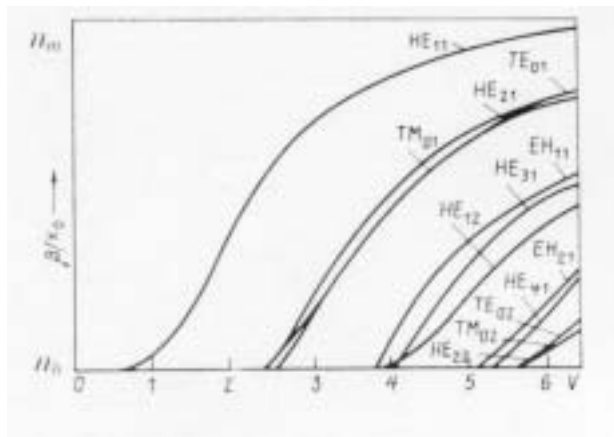
A fényvezető tengelyirányú fázistényezője: β .

A mag törésmutatója: n_m , a héj törésmutatója: n_h .

2.1.4.1. Fényvezető típusok

Az elemi fényvezető, vagy fényvezetőszál hengeres dielektrikum, amelyet egy kissé kisebb törésmutatójú hengergyűrű dielektrikum vesz körül. A belső dielektrikum a *mag*, a külső a *héj*. Ha a mag törésmutatója a sugártól független, akkor a fényvezető lépcsős törésmutatójú (SI: Step Index), ha a mag törésmutatója sugárfüggő, akkor a fényvezető folyamatosan változó törésmutatójú (GI: Graded Index).

SI szálak esetén a Maxwell egyenletek analitikusan megoldhatók. *Terjedő módusok* esetén a sugár függvényében a tér a magban oszcilláló, míg a héjban exponenciálisan hasonlóan csökkenő. (A tér eme héjba nyúló farokrésze miatt közeli fényvezetők között áthallás lép fel). A frekvencia csökkentésével az exponenciális függvény egyre laposabb lesz, míg egy bizonyos frekvenciánál konstanssá válik, vagyis a tér a héjban minden sugárnál ugyanakkora. Ilyenkor a kábel radiális irányban sugározni kezd. Azt a frekvenciát, ahol ez bekövetkezik az



illető módus *határfrekvenciájának* nevezzük. Nyilvánvaló, hogy a szál már a határfrekvencia közelében is alkalmatlan az energiaátvitelre, mert terének zavartalanságához végtelen nagy helyre lenne szüksége. Határfrekvencián a módus fázistényezője $\beta = k_o n_h$, vagyis megegyezik a héj anyagában terjedő síkhullám fázistényezőjével.

2.1.4.1. ábra. SI szál diszperziós görbéi

Ha a frekvenciát növeljük, akkor az exponenciális függvény egyre meredekebb lesz, míg végtelen frekvencián a tér teljesen behúzódik a magba, a héjban zérus lesz. Ekkor a módus fázistényezője $\beta = k_o n_m$, ami érthető, hiszen a tér csak n_m törésmutatót érzékel. Az elmondottak alapján a normált diszperziós görbék a 2.1.4.1. ábrán láthatók.

Fényvezető szálak legfontosabb jellemzője a V paraméter (nevezik normalizált frekvenciának, normalizált sugárnak, módustérfogatnak is). SI szádra a V paraméter

$$V = k_o r_m \sqrt{n_m^2 - n_h^2} \quad , \quad (2.1.4.1)$$

ahol r_m a mag sugara. A 2.1.4.1. ábrából is láthatóan az egymódusú (SM: Single Mode) terjedés feltétele

$$V < 2,4 \quad (2.1.4.2)$$

Mivel az optikai fényadók hullámhossza valamint a törésmutatók egyéb szempontok miatt rögzítettek (2.1.4.2) megfelelő kis magsugarú választásával teljesíthető. Az egymódusú szálak tipikus magsugara 5-8 μ m.

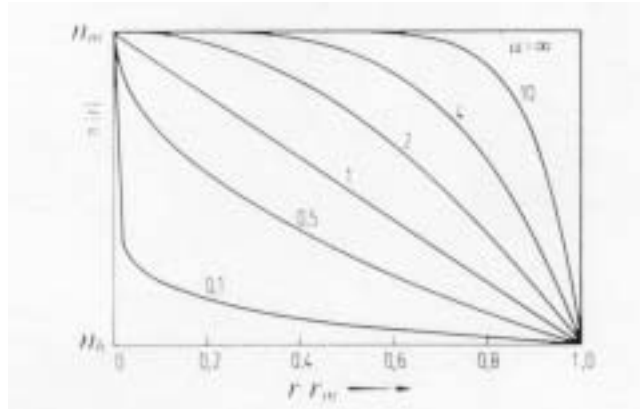
A gyártási toleranciákra kevésbé érzékeny sokmódusú (MM: Multi Mode) szálak jellegzetes magsugara 50-100 μ m. MM szálakat folyamatosan változó törésmutatóval gyártanak, aminek az oka az alábbi.

Tekintsünk ω_v körfrekvenciájú fény-vivőt moduláló jelet, amelynek sávszélessége akkora, hogy a $\beta(\omega)$ diszperziós görbe ω_v környezetében egyenessel helyettesíthető. Ekkor a moduláló jel a

$$v_{cs} = \left. \frac{\partial \omega}{\partial \beta} \right|_{\omega_v} \quad (2.1.4.3)$$

csoportsebességgel halad. Amint az a 2.1.4.1. ábrából látható, ez a csoportsebesség mindegyik módusra más és más. Vagyis, ha a jel szállítását sok módusra bízunk, akkor az egyes módusok által szállított jel más és más időpontban érkezik a kábel végére, a jel kiszélesedik. Ezt a jelenséget *intermodális* diszperzióknak nevezzük.

Amint a 2.1.4.1. ábrából látható a magasabb módusok csoportsebessége kisebb. Ugyanakkor a magasabb módusok tere a mag széle felé koncentrálódik. A csoportsebesség csökkenését kompenzálni lehet úgy, hogy a mag törésmutatóját a mag széle felé csökkentjük. Így a tér lényeges része kisebb törésmutatót érzékel,



vagyis a csoportsebesség megnő. Ez az oka annak, hogy információ átvitelre szolgáló sokmódusú szálakat a mag közepétől kifelé monoton csökkenő törésmutatóval készítik. A 2.1.4.2. ábrán hatványfüggvény profilok láthatók.

2.1.4.2. ábra. Hatványfüggvény profilok

Ezen profilok matematikai alakja

$$n(r) = n_m \left[1 - 2\Delta \left(\frac{r}{r_m} \right)^\alpha \right]^{1/2} \quad \text{ha } r < r_m$$

$$n(r) = n_h \quad \text{ha } r > r_m \quad (2.1.4.4)$$

ahol $\Delta = (n_m^2 - n_h^2) / (2n_m^2) \approx (n_m - n_h) / n_m$.

Igazolható, hogy az összes terjedő módusok száma

$$M = \frac{\alpha}{\alpha + 2} \frac{1}{2} k_o^2 r_m^2 (n_m^2 - n_h^2) = \frac{\alpha}{\alpha + 2} \frac{1}{2} V^2, \quad (2.1.4.5)$$

ahol a V paraméterben a korábbi konstans mag törésmutató helyett annak maximumát kell beírni.

A vizsgálatok azt mutatták, hogy $\alpha \approx 2(1 - \Delta)$ esetén extrém kis hullámvezető diszperzió érhető el.

2.1.4.2. Diszperzió

A már tárgyalt intermodális diszperziót a

$$D_{im} = \frac{\Delta\tau}{L} \quad [\text{ns/km}] \quad (2.1.4.6)$$

intermodális diszperziós együtthatóval jellemezzük, ahol $\Delta\tau$ a leglassúbb és leggyorsabb módus futási idő különbsége, L a kábel hossza. Míg SI fényvezető esetén

$$D_{im} \approx \frac{n_m}{c} \Delta, \quad (2.1.4.7)$$

(ahol $c=3 \cdot 10^8$ m/s) addig az optimális ($\alpha \approx 2$) parabolikus profilra

$$D_{im} \approx \frac{1}{2} \frac{n_m}{c} \Delta^2, \quad (2.1.4.8)$$

ami mintegy három nagyságrenddel kisebb az SI szál diszperziós együtthatójánál.

Az intermodális diszperzió szigorúan monokromatikus fényadónál is fellép. A fényadó véges spektrális szélessége (sáv szélessége) miatt fellépő diszperziót *kromatikus* diszperzióknak nevezzük.

Véges spektrális szélességű fényadónál úgy tekinthetjük, hogy a különböző hullámhosszúságú komponensek önállóan szállítják a moduláló jelet és pedig más és más csoportsebességgel. Ennek megfelelően a moduláló jel kiszélesedik. A maximális és minimális futási idők különbsége

$$\Delta\tau \approx \left. \frac{\partial\tau}{\partial\lambda} \right|_{\lambda_{vn}} \Delta\lambda, \quad (2.1.4.9)$$

ahol $\Delta\lambda$ a fényadó spektrális szélessége és a deriváltat a λ_{vn} névleges vivő hullámhosszon kell számítani. Az egységnyi befutott hosszra és a jelforrás egységnyi spektrális szélességére vonatkoztatott futási időkülönbséget *kromatikus* diszperziós együtthatónak nevezzük.

$$D_{kr} = \frac{\Delta\tau}{L\Delta\lambda} = \frac{1}{L} \left. \frac{\partial\tau}{\partial\lambda} \right|_{\lambda_{vn}} = \left(\frac{\partial}{\partial\lambda} \frac{\partial\beta}{\partial\omega} \right)_{\lambda_{vn}} \quad \frac{\text{ps}}{\text{km.nm}} \quad \text{vagy} \quad \frac{\text{ns}}{\text{km.nm}} \quad (2.1.4.9)$$

A kromatikus diszperzióknak két fajtája van az *anyagi* diszperzió és a *hullámvezető* diszperzió.

A törésmutató hullámhossz függése miatt a futási idő még végtelen kiterjedésű homogén közegben terjedő síkhullám esetén is hullámhossz függő. (2.1.4.10)-be helyettesítve a síkhullám $\beta = k_0 n$ diszperziós összefüggését és áttérve a hullámhossz szerinti deriválásra az anyagi diszperziós együttható

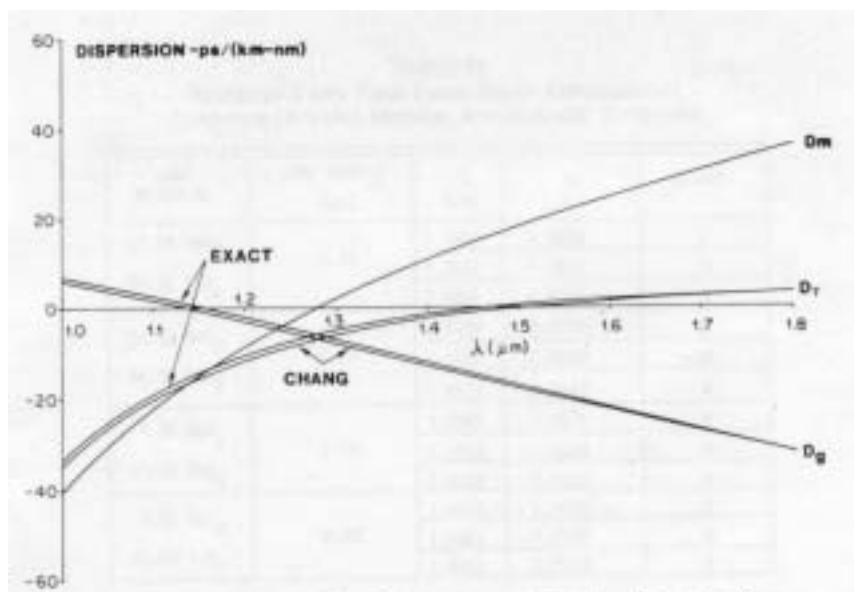
$$D_m = \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[n - \lambda \frac{\partial n}{\partial \lambda} \right] \quad (2.1.4.11)$$

A hullám vezetettsége miatt a fázistényező még hullámhosszfüggetlen törésmutató esetén is nemlineáris függvénye a frekvenciának. A D_g hullámvezető diszperziós együttható számítása a (2.1.4.9) formula alapján csak numerikusan végezhető, mert az alapl módus $\beta(\omega)$ diszperziós összefüggése nem adható meg analitikus alakban.

A hullámhosszfüggő törésmutatót tartalmazó diszperziós összefüggésben a törésmutató és a vezetettségből származó $\beta(\omega)$ kapcsolat alapvető összefonódottságban jelenik meg. Elvileg tehát semmi nem indokolja, mégis a gyakorlatban jól használható a teljes D_T diszperzióra a

$$D_T \approx D_m + D_g \quad (2.1.4.12)$$

összefüggés (2.1.4.3. ábra). Mivel D_m a hullámhossz monoton növekvő, míg D_g monoton csökkenő függvénye, megfelelő geometriával beállítható (diszperziószabászat), hogy az eredő diszperziós együttható valamelyik átviteli ablakban legyen zérus.

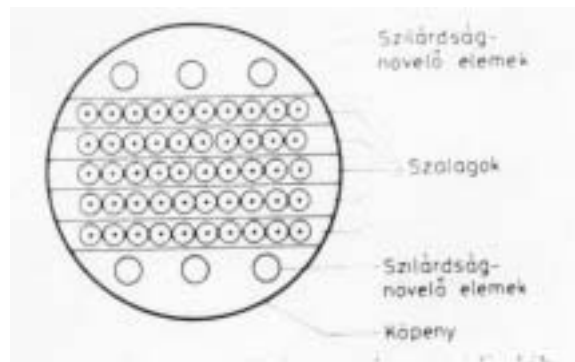


2.1.4.3. ábra. Az anyagi diszperziós együttható, a hullámvezető diszperziós együttható és a teljes diszperziós együttható szilikátüvegre. A CHANG jelű görbék köze-lítő számítás eredményei

Kimutatható, hogy a hullámvezető diszperziós együttható ugyanúgy tartalmaz egy Δ szorzótényezőt, mint az intermodális diszperziós együttható (l. (2.1.4.7-8)). A kis diszperzió elérése céljából kis indexdifferenciát választanak, ekkor viszont adott hullámhossznál és magsugárnál (2.1.4.1) szerint kis V értéket kapunk, így a tér kevésbé koncentrálódik a magba. Ezért az ilyen szálakat *gyengén vezető* szálaknak nevezzük.

2.1.4.3. Kábeltípusok.

A fényvezető szálakat mechanikai védelmük érdekében műanyag bevonattal látják el. Az *elsődleges védőréteg* a szálát folyamatosan körülveszi, felvitele a szál gyártási folyamatának része. A *másodlagos védőréteg* biztosítja a szál rugalmas elhelyezkedését a kábelben. Az elsődleges és másodlagos védőréteg között sok esetben *párnázat* helyezkedik el.



A 2.1.4.4. ábra szalagos elrendezése jobb helykihasználást eredményez.

2.1.4.4. ábra. Szalagokból felépített nagy kapacitású fénykábel

2.1.4.4. Fényvezető kötések.

A fényvezetők kötéstechnikáinak alapvető célja a beiktatási csillapítás minimalizálása. A fényvezetők kötése során az alábbi műveleteket kell elvégezni:

a.) a fényvezetők megtisztítása a védőrétegektől,

- b.) a fényvezetők vágása,
- c.) a fényvezetők pontos geometriai illesztése,
- d.) a fényvezetők egymáshoz viszonyított rögzítése,
- e.) a kötési pont mechanikai védelmének helyreállítása.

A *hegesztés*es kötések a fényvezetők megolvasztását és előtolás közbeni összeolvasztását jelentik. A megolvasztás leggyakrabban elektromos ívvel, mikrolánggal vagy lézersugárral megy végbe. A csöves kötések esetén a fényvezetők pozicionálása kapillárisokkal történik. A szálakat bevezetjük a kapilláris két végén. A rögzítést vagy a kapilláris oldalán levő lyukon bevezetett ragasztó és egyben immerziós anyag segítségével vagy a kapilláris felmelegítésével és a szálakra zsugorításával végezzük. A *hornyos* kötések esetében a szálak pozicionálása plexiüvegbe vagy fémbe mart V alakú horonnyal történik. A hornyos kötések előnye a hegesztéses és csöves kötési módszerekkel szemben, hogy csoportos kötési módszerként is felhasználhatók.

2.1.4.5. Fektetés, szerelés

Kábelbehúzás szempontjából a fényvezető kábel legfontosabb adatai a tömege, a megengedhető legnagyobb tengelyirányú húzóerő, a legkisebb hajlítási sugár, valamint a húzóerő és a hajlítási sugár hányadosa. A *kézi erővel történő kábelbehúzás* hátrányai, hogy a kábelt nagy mechanikai igénybevételnek teszi ki, a húzóerők nem mérhetők és a kétféle surlódási együttható miatt nagy az indító húzóerő. Ilyen módszerre csak kézi behúzásra kialakított kábel alkalmas. A *gépi csörlős kábelbehúzás* olyan csörlővel végezhető, amely fel van szerelve húzóerő mérő műszerrel, húzóerőhatárolóval és húzási sebesség határolóval. A kábel rugalmassága miatt fellépő rángás elkerülésére a kábeldobot fékezni kell. Nagy átmérőjű behúzócsövekbe több fényvezetőkábel közvetlen behúzása nem ajánlott a kábelek károsodása miatt. Helyesebb előzetesen 3-4 kisátmérőjű bélésű elhelyezése.

Közvetlenül a talajba fektetett kábel esetén a fémentes kábel utólagos felkutatása szinte lehetetlen, ezért szokás a kábel fölé egy fémvezetőt is lefektetni.

Irodalom

2.1.4.1. Lajtha Gy., Szép I.: Fénytávközlő rendszerek és elemeik. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987.

2.1.4.2. D. Marcuse: Light Transmission Optics. Van Nostrand, New York, 1972.

2.1.4.3. S. Ungar: Fibre Optics. John Wiley, Chichester, 1990.

2.1.5. Vonali rendszerek

Szerző: Paksy Géza

Lektor: Frigyes István

A távközlési hálózatok csomópontjait vezetékes, vagy vezeték nélküli átviteli rendszerek kötik össze. A hálózati alkalmazástól függően ezek a rendszerek néhány kilométertől több ezer kilométer távolságot hidalhatnak át. Feladatuk, hogy a különféle szolgáltatásokat hordozó elektromos, vagy fényjeleket torzítás és bithibamentesen juttassák el a rendeltetési helyükre.

A műszaki fejlődés az első egy-csatornás fizikai összeköttetésektől a maximum néhány ezer csatornás koaxiális kábeles frekvenciaosztásos (FDM) analóg rendszereken át, a jelenleg általánosan alkalmazott több tízezer távbeszélő csatorna ekvivalens kapacitású fényvezetős digitális rendszerekig tart, sőt a fotonika jelenlegi kutatási eredményei még ennél is több nagyságrenddel nagyobb átviteli kapacitások felé mutatnak.

A vonali rendszerek legfontosabb szerepe a szolgáltatástól független transzport szolgáltatás a felettes rétegek számára. Ez azt jelenti, hogy a vonali rendszerek a távközlési hálózatok fizikai rétegét kezelik, és nem foglalkoznak a szolgáltatást hordozó jel keretszervezésével vagy csomagstruktúrájával, ezen belül a belső tartalmával, jelzésekkel, vagy címzésekkel, és nem vizsgálják a szolgáltatást megvalósító áramkörök, csomagok integritását és minőségét sem.

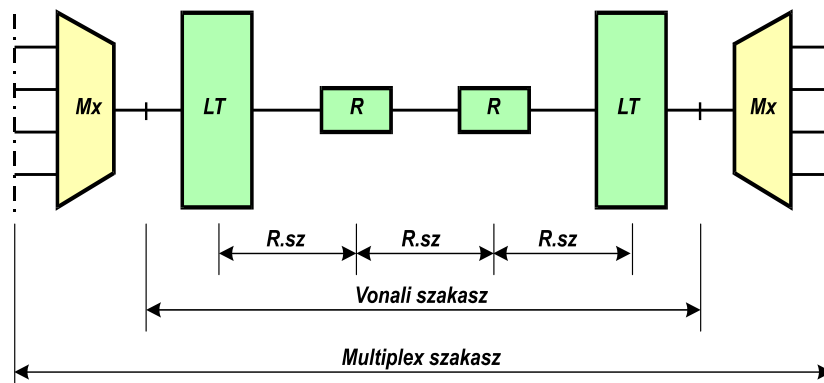
A vonali rendszerek alkalmazási helyüktől függően eltérő kiképzésűek és illesztve vannak az átvivő közeg tulajdonságaihoz, és az alkalmazás körülményeihez. Legfontosabb jellemzőjük az átviteli kapacitás és az áthidalható maximális távolság. Ezeknek függvényében az alábbi alkalmazások a legfontosabbak:

- igen nagy távolságú, több ezer km-es, elsősorban tengeralatti kábeles és műholdas átviteli rendszerek,
- nemzeti és nemzetközi gerinchálózati nagy távolságú rendszerek,
- települések közötti körzethálózati rendszerek,
- nagyvárosi hálózatok rendszerei.

A következőkben csak a vezetékes (kábeles) vonali rendszerek legfontosabb jellemzőivel foglalkozunk, a vezeték nélküli rendszerek leírása 2.2 pontban található.

A vonali rendszerek általános felépítése:

Egy pont-pont közötti összeköttetést megvalósító rendszer általános felépítése az 2.1.5.1 ábrán látható:



2.1.5.1 ábra A vonali rendszerek általános felépítése

A vonali rendszerek végződtetését ellátó *LT* funkcionális blokkok fizikailag részét képezhetik a multiplex berendezésnek, de különösen régebbi technológiájú berendezéseknél önálló egységet képeztek, és szabványos interfészekkel csatlakoztak a multiplex berendezéshez. Az SDH rendszereknél ez a szétválasztás már megszűnt, a vonalvégződő funkció az interfész portokban található.[1]

A vonali rendszerek funkcionális felépítése:

- Multiplex szakasz: nyálábolási funkciót ellátó berendezéseket magába foglaló szakasz.
- Vonali szakasz: A vonali jelek végződtető *LT* berendezések és az átvivő utat (vonalat) tartalmazó szakasz, mely a vonali védelmi mechanizmusok működtetését is tartalmazza.
- Regenerátor szakasz (az ábrán: R.sz): két ismétlő állomás közötti szakasz.
- Kiegészítő funkciók, berendezések: hálózat menedzselésére és az üzemeltetési információk átvitelére szolgáló adatátviteli csatornák Az üzemvitelhez szükséges feladatok (távtáplálás, hibabehatárolás, átviteli minőség. figyelése, esetleg a bithibák javítása) ellátása.

A transzport funkciók megvalósításának legfontosabb műveletei:

- Multiplexálás

Az információt hordozó jelek nyálábolhatók az idő, a frekvencia, vagy más fizikai jellemző megosztásával. Ezeket a multiplexálási módszereket a 2.1.6 pontban részletesen tárgyaljuk.

- Impulzus-regenerálás

Az impulzus-regenerálás, vagy más kifejezéssel a regeneratív ismétlés a digitális átviteltechnika olyan alapszere, ami lehetővé teszi, hogy digitális információkat vezetékess rendszereken nagytávolságra, közel bithibamentesen lehessen eljuttatni.

A regeneratív ismétlés elve

A regeneratív ismétlés módszerének alkalmazásával lehetőség van digitális jelsorozatok elvileg tetszőleges távolságra való eljuttatására. A módszert a legelső PCM rendszerekhez, szimmetrikus réz erű kábelekre dolgozták ki, de az elvet közegetől és sebességtől függetlenül a más átviteli rendszerekben jelenleg is általánosan alkalmazzák.[2]

A következőkben részletesen ismertetjük a regeneratív ismétlés elvét.

Az adójel kialakítása

Az átvinni kívánt $\{b_i\}$, $-\infty < i < \infty$ bináris információ elektromos vagy optikai reprezentációját az alábbi alakban írhatjuk le:

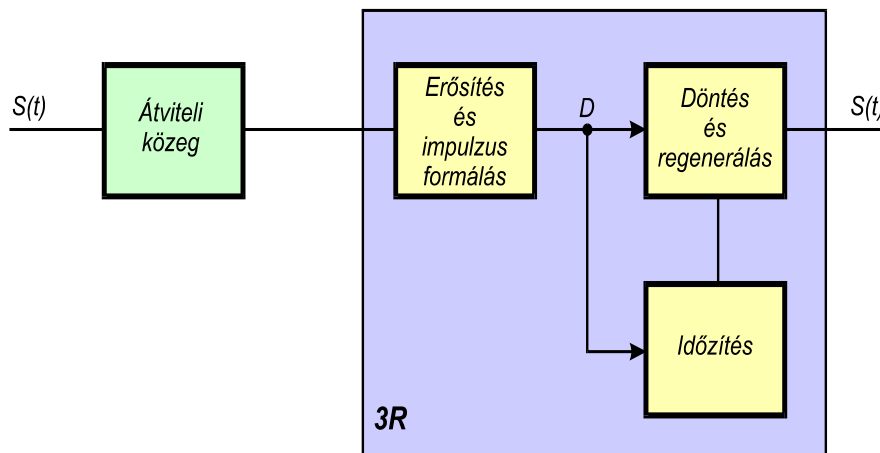
$$S(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i s(t-iT),$$

ahol T az impulzusismétlődési idő.

Az $s(t)$ adójel rendszerint NRZ (non-return-to-zero) vagy RZ (return-to-zero) négyyszög impulzus

A $S(t)$ véletlen változó adójelsorozat teljesítménysűrűség spektrumát az $\{b_i\}$ bináris információ további $\{b_i\} \rightarrow \{a_i\}$ kódolásával úgy szokás kialakítani, hogy az $S(t)$ jel spektrumának egyenáramú komponense zérus legyen. Ezt az egyenárammentes vonali kódok valamely osztályához tartozó kódolással lehet elérni. Az a_i értéke kétszintű esetben 0, 1 vagy +1, -1 értéket, többszintű kódolás esetén N egyenlő távolságban lévő diszkrét értéket vehet fel (pl. +1, 0, -1). Ilyen kódok például a HDB-3, a 4B3T, a 8B10B, a 2B1Q kódok.

A regeneratív ismétlés elvét az 2.1.5.2 ábra alapján követjük végig.



2.1.5.2 ábra A regeneratív ismétlő elvi felépítése

1. Jelformálás: Reshaping

Az $S(t)$ impulzussorozat diszperzív és zajos átviteli közegen (réz-, vagy fénykábel) halad át, a jel torzul és a közegre jellemző zaj adódik hozzá. A regenerátor bemenetén elhelyezkedő a vevőszűrő és erősítő a torzított jelet a döntéshez optimális alakra hozza (lásd: Nyquist feltételek) és erősíti. Az

optimális jelalak esetén a jelközi átlapolódás értéke és a zaj minimális. A formált jel minőségéről a „szemábra” ad információt.

2. Újraidőztés: Retiming

A vett jelsorozatból, rendszerint nemlineáris jelkezeléssel az eredeti T impulzusismétlődési idő órajelet elő kell állítani. Az előállított órajel szerepe kettős, egyrészt meghatározza a pontos döntési időpillanatokot, másrészt pontosan helyreállítja a regenerált $s(t)$ adóimpulzus szélességét is. A gyakorlatban LC vagy SAW szűrőket, vagy PLL áramköröket alkalmaznak órajel előállításra. Az órajel előállítás tökéletlenségéből ered az előállított órajel járulékos, zajszerű fázismodulációja, amit dzsitter-nek nevezünk. Ennek hatása a döntési időpillanatok eltolódásában, esetleg téves döntésben jelentkezik. Hosszú regenerátorláncban ezek az időzítési hibák felhalmozódhatnak és ez a vételi oldalon az átvitt információ minőségromlásához is vezethet, pl. képjelátvitel esetén.

3. Döntés és impulzusalak visszaállítás: Regeneration.

A 2.1.5.2 ábra D döntési pontjában $\{a_i\}$ értékeit meg kell határozni, majd hozzá kell rendelni az eredeti $s(t)$ adó jelalakot, azaz eredeti formájába vissza kell állítani, regenerálni kell az $S(t)$ adó jelsorozatot. az időzítőjel által meghatározott T időpillanatonként. A döntést az órajel vezérli, és az átviteli szintek számától függő döntési szinthez kell hasonlítani a vett jel pillanatnyi értékét. A döntés lehet helyes vagy helytelen. A regenerálás minőségi mutatója a bit-, helyesebben a vonali $\{a_i\}$ szimbólumok tévesztési aránya. Helyesen működő fémkábeles regenerátorok kisebb, mint 10^{-6} hibaarányal működnek. Optikai rendszereknél ez a hibaarány kisebb, mint 10^{-12} . Hosszú vonalszakaszoknál fenntartási, hibabehatárolási célokból szükséges a hibaarány üzemközbeni, folytonos figyelése a lánc mentén. Ez megoldható vagy a vonali kódolás belső szabályosságainak ellenőrzésével, vagy a jelsorozatba folyamatos paritásellenőrzésével. Nagykapacitású, nagytávolságú rendszerekben gyakran hibajavító (FEC) kódolást is alkalmaznak. Az STM-64 és STM-256 szintű rendszerekben az ITU G.709 ajánlása hibajavítás céljára a BCH kódok egy típusát javasolja alkalmazni.

Az angol kifejezések alapján a fentebb ismertetett jelkezelési módszert 3R regenerálásnak (Reshaping, Retiming, Regeneration) szokás nevezni. 3R regenerálást alkalmaznak a különféle fémes és fényvezetős rendszerekben. Nagytávolságú átvitelnél több közbülső regenerálási pontokra is szükség lehet. A rézvezetős szimmetrikus és koaxiális kábeles rendszerekben a nagy csillapítás miatt 2-4 kilométerenként szükséges regenerálás, ezért ezeket az ismétlő berendezéseket felügyeletlen, távtáplált állomásokon, földalatti tartályokban helyezik el. Egyhullámhosszas fényvezetős PDH vagy SDH rendszerekben 40-80 kilométerenként szükséges a regenerálás.

A Gbit/s-sebességű rendszerekben a 3R regenerálás igen költséges, ezért gyakran az újraidőztési (retiming) művelet elhagyásával csak részleges regenerálást hajtanak végre. Ezt a fenti definíciók alapján 2R regenerálásnak szokás nevezni.

A mai (2001.) technológiákkal a 3R és 2R regenerálás csak elektronikus úton lehetséges, az optikai 3R regenerátorok megvalósítása még kutatási fázisban van.

Optikai erősítők

A fényvezető szálak csillapítása következtében a jelenleg általános 2.5 Gbit/s-os átvitel esetén egy optikai adó és vevő közötti távolság nem lehet nagyobb 100-150 km-nél. A hagyományos, egy hullámhosszat alkalmazó rendszerekben 3R regenerációt hajtanak végre, azaz vonali ismételőket alkalmaznak.

A WDM rendszerekben, ahol 40-80 hullámhossz is üzemel párhuzamosan, rendkívül költséges lenne hullámhosszanként egy-egy 3R regenerátort elhelyezni minden ismétlési pontban. Az optikai erősítők az optikai tartományban az összes hullámhosszat egyszerre erősítik, így egyetlen berendezéssel lehet a fényvezető szál csillapításának hatását erősítő szakaszonként kompenzálni. Az optikai erősítés gondolata a fénytávközlési korai szakaszában megfogalmazódott, de konkrét alkalmazásra először a tengeralatti rendszerekben a kilencvenes évek közepén került. [3]

Az optikai erősítés megvalósításának több lehetősége is van, mint pl.

- Ritka földfémekkel adalékolt fényvezető szálak erősítők, pl. EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier)
- Félvezető optikai erősítők
- Lézer-erősítők
- Gerjesztett Raman szórás alapján működő erősítők
- Gerjesztett Brillouin szórás alapján működő erősítők

Jelenleg a távközlési rendszerekben csak az 1520-1560 nm-es tartományban működő az EDFA erősítőket alkalmazzák, ezért a következőkben csak azt ismertetjük.

Erbiummal adalékolt fényvezető szálak erősítők (EDFA)

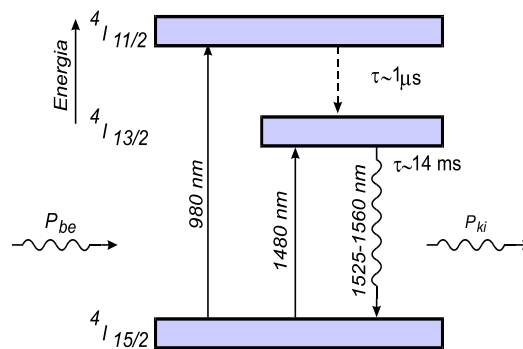
Fizikai alapok

Ha egy optikai szál magjába ritka földfém adalékot szennyezőanyagként, akkor egy megfelelő λ_p hullámhosszú gerjesztő fény hatására a földfém atomok ionizálódnak és szabad elektronjaik magasabb energia állapotba kerülnek. Ha ezek az elektronok visszatérnek alapállapotba, akkor λ_s hullámhosszú fényt sugároznak ki. Az energiaszintek és a hozzá tartozó hullámhosszak közötti kapcsolatot a jólismert

$$\lambda = hc/\Delta E$$

összefüggés adja, ahol λ kisugárzott fény hullámhossza, h a Planck állandó, és ΔE az energiaszintek távolsága.

A fenti összefüggés miatt az 1520-1550 nm hullámhossz tartományban az Erbium ritkaföldfém szennyezést kell alkalmazni és a gerjesztő fény hullámhosszának 980 vagy 1480 nm-nek kell lennie.



2.1.5.3. ábra

Ezt részletesebben mutatja a 2.1.5.3. ábra, ahol az Er atomok nyugalmi és gerjesztett elektron energia szintjeit ábrázoltuk. 1480 nm hullámhosszú fény hatására az elektronok a $4I_{13/2}$ energiaszintre kerülnek majd kb. 14 ms időállandóval visszatérnek az eredeti energia szintjükre, miközben 1550 nm-es fényt bocsátanak ki. A szál bemenetére érkező P_{be} teljesítményű fény fotonjai a gerjesztett energia szinteken lévő elektronokkal kölcsönhatásba lépnek, és a 1550 nm hullámhosszú beeső fény teljesítménye P_{ki} teljesítményre növekszik, azaz $G = P_{ki}/P_{be}$ erősítés jött létre. A 980 nm-es gerjesztés esetén kétlépcsős energiaszint változás jön létre, de a folyamat eredménye teljesen az előbbieken leírtakkal. A gerjesztett állapotú elektronok spontán is visszatérnek az alapállapotba, és ekkor fényt bocsátanak ki, ez a spontán emisszió zajként jelenik meg az erősítő kimenetén. A spontán emisszió határa megjelenő fotonokat az EDFA tovább erősítheti gerjesztett emissziós úton, ez a jelenség az erősített spontán emisszió, aminek angol rövidítése: ASE (Amplified Spontaneous Emission)

Egy G erősítésű erősítő kimenetén az ASE zaj értéke:

$$S_{sp} = n_{sp} (G-1) h\nu$$

ahol n_{sp} a spontán emissziós tényező, minimális értéke 1, ν pedig a fény frekvenciája.

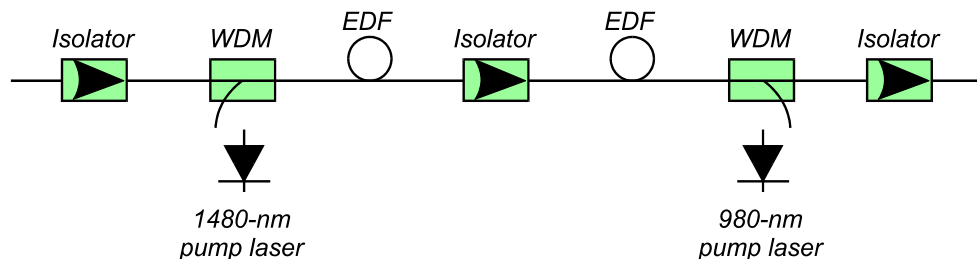
Az erősítő zajtényezőjét az $F = (jel/zaj)_{be} / (jel/zaj)_{ki}$ definíció alapján az

$$F = 2 n_{sp} (G-1) / G$$

összefüggésből számolhatjuk.

Gyakorlati megvalósítás

Az optikai erősítő gyakorlati megvalósítása a 2.1.5.4 áran látható. Az ábra egy kétfokozatú optikai erősítő blokksémáját mutatja be, ahol *EDF* az erbiummal adalékolt szál, az izolátorok a jelek egyirányú terjedését biztosítják. A WDM jelű passzív optikai becsatolókon keresztül kerül a gerjesztő fényteltjesítmény az erbiumos szálra. Az erősítést létrehozó néhányszor tíz méter hosszú optikai szál feltekercselve van elhelyezve a berendezésbe.



EDF - Erbium-doped fiber

WDM - Wavelength division multiplexer

2.1.5.4 ábra Az EDFA típusú optikai erősítők gyakorlati megvalósítása

Az EDFA erősítők jellemzői:

Kimenő teljesítmény: max. 15 –23 dBm.

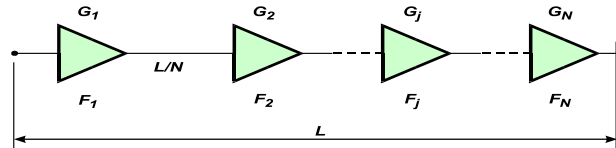
Kisjelű erősítés: 20-30 dB, +20...+30dBm gerjesztő teljesítmény esetén.

Sávszélesség: kb. 20-30 nm a 3 dB-s pontok között az 1525-1560 nm-es hullámsávban. Az erősítés egyenletessége a jelterjedés útjába beiktatott külső optikai szűrő-korrektorral javítható.

Zaj: Fő forrása az ASE zaj, tipikus zajtényező $F=4-5$ dB.

Optikai erősítők láncba kapcsolása

Hosszú fényvezető összeköttetésekben a fényvezető szálak csillapításának kompenzálására szakaszonként optikai erősítőket kell elhelyezni. Az optikai erősítők megfelelő láncba kapcsolásához figyelembe kell venni az optikai erősítők által keltett zajok felhalmozódását és a különféle diszperziós torzítások korlátozó hatásait.



2.1.5.5 ábra Optikai erősítők láncba kapcsolása

Az láncba kapcsolt optikai erősítőkben keletkező spontán emissziós zajok (ASE) végig haladnak a láncon, és a zajforrást követő erősítők erősítik azt. A felhalmozódott erősített spontán emissziós zaj hatása kettős. Egyrészt csökkenti a jel/zaj viszonyt a vételi erősítő bemenetén, másrészt telítésbe viheti a lánc végén lévő erősítőket, és ezzel csökkenti azok kiszelű erősítését.

Egy L km hosszúságú N erősítőből álló erősítő láncban erősítőtávolság $s=L/N$ km, feltételezzük, hogy minden erősítő erősítése G és ez kompenzálja az előző szakasz csillapítását, azaz $G = e^{\alpha s}$, és az optikai szál csillapítása α dB/km:

Az eredő zaj a lánc végén

$$S_N = 2NS_{SP} = 2n_{sp}(G-1)N = 2n_{sp}(e^{\alpha s}-1)N$$

A fenti összefüggés azt mutatja, hogy a zaj a sorba kapcsolt erősítők számával lineárisan növekszik, és csökken, ha szakaszok távolsága csökken. Így egy lehetséges stratégia lenne az, hogy nagyszámú erősítőt alkalmaznánk, kis szakaszcsillapításokkal. A költség oldalról viszont az erősítő száma növeli a költségeket.

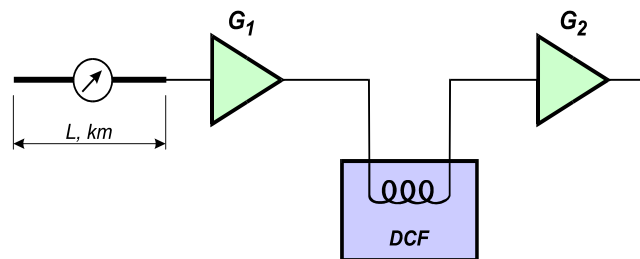
A gyakorlatban kompromisszumként 50-100 km-es erősítő távolságokat alkalmaznak.

Az optikai erősítőket nemcsak közbülső (in-line) erősítőként lehet elhelyezni, hanem adóoldalon az adó lézer fényteljesítmények emelésére (booster) és a vételi szintemelésére az előerősítőként (pre-amplifier) is.

Diszperzió kompenzálás

A kromatikus diszperzió arányos a fényvezető szál hosszával, és az optikai adójel spektrális szélességével.

A jelenleg alkalmazott, az ITU G.652 ajánlásnak megfelelő- monomódusú fényvezető szál kromatikus diszperziója az 1520-1600 nm-es tartományban pozitív értéket vesz fel. Ezt kompenzálhatjuk egy ellentétes diszperziójú optikai szál szakaszonkénti közbeiktatásával. A 2.5.1.4 ábrának megfelelően a gyakorlatban ezeket a kompenzáló szálakat egy kétfokozatú optikai erősítő közepébe iktatják be. Olyan speciális szálakat alkalmaznak, amelyeknek fajlagos diszperziója lényegesen nagyobb, mint a kompenzálendő szálé, ezért kb. 1 km feltekercselt kompenzáló szállal egy teljes átviteli szakasz diszperziója korrigálható.



2.1.5.6 ábra Diszperzió kompenzálás optikai erősítőben

Ezzel a módszerrel a max. 10 Gbit/s sebességű rendszerekben lehet eredményt elérni. Magasabb sebességű rendszerekben a kromatikus diszperzióon kívül a polarizációs módusú diszperziót (PMD) is kompenzálni kell. Ez nem más mint a fényvezető szálon terjedő fényhullámok módusai közötti időeltérés. Akkor válik kritikussá a PMD, ha az fényvezető szálon terjedő két módus közötti időeltérés, ΔT_{PMD} , nagyobb, mint az átvitt jel bitidejének egytizede. Egy L hosszúságú, D_{PMD} fajlagos diszperziójú optikai szakaszon a PMD

$$\Delta T_{\text{PMD}} = D_{\text{PMD}} \sqrt{L}$$

időértékkel tolja el egymáshoz képest a terjedési módusokat.

A standard optikai szálaknál $D_{\text{PMD}} = 0,4 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$ az átlagos érték. 10 Gbit/s sebességű átvitel esetén, a bitidő egy tizede 10 ps, ebből a fenti megkötés alkalmazásával a maximálisan áthidalható távolságra 625 km adódik. A példában

szereplő optikai szál esetén, 40 Gbit/s sebességnél azonban már csak $625/16=39$ km ez a távolság, ezért ekkor már a PMD kompenzálására van szükség.

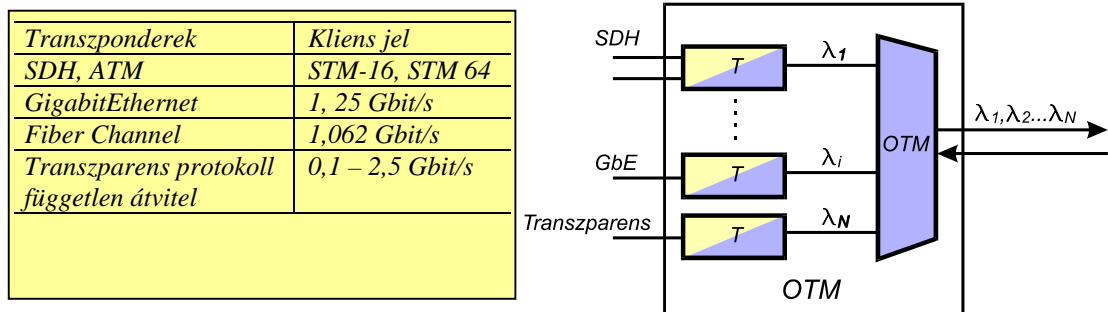
WDM berendezések alaptípusai és jellemzői

A WDM rendszerek első generációja csupán nagytávolságú pont-pont összeköttetések (pl. tengeralatti, transzkontinentális kapcsolatok) megvalósítására volt alkalmas.

A WDM rendszerek újabb generációi azonban már – mintegy az SDH hálózatok funkcióinak leutánzásával - képesekké váltak komplex hálózatok megvalósítására. Ehhez az optikai tartományban kellett megvalósítani azokat a funkciókat, amiket eddig az SDH digitális nyálábokon hajtottak végre. Ennek az elvnek megfelelően az alábbi optikai berendezéstípusokat valósítottak meg [4]:

Optikai végződő multiplexer (OTM)

Az OTM alkalmas N számú független, digitális jelsorozat fogadására, átvitelére N számú független hullámhosszon.



2.1.5.7 ábra Optikai végződő multiplexer (OTM) funkcionális sémája

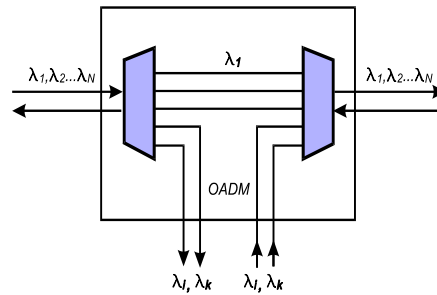
Az OTM protokoll-specifikus transzpondereken keresztül kapcsolódik a kliens rétegekhez. Szokásos kliens jelek a táblázat szerinti. Protokoll-független átvitel esetén a hibaarány monitorozása nem lehetséges.

Optikai add-drop multiplexerek (OADM)

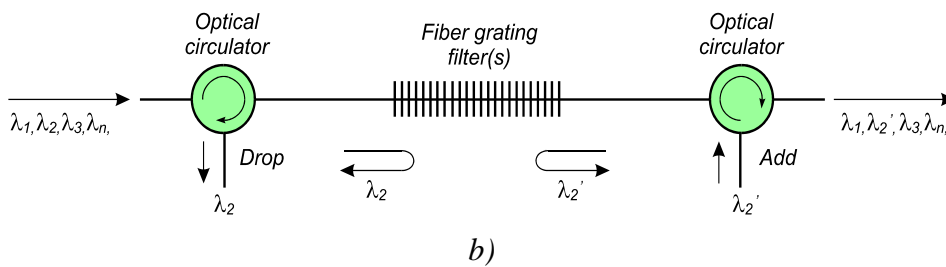
Az OADM alkalmas N hullámhosszból $n \leq N$ hullámhosszat leágaztatni, és annak helyére beiktatni, a maradék $(N-n)$ hullámhosszat pedig változatlanul átvinni. A műveleteket az optikai tartományban hajtják végre, ezért az OADM transzparens az

OTM leírásában felsorolt kliens jelekre. Az OADM funkcionális felépítését és fizikai megvalósítását a 2.1.5.8 ábra mutatja:

A 2.1.5.9 ábrán az OADM gyakorlati megvalósítását mutatjuk be. A Bragg rács-szűrő egy hullámhosszat (a példában λ_2 -t) nem enged át, az reflektálódik, és a cirkulátoron keresztül kicsatolódik. Az összes többi hullámhossz kis csillapítással áthalad a szűrőn.



2.1.5.8 ábra Optikai add-drop multiplexer (OADM) funkcionális_sémája



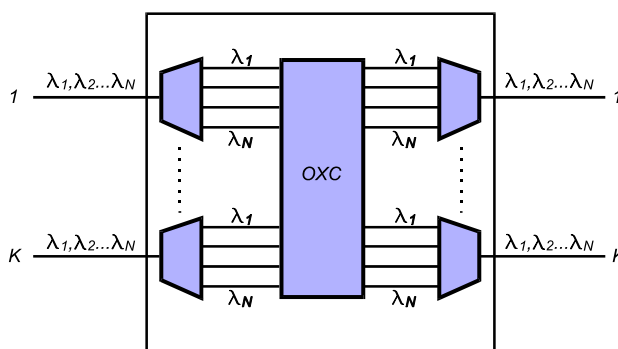
2.1.5.8 ábra Optikai add-drop multiplexer (OADM) gyakorlati megvalósítása

Ugyanennek a hullámhossznak kihasználása a becsatolt csatornával és beillesztése a továbbhaladó optikai jeléhez a második, jobboldali cirkulátoron keresztül lehetséges. Több hullámhossz kicsatolása esetén több szűrőt kell sorba kapcsolni. Ezek eredő beiktatási csillapítása már igen nagy lehet, ezért optikai erősítőre is szükség. Előnye az egyszerű felépítés, hátrány viszont a merevsége, a kicsatolt hullámhossz fixen beépítendő a berendezésbe. A jövőben várhatóan megjelennek a teljes hullámhosszra dinamikusan konfigurálható *OADM* berendezés típusok is.

Az *OADM*-ek kulcsszerepet játszanak a WDM öngyógyító gyűrűk kialakításában.

Optikai cross-connect (OXC)

Az OXC vezérelt optikai rendező alkalmas arra, hogy a K számú optikai szálon átvitt egyenként N hullámhosszú fénynyalábot átrendezze a K optikai szál bármelyikébe.



2.1.5.9 ábra Optikai cross-connect (OXC) funkcionális séma

Az OXC elvileg képes lehet arra, hogy egy tetszőleges k_j -edik szál λ_n hullámhosszát a k_j -edik szál λ_m hullámhosszává alakítsa, azaz $\lambda_n \rightarrow \lambda_m$ hullámhossz konverziót hajtson végre. Ez a konverzió a jelenlegi technológiai szinten még csak O/E átalakítás után az elektromos tartományban hajtható végre, ezért az OXC-k jelenleg nem transzparenssek az optikai jelekre.

A hálózati analízisek azt mutatják, hogy még nagy hálózatokban is csak korlátozott számú csomópontban, korlátozott számú hullámhossz konverzióra van szükség. Különböző hullámhossz allokációs algoritmusok léteznek arra, hogy az

útvonalak hossza minimális legyen, miközben limitált a hullámhossz konverziók helye és száma is.

Az optikailag átlátszó (transzparens) OXC berendezések gyártása 2001-ben még nem teljesen megoldott. Problémát jelent optikai csatornák kapcsolása. Jelenleg az optikai mikro-elektromechanikus eszközök (MEMS: Micro electromechanical Systems) alkalmazása látszik az egyik legbiztatóbb kísérletnek. [5]

Irodalomjegyzék

[2.1.5.1] ITU-T Rec.G.901. General Consideration on Digital Sections and Digital Line Systems

[2.1.5.2] Paksy Géza: Digitális jelek átvitele In: Lajkó-Lajtha főszerk. PCM a távközlésben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978

[2.1.5.3] Stern-Bala: Multiwavelength Optical Networks. Addison-Wesley, 2000.

[2.1.5.4] Arató Dávid-Horváth A. Róbert-Paksy Géza: WDM optikai hálózatok. PKI közlemények Vol.44. pp.73-111. Távközlési Kiadó 2000.

[2.1.5.5] Neukermans-Ramaswami: MEMS Technology for Optical Networking Applications, IEEE Communications Magazine, January 2001. Pp. 62-69.

2.1.6. A rádiócsatorna jellemzői

Szerző: Frigyes István

Lektor: Pap László

2.1.6.1. Bevezetés

Az elektromágneses hullámok terjedési tulajdonságaival, azok fizikai alapjaival az 1.6 szakaszban megismerkedtünk. E szakaszban a hullámterjedési jelenségeknek azokkal a hatásaival ismerkedünk meg, amelyek befolyásolják az átvitt jelek minőségét. Elsősorban a *mikrohullámú frekvenciasávval*, ott pedig azokkal a jelenségekkel fogunk foglalkozni, amelyek a *digitális átvitel* szempontjából jelentősek. E hatások, természetesen, kedvezőtlenek; a rendelkezésre álló terjedelem keretein belül azokra az eljárásokra is kitérünk, melyekkel e káros hatásokat ellensúlyozni lehet.

Láttuk, hogy amennyiben egy adóantenna és egy vevőantenna egymástól D távolságra van elhelyezve, a szakaszcsillapítás az

$$a_0 = \frac{4\pi D^2}{G_a A_{eff,v}} = \frac{(D\lambda)^2}{A_{eff,a} A_{eff,v}} = \frac{(4\pi D)^2}{\lambda^2 G_a G_v} \quad (2.5.1)$$

ahol az a, v index az adó-, illetve a vevőantennára utal,

G az antenna nyeresége,

A_{eff} annak hatásos felülete,

az a illetve v index az adót illetve a vevőt jelöli és

λ a vivőfrekvenciához tartozó hullámhossz.

A szakaszcsillapítás valóban így alakul, ha a két antenna a világűrben egymaga áll. Továbbá ettől nem tér el lényegesen egy műholdas összeköttetésben fellépő szakaszcsillapítás, ha a vivőfrekvencia 10 GHz-nél nem lényegesen nagyobb. A rádiós átviteli közegnek egy tulajdonsága, hogy a földi környezet minden más esetben jelentősen befolyásolja a szakaszcsillapítást, ezzel módosítja – legtöbbször csökkenti – a jel/zaj viszonyt, lineáris torzítást okoz. Az ezekkel kapcsolatos jelenségeket angol kifejezéssel *fading*nek nevezik, nem lefordítva magyarra.

A rádiós átviteli közegnek egy másik tulajdonsága, hogy – ellentétben a vezetékes közeggel – *nyílt*. Ez azt jelenti, hogy *eleve nem titkos*, bárki “belehallgathat”, továbbá, hogy – akarjuk vagy nem – vesszük a környezetünkben működő rádióadásokat, melyek bizonyára zavarnak bennünket. Ez utóbbi jelenséget *rádió-interferenciának* nevezik.

Egy harmadik tulajdonság akkor lép fel, ha a közeg az időben – bármilyen okból – változik; ekkor a frekvencia – vivő és annak oldalsávjai – megváltozik és ki is terjed. E jelenséget *Doppler-hatásnak* nevezik.

2.1.6.2. A fading-jelenségek

Elsősorban a következő fizikai hatások okoznak fadinget:

A többutas terjedés. Hullámok azáltal juthatnak több úton az adóból a vevőbe, hogy azok a környezet tárgyain reflektálódnak, elhajolnak illetve szóródnak. E

hullámok persze egymással interferálnak, egymást erősítik vagy gyengítik. Többutas terjedés gyakorlatilag tetszőleges hullámhossz esetén felléphet.

Csapadék. A víz-molekulák abszorbeálják az elektromágneses energiát. E jelenség kb. 10 GHz-nél nagyobb frekvencián lép fel.

Gázok. A levegőben lévő molekulák abszorbeálják az elektromágneses energiát. E jelenség kb. 20 GHz-nél nagyobb frekvencián lép fel.

Szcintilláció. A légkör bizonyos rétegeiben - egyes felhőkben, felszíni határrétegekben - turbulens áramlás lép fel. Ennek következtében véletlenszerűen ingadozik a levegő törésmutatója, ami a hullámok amplitúdójának, fázisának és beesési irányának ingadozását okozza, mely jelenséget a szcintilláció névvel szokták illetni.

A gázok okozta abszorpció az időben, térben többé-kevésbé állandó. A többi változik és e változás véletlenszerű. Ezért statisztikai módszerekkel írható le.

2.1.6.3. A többutas terjedés

A többutas terjedés hatása különböző rendszerekben más és más. A legfontosabbak: a mobil rendszerek; fix telepítésű keskenysávú földi rendszerek; és ugyanezek, ha szélessávú jeleket visznek át. Ezeket röviden soravesszük, miután áttekintettük az időben változó lineáris rendszerek tulajdonságait.

2.1.6.4. Időben változó lineáris rendszerek

A többutas-fading-jelenségek precíz leírásához e rendszerek leírása szükséges

A vett térerősség sok sugár fázishelyes vektoriális eredőjeként jön létre; mindegyik ugyanazt a jelet tartalmazza, különböző késleltetéssel; így a közeg *lineáris*. A késleltetések, a sugarak száma, azok intenzitása az *időben változik*. Méghozzá e változás *véletlenszerű*.

Legyen az adóantenna által kisugárzott jelhez tartozó analitikus jel

$$s(t) = u(t)e^{j\omega_c t} \quad (2.5.2)$$

Mivel ez több úton jut a vevőbe a vett (analitikus) jel alakja

$$x(t) = \sum_n C_n(t) s[t - \tau_n(t)] \quad (2.5.3)$$

ahol, értelemszerűen, C_n illetve τ_n az egyes utak időben változó csillapítása illetve késleltetése. Az ennek megfelelő komplex burkoló

$$z(t) = \sum_n C_n(t) u[t - \tau_n(t)] \exp[-j\omega_c \tau_n(t)] \quad (2.5.4)$$

A matematikai tárgyalás egyszerűsítése érdekében tegyük fel, hogy a kisugárzott hullámot szóró "részecskék" a térben folytonosan helyezkednek el. Akkor (2.5.4) integrál alakban írható fel:

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t - \tau) h(\tau, t) d\tau \quad (2.5.5)$$

ami nem más, mint egy konvolúciós integrál, azonban a $h(\)$ súlyfüggvény most *időfüggő*.

Az időfüggő súlyfüggvény alkalmas az időben változó hálózat vagy rendszer leírására. Leírhatjuk azonban a τ , t és az f frekvencia, ν Doppler-eltolás tetszőleges kombinációjával is, más-más *rendszerfüggvények* segítségével:

$$z(t) = F^{-1}[U(f)T(f, t)] = \int_{-\infty}^{\infty} U(f)T(f, t)e^{2\pi jft} df \quad (2.5.6)$$

$$Z(f) = \int_{-\infty}^{\infty} U(f - \nu)H(f - \nu, \nu) d\nu \quad (2.5.7)$$

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u(t - \tau)[S(\tau, \nu)]e^{2\pi j\nu t} d\nu d\tau \quad (2.5.8)$$

A rendszer-függvények között Fourier-transzformációs kapcsolat van; a változó-párok f - τ , ν - t

$$h(\tau, t) = F^{-1}_{(f)}[T(f, t)]; H(f, \nu) = F_{(t)}[T(f, t)]; S(\tau, \nu) = F^{-1}_{(f)} F_{(\tau)}[T(f, t)] \quad (2.5.9)$$

A kapcsolatot a talán legplauzibilisebb *időfüggő átviteli függvény*, T függvényében adtuk meg; F , F^{-1} : a Fourier-transzformáció ill. annak inverze; indexbe a transzformációs változót tettük.

Mint mondtuk: a többutas csatorna az időben *véletlenszerűen* változik. Így a rendszerfüggvényeket két paramétertől függő sztochasztikus folyamatként modellezhetjük. Gyakran e folyamatok korrelációs függvényeinél mélyebb jellemzés

nem áll rendelkezésünkre. Kimutatható, hogy ezek között a (2.5.9)-hez hasonló, de most *kettős-Fourier-transzformációs* kapcsolat áll fenn.

A legtöbb esetben feltehetjük, hogy az időfüggő átviteli függvény gyengén stacionárius mind a frekvencia mind az idő változóban; így annak korrelációs függvénye csak az idő- és frekvencia-*különbségtől* függ és nem függ a kezdő időponttól, frekvenciától. Így annak korrelációs függvénye $R_T(\Delta f, \Delta t)$ alakban írható. Az ilyen rendszert “gyengén stacionárius – korrelálatlan szórók”-nak hívják (angol rövidítéssel WSSUS, Wide Band Stationary, Uncorrelated Scatterers).

A WSSUS csatorna B_C koherencia sávja az a frekvenciasáv, amelyben

$$R_T(\Delta f = 0, \Delta t = 0) \approx R_T(\Delta f = B_C, \Delta t = 0) \quad (2.5.10)$$

anélkül, hogy a közelítő egyenlőség fokára általánosan alkalmazott érték létezne. Hasonlóan annak t_C koherencia ideje az az időtartam, melyben

$$R_T(\Delta f = 0, \Delta t = 0) \approx R_T(\Delta f = 0, \Delta t = t_C) \quad (2.5.11)$$

A csatorna szélessávú (vagy: a fading *lapos*) ha az átvitt jel sáv szélessége $W < B_C$ vagy az ellenkező esetben *szelektív; lassú*, ha az elemi jel időtartama $T < t_C$ vagy az ellenkező esetben *gyors*.

A WSSUS csatorna időfüggő súlyfüggvényének korrelációs függvénye

$$R_h(\tau, \tau'; \Delta t) = P_h(\tau; \Delta t) \delta(\tau' - \tau); P_h(\tau; \Delta t) = \mathbf{F}^{-1}_{(f)}[R_T(\Delta f; \Delta t)] \quad (2.5.12)$$

alakban írható. P_h , mint egy korrelációs függvény (inverz) Fourier-transzformáltja nem más mint a h súlyfüggvény *teljesítmény-sűrűsége*; megadja, hogy egy keskeny impulzusra (vagy más szélessávú jelre) adott válaszfüggvény milyen időtartamra terjed ki. $P_h(\tau)$ neve *késleltetés profil*. Effektív értéke a *késleltetés-kiterjedés*.

Szélessávú csatornában az átvitt jel minden összetevője lényegében azonos csillapítást szenved; ekkor a rendszer csak csillapítást okoz, de lineáris torzítást nem. Ezzel szemben szelektív csatornában a különböző frekvenciájú összetevők különbözőképpen csillapodnak: a fading *lineáris torzítást* okoz, mint tudjuk, ez a digitális átvitelben *jelátlapolódással* jár. Utóbbi esetben nagy a késleltetés-kiterjedés. (U.i.: ha R_T tartója kicsi, P_h -é nagy és fordítva.)

Hasonlóan, ha kicsi a *koherencia-idő*, a csillapítás T idő alatt is változik, a jel eltorzul. Az előbbihez hasonló megfontolás alapján láthatjuk, hogy a koherencia-idő akkor lesz kicsi, ha a v Doppler-eltolás széles frekvenciasávra terjed ki.

2.1.6.5. Mobil rendszerek hullámterjedési sajátosságai

A többutas-fading-jelenségek másként mutatkoznak különböző környezetekben. A mai híradástechnikában a mozgó közegek közül legnagyobb jelentősége a *városi környezetnek* van. Itt egy az utcán közlekedő jármű és egy fixen telepített bázisállomás között jön létre kapcsolat. A házak legtöbbször magasak és a bázisállomás – noha magasan van telepítve – a járműből nem látható közvetlenül. A járművek sebessége *elég nagy* (noha ezúttal sem specifikáljuk, hogy mit értünk nagyoknak, kicsinek). Az *elővárosi* környezet annyiban különbözik a nagyvárositól, hogy kevésbé sűrűn van beépítve, így jó esély van arra, hogy az adó és a vevő között közvetlen átlátás van. Egy harmadik környezet a mind nagyobb jelentőségű *épületek belseje*. Valószínűleg ez a legkevésbé jóindulatú környezet: a falak jelenléte valamint az épületben tartózkodók mozgása miatt ez is időben változó többutas terjedést eredményez; a falak igen nagy csillapítást okozhatnak; továbbá az időbeli változás lehet *igen lassú*, aminek az lehet a következménye, hogy viszonylag hosszú ideig lehet igen nagy a csillapítás.

i. Doppler-hatás itt az adó és a vevő relatív elmozdulásából származik. Ha a sebesség v és a vevőbe érkező sugár ezzel γ szöveget zár be, a Doppler-frekvencia

$$\nu = f \frac{v}{c} \cos \gamma \quad (2.5.13)$$

A sugarak – mindhárom felsorolt környezetben – különböző irányból érkeznek, így tényleg fellép a *Doppler-kiterjedés* jelensége. Ennek spektrális sűrűségfüggvénye

$$S(\nu) = \begin{cases} \frac{1}{2\nu_m} \frac{1}{\sqrt{1 - (\nu/\nu_m)^2}}; & |\nu| \leq \nu_m; \nu_m = f_c v / c \\ 0; & |\nu| > \nu_m \end{cases} \quad (2.5.14)$$

(2.5.14)-ben feltételeztük, hogy a sugarak a *vízszintes* síkban érkeznek és beérkezési szögük eloszlása itt *egyenletes*. Látjuk, hogy $S(\nu)$ szigorúan sávkorlátozott (a sávhatárok megegyeznek a maximális Doppler-frekvenciával), továbbá a sáv határán végtelenné válik.

ii. A vett jel statisztikája – rövid idejű fading. Rövid ideig tekintve a vett jel WSSUS. Ha a sugarak száma nagy - amit bizvást feltehetünk - $z(t)$ a központi határeloszlás tétel értelmében komplex Gauss-folyamatnak tekinthető. Ha nincs közvetlen átlátás az adó és a vevő között, ennek várható értéke 0 és σ^2 szórásnégyzete a vett átlagos teljesítmény. Ekkor $z(t)$ abszolút értéke, b , Rayleigh eloszlású, valószínűségi sűrűsége

$$p(b) = \frac{b}{\sigma^2} \exp[-b^2 / 2\sigma^2] \quad (2.5.14)$$

A vett jel *fázisa*, mint kimutatható, 0 és 2π között egyenletes eloszlású.

Ha van egy domináns sugár, mely a többinél nagyobb – elővárosi környezet – a komplex burkoló összetevői továbbra is Gauss-folyamatok, de a várható érték nem 0. Ekkor az abszolút érték nem Rayleigh eloszlású lesz, hanem az úgynevezett Rice-eloszlást követi. Ha a *domináns* összetevő nagysága b_s , a Rice-féle valószínűségi sűrűség

$$p(b) = \frac{b}{\sigma^2} \exp[-(b^2 + b_s^2) / 2\sigma^2] I_0(b \cdot b_s / \sigma^2) \quad (2.5.15)$$

ahol $I_0(\)$ az első fajú nulla-rendű módosított Bessel-függvény. Most σ^2 a *véletlenszerű* jelek együttes teljesítményét jelenti, tehát nem tartalmazza a domináns összetevő teljesítményét.

A vett jel további változásai. A *hosszú idejű fading* elsősorban a domborzati viszonyok, a váltakozó árnyékolás, az árnyékolás megszűnésének következménye. Ennek statisztikáját elég jól leírja a *lognormál* eloszlás.

A harmadik féle változás a térerősség átlagára vonatkozik, a távolság függvényében. Tudjuk, hogy szabad térben a térerősség fordítva arányos a az antennák távolságával; sík Föld jelenlétében a távolság négyzetével. Beépített területen - ami e fejezet szempontjából a legfontosabb - a változás ugyancsak hatvány-függvény szerinti, a kitevő a frekvenciától is és az épületek jellegétől is függ. Durva becslésként a térerősség mediánját tekinthetjük a távolság negyedik hatványával fordítva arányosnak.

2.1.6.6. Fix telepítésű földi rádió – keskenysávú átvitel

Fix telepítésű rádióösszeköttetésben lehetőség van a tiszta átlátás biztosítására. Így ez a csatorna sokkal "nyugodtabb" mint a mobil csatorna. Többutas terjedés azonban itt is felléphet: kis valószínűséggel a légkör tulajdonságai az átlagostól lényegesen eltérhetnek; ez járhat azzal, hogy a levegő törésmutatója a helynek anomálishan változó függvénye; ennek viszont az lehet a következménye, hogy refraktáló légköri réteg alakul ki, melyről érkező hullám interferál az adóból közvetlenül a vevőbe jutó hullámmal. Az interferenciának igen nagy járulékos csillapítás lehet a következménye. E csillapítás az időben lassan változik, így Doppler-jelenséget nem okoz; keskenysávú jelről lévén szó, nem okoz lineáris torzítást sem; valószínűségi eloszlására empirikus formulák léteznek.

A tapasztalat szerint a többutas terjedés okozta csillapítás komplementer eloszlási függvénye jól adható meg az

$$F(A) = \frac{6 \cdot 10^{-7} x f D^3}{A}; A \geq 10 \quad (2.5.16)$$

formulával, ahol A a fading-csillapítás, teljesítményviszonyban kifejezve;

- f a frekvencia GHz-ben;
- D a távolság km-ben;
- x empirikus állandó, mely az éghajlattól és a talajtól függ; nagysága mérsékelt égövön, átlagos talaj fölötti terjedésnél 0,25; trópusi klímán nedves talaj esetén nagyobb, hideg klíma és sziklás talaj esetén kisebb.

2.1.6.7. Fix telepítésű földi rádió – szélessávú átvitel

Sugarak interferenciája nyilván gyorsan változó függvénye a frekvenciának. Így szélessávú jelek átvitelénél könnyen áll elő olyan helyzet, hogy a csillapítás a jel sávjában sem állandó – vagyis a fading szelektív lesz. Elméletileg most is sztochasztikus folyamatokkal állunk szemben, ezek azonban az a . pontnál egyszerűbben jellemezhetők: *formulákkal*, melyek véletlenszerűen változó paramétereket tartalmaznak.

A szóbanforgó csatorna leírására itt is az átviteli függvény bizonyul megfelelőnek. 40 MHz-nél nem szélesebb sávú jel átvitelekor elégséges az úgynevezett *egyszerű háromsugaras modell* alkalmazása. Ennek átviteli függvénye

$$T(f) = a \left(1 - b e^{2\pi j(f-f_0)\tau} \right) \quad (2.5.17)$$

E formula a frekvenciában periódikusan változó átviteli függvényt reprezentál; a csillapítás koszinuszosan változik. 4 paramétert tartalmaz: a az átlagos átviteli tényező, ennek $1-b$ -szerese a minimális átviteli tényező, f_0 e minimum helye és $1/\tau$ két szomszédos minimum távolsága.

Az irodalom különböző statisztikákat tart megfelelőnek T paramétereire. A Rummlertől származó:

- a lognormál
- $1-b$ dB értéke (azaz: $-20\lg(1-b)$) exponenciális
- τ : állandó (nagyságát Rummler 6,3 nsec-nek adta meg)
- f_0 : két-szintű egyenletes.

2.1.6.8. Csapadékok hatása

Csapadék minden fajtája produkál kölcsönhatást a milliméteres hullámokkal, melyek közül túlnyomó jelentősége az esőnek van. Az eső egyik hatása az, hogy csillapít, másik hatása pedig, hogy megváltoztatja a polarizációs tulajdonságokat, növeli az áthallást ortogonális polarizációk között.

Az eső okozta csillapítás döntően az eső *intenzitásától* (mm/h) függ. Statisztikai megközelítésében a problémát kétfelé bontják: meghatározzák az eső-intenzitás eloszlását egy pontban; majd meghatározzák egy szakaszon a csillapítás eloszlását, adott, egy-pontbeli esőintenzitás feltételezésével. Mindkét lépésre számos modell ismeretes. Az elsőre vonatkozóan az ITU-R világtérképeket publikál, néhány klímaterületre osztva a Földet, melyekre megadja az esőintenzitás eloszlását. Ezek persze nem nagyon pontos eloszlások - pontosabb adatok érdekében a vonatkozó területen méréseket célszerű végezni; megjegyzendő persze, hogy e mérések igen hosszadalmasak, így költségesek. Érdekes megjegyezni, hogy Magyarország, illetve pontosabban a Kárpát-medence klímája egészen speciális, és pedig eső szempontjából is. Így az ország nagy részén adott nagy esőintenzitás sokkal nagyobb valószínűséggel fordul elő, mint a környező területeken és ennek megfelelően mint ami az ITU adataiból következtethető.

Az eső okozta *csillapítás* meghatározására az ITU-R 530-6 számú ajánlásában leírt módszert, alább ismertetjük.

A modell egy szakaszon adott valószínűséggel előforduló fading-csillapítás meghatározására szolgál. Alkalmazásához ismerni kell a szakasz L hosszát, a szóbanforgó területen az egy perc alatt átlagban 0,01% valószínűséggel fellépő esőintenzitást $R_{0,01}(1)$, valamint a frekvenciára, a területre és bizonyos fokig a szakaszra is jellemző k tényezőt és α kitevőt. Akkor p valószínűséggel A_p csillapítás lép fel, mely a következőkből számítható ki:

$$d_0 = 35 \exp(-0,015 R_{0,01}(1)) \quad (2.5.18)$$

$$r = \frac{1}{1 + L/d_0}$$

$$A_{0,01} = k R_{0,01}(1)^\alpha L r$$

$$A_p = A_{0,01} \cdot 0,12 P^{-(0,546+0,0431 \lg P)}$$

Más csapadékok által okozott csillapításról szólva *jégeső* igen nagy csillapítást okoz, esetleg az esőnél is nagyobb. Azonban az igen heves eső és a jégeső hasonló jelenségek, mindkettő nyári záporok alkalmával fordul elő. Így szétválasztásuk nem tűnik feltétlenül szükségesnek, és ezzel kapcsolatos publikáció nem is sok van.

Előkelő helyet foglal el a havas eső. Néhány publikáció ennek domináns szerepéről számol be. Azonban hasonló részletességgel kidolgozott elmélet vagy akár megfigyelések, mint az eső hatásáról, nincsenek.

A csapadék közvetett hatásai közül megemlítenéd, hogy többhelyütt tapasztaltak nagy csillapítást a téli hónapokban, olyankor, amikor csapadék nem is hullott. Kiderült, hogy hóval borított területek, különösen, ha a hó tetején jégréteg is van, reflektálja a milliméteres hullámokat, és így, hasonlóan a víz fölötti terjedéshez, többutas terjedés léphet fel.

A csapadék, konkrétan az eső másik hatása az, hogy megváltoztat(hat)ja az erőtér polarizációs állapotát. Ennek olyan rendszerekben van jelentősége, melyekben - az elfoglalt frekvenciával való takarékoság érdekében - két ortogonális polarizációt használnak azonos nyomvonalon. Számszerűen e hatás abban jelentkezik, hogy esőzés közben lecsökken a nyomvonalon a *kereszt-polarizációs elválasztás* (XPD), melyet, csapadékmentes időszakokban többé-kevésbé az antennák határoznak meg. E jelenség két különböző fizikai mechanizmusnak a következménye. Az egyik az, hogy - az esőcseppek nem tökéletes gömb alakja miatt - az eső nem azonosan csillapítja a függőlegesen és a vízszintesen polarizált

hullámokat. A mások ok pedig az, hogy a ferdén elhelyezkedő ovális esőcseppek a polarizációt el is forgatják. Az irodalomban több empirikus formulát publikáltak, az XPD statisztikájáról; ismereteink szerint azonban ezek egyike sem állítja, hogy 35 GHz fölött is érvényes eredményt szolgáltat, ezért a jelen pontban nincs különös jelentőségük; így részletes ismertetésüktől eltekintünk. Megemlítjük azonban, hogy jelentős intenzitású esővel egyidejűleg az XPD átlagértékben 15 dB-ig, minimumban 9 dB-ig csökkenhet (!).

2.1.6.9. A szcintilláció

A légkör bizonyos rétegeiben - egyes felhőkben, felszíni határrétegekben - turbulens áramlás lép fel. Ennek következtében véletlenszerűen ingadozik a levegő törésmutatója, ami a hullámok amplitúdójának, fázisának és beesési irányának ingadozását okozza, mely jelenséget a szcintilláció névvel szokták illetni.

Szcintilláció a mikrohullámú frekvenciasáv felső részében és a milliméteres sávban lép fel. Nem térve ki a dolog fizikájának tárgyalására a rendszerek szempontjából számottevő jelenségeket alább foglaljuk össze: szcintilláció-okozta térerősség-ingadozás sokkal nagyobb valószínűséggel lép fel, mint heves eső, de az ingadozás mértéke sokkal kisebb - maximális értékének 10 dB-t tekinthetünk. Továbbá: igen nagy sebességű jelek átvitele esetén e csillapítás-ingadozás szelektív; ez azonban csak GHz nagyságrendű sávszélességek esetén érzékelhető, vagyis a mai rendszerekben nincs jelentősége.

2.1.6.10. A légköri abszorpció és diszperzió

Ha elektromágneses hullámok kis-csillapítású közegen haladnak át, a közeg hatása komplex dielektromos állandóval jellemezhető, még hozzá olyannal, melynek képzetes része lényegesen kisebb a valósnál. Így jellemezhető a levegő semleges molekuláinak csillapítása, mely általában elhanyagolható. Az elektromosan aszimmetrikus felépítésű molekulák nagyobb csillapítást okoznak, amely a csillapítás döntő része, így ezeket precízebben célszerű leírni.

Ilyen elektromosan aszimmetrikus molekula elsősorban a vízgőz és számos kisebb sűrűségben előforduló gáz molekulája. Ezek közül csak a vízgőznek van jelentős hatása. A milliméteres (vagyis mintegy 350 GHz alatti) frekvenciasávban

három rezonancia-vonala van, 22,3 GHz-en, 183,3 GHz-en valamint 323,8 GHz-en - mely értékek kissé függenek a hőmérséklettől. Az oxigén molekulája paramágneses és mágneses momentuma okoz hasonló rezonancia-jelenséget. Izolált rezonancia-vonala van 118,74 GHz-en valamint egy számos rezonancia-vonalból kialakuló széles abszorpciós sávja az 50-70 GHz tartományban.

A gázok csillapító hatásának modellezésére és így a várható csillapítás meghatározására alkalmas módszer az ITU-R 676-2 Ajánlásában van leírva.

Néhány számérték: 20 GHz fölött a csillapítás - a nedvességtartalomtól függően - sehol sem kisebb 0,05-0,1 dB/km-nél. 60 GHz frekvencián egyéb körülményektől függetlenül nagyobb 10 dB/km-nél.

A molekuláris kölcsönhatás másik potenciális következménye a diszperzió. A közeg csillapítása és futásideje frekvenciafüggő, ami az átvitel során lineáris torzítást okoz. A diszperzió a 60 GHz-es abszorpciós vonal közelében jelentős; azonban ott is csak igen nagy - Gbit/sec - sebességű jelek átvitelénél volna jelentősége. Ma ilyen nagy sebességű jelek átvitele rádiócsatornán még nem jön szóba, bár nincs kizárva, hogy a jövőben szükségessé válik.

2.1.6.11. A fading hatása

i. Az időben és frekvenciában egyaránt *lapos* fading megnöveli a szakaszcsillapítást, lecsökkenti a jel/zaj viszonyt. E hatást kétféleképpen reprezentálhatjuk. Tekinthejtük úgy, hogy a jel/zaj viszony valószínűségi változó; a hibavalószínűsége Gauss-csatornában érvényes összefüggést *feltételes valószínűségnek* tekintjük és meghatározzuk a hibás döntés *teljes valószínűségét*. Példaképpen PSK átvitelt vizsgálva ismeretes hogy gaussi csatornában a hibaarány

$$P_E = 1/2 \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{N_0}} \quad (2.5.19)$$

Fadinges csatornában ez *feltételes* hibavalószínűség. Példaképpen Rayleigh-fadingnél (ekkor a vett teljesítmény *exponenciális* eloszlású) a hiba *teljes valószínűsége*:

$$P_E = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \operatorname{erfc} \left[\sqrt{\frac{E}{N_0}} \right] p_{E/N_0}(E/N_0) d\left(\frac{E}{N_0}\right) = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{E}/N_0}{1 + \bar{E}/N_0}} \right) \approx \frac{1}{4 \bar{E}/N_0} \quad (2.5.20)$$

Hasonló – az átlagos jel/zaj viszonytal csak fordítva arányos – összefüggést kapunk más modulációknál is.

Egy másik felfogásban egy maximális elfogadható hibaarányt definiálunk, azt mondva, hogy ha az ennél nagyobb, az összeköttetés meg van szakadva (a gyakorlatban az üzemeltető ténylegesen meg is szakítja). Ilyen felfogásban két paraméterünk van: P_E és a megszakadás valószínűsége, P_S . egy bizonyos E_S/N_0 -nál lép fel, így most az átlagos hibaarány és a megszakadás valószínűsége:

$$P_E = \frac{1}{2} \int_{E_S/N_0}^{\infty} \operatorname{erfc} \left[\sqrt{\frac{E}{N_0}} \right] p_{E/N_0}(E/N_0) d(E/N_0); P_S = \int_0^{E_S/N_0} p_{E/N_0}(E/N_0) d(E/N_0) \quad (2.5.21)$$

ii. A *frekvenciában szelektív* fading lineáris torzítást és ezáltal jelátlapolódást okoz. Szemléletesen felfogható úgy, hogy ha a késleltetés kiterjedése egy szimbólum idejénél nagyobb, az egyik szimbólum átnyúlik a következőnek az időrésebe.

iii. Az *időben szelektív, frekvenciában lapos* vagy *gyors* fadinget az jellemzi, hogy az átviteli függvény egy szimbólum ideje alatt sem állandó – így ugyancsak eltorzítja a jelet:

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} U(f) T(f, t) e^{2\pi j f t} dt = T(0, t) \int_{-\infty}^{\infty} U(f) e^{2\pi j f t} dt = T(0, t) u(t) \quad (2.5.22)$$

Ugyan, mint látjuk, ez a hatás is lényegében *lineáris* torzítás (lineárisnak hívunk egy $y=Ox$ műveletet, ha $x=c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2$ esetén $y=c_1 \cdot O x_1 + c_2 \cdot O x_2$), de a megszokottól eltér. Szemléletesebb *multiplikatív zaj*nak tekinteni

Ha az átviteli függvény mindkét paraméterében *gyorsan változik*, a szokásos lineáris torzítás és multiplikatív zaj egyaránt fellép.

2.1.6.12. Hírközlés fadinges csatornákon

i. Lapos fading ellen a plauzibilis védekezés a teljesítmény növelése, úgynevezett fading-tartalék alkalmazása. Azonban akár a (...20) formulát alkalmazzuk, akár a (...16) vagy (...18)-at nézzük, láthatjuk, hogy ennek nagysága 40-60 dB-t is elérhet. Így a fading-tartalék a “nyers erő” módszerének tekinthető.

Ettől eltérő filozófia a magyarra le nem fordított *diverzití*. Azt veszi figyelembe, hogy ha egy jelet egyidejűleg két, (vagy több) egymással kevésbé korrelált úton viszünk át, kisebb a valószínűsége annak, hogy éppen mind a kettő rossz, mint

annak, hogy csak az egyik. Ilyen diverziti hatás érhető el, ha több, egymástól eléggé távol levő antennával vesszük a jeleket (térdiverziti), ha több, különböző frekvenciájú csatornát alkalmazunk (frekvenciadiverziti) vagy ha két ortogonális polarizációjú jelet alkalmazunk (polarizáció-diverziti). Ha az L db úton vett teljesítmény egymással kevésbé van korrelálva és a jeleket megfelelően kombináljuk egymással, a hibavalószínűség

$$P_E < \frac{1}{4(\bar{E}/N_0)} \quad (2.5.23)$$

ahol L a diverziti utak száma. *Optimális* kombináció: a vevőben mindegyik jelet megszorozzuk a (becsléssel megállapított) átviteli függvényének konjugáltjával, majd e szorzatokat összeadjuk. (Egyszerűbben megvalósítható, de rosszabb minőséget ad, ha a jelek közül, kombinálás helyett egyszerűen kiválasztjuk a legnagyobbat; az utóbbi eljárást kapcsolós diverzitinak, az előzőt maximális arányú diverziti-kombinálásnak nevezik).

Két kiegészítés a diverzitihez: a fenti, elsősorban a vevőben végzett diverziti ténykedés helyett legújabbban előnyösen alkalmazzák az *adó-diverziti*; ekkor ugyanazt a jelet különbözőképpen kódolják és viszik át több csatornán. Továbbá: a (frekvencia)-diverzitinak egy speciális megvalósítása a Rake (gereblye) rendszer: ebben az átvendő jelek spektrumát oly szélesre terjesztik ki, hogy az egyes utak egymástól megkülönböztethetővé válnak – és nyújtják a diverziti hatást.

A lapos fading hatásának csökkentésére előnyösen alkalmazható hibajavító kódolás is (pl: megfelelő 1/2 arányú kódolással 8-szoros diverziti hatás érhető el).

ii. Szelektív fading ellen a fading tartalék nyilván nem hatékony. Hatékony eljárások ez ellen: adaptív kiegyenlítés – amellyel a torzító átviteli függvény torzítását kompenzálják; diverziti – ennek elvi működése ugyanolyan, mint a lapos fading előbb tárgyalt esetében, (egy csatorna helyett több) bár működési mechanizmusa lényegesen eltér; és többvívős átvitel – melyben a több párhuzamos folyamra bontott jelet különböző vivőfrekvenciákon viszik át, elérve így, hogy egy-egy csatorna sáv szélessége a koherencia-sávnál keskenyebb legyen. Megjegyzendő: egynél több módszer egyidejű alkalmazása jelentős *szinergisztikus* hatást eredményez.

2.1.7. Földfelszíni és műholdas mikrohullámú összeköttetések

Szerző: Gödör Éva, Sárkány Tamás

Lektor: Frigyes István

Bevezetés

Az átviteli utak és rendszerek – az átvivő közeget tekintve – két alapvető csoportra oszthatók: vezetett hullámúakra és sugárzott hullámúakra.

A sugárzott mikrohullámú rendszerek további csoportokra bonthatók:

- rádióhorizonton belüli (LOS) földfelszíni rendszerek;
- horizonton túli (OH) rendszerek.

Az OH rendszerek típusai pedig:

- troposzférikus szóráson alapuló rendszer;
- sztratoszféra platform (HAP);
- meteorit-csóva segítségével működő rendszer;
- műholdas rendszer.

A fenti rendszerek túlnyomó részben a mikrohullámú tartományban működnek, ezért – emlékeztetőül – a használt frekvenciasávokat és elnevezésüket az 1. Táblázat foglalja össze (az adatok tájékoztató jellegűek).

2.1.7.1. táblázat

sáv elnevezése	L	S	C	X	K _u	K
f [GHz]	1-2	2-4	4-8	8-12	12-18	18-27

sáv elnevezése	K _a	Q	V	U (USA)	W
f [GHz]	27-40	33-50	50-75	40-60	75-110

Az 1. Táblázatban szereplő számok nemcsak egyszerű klasszifikációt jelentenek, hanem Pandora szelencéjeként a viszályok forrását is. Ugyanis a különböző feladatokat ellátó összeköttetések és hálózatok mindegyike a fizikai

paraméterek alapján kiválasztott optimális spektrumtartományra tart igényt. A probléma megoldását a nemzetközi megállapodások – ITU ill. WRC – jelentik, melyek meghatározzák az összeköttetésre vonatkozó referenciahálózat felépítését és működési paramétereit, pl. frekvenciasáv, műhold pályapozíció stb.

Mivel mind a LOS, mind az OH összeköttetéseknél az átvivő közeg tartalmazza a földi atmoszférát, ezért ennek hatásait figyelembe kell venni: rádióablak elhelyezkedése, vízgőz és oxigén abszorpciós vonalai, csapadék hatása.

Földfelszíni összeköttetések

Az 1947-ben üzembe helyezett New York – Boston közötti első nagytávolságú, nagykapacitású (300 telefoncsatorna és egy videojel átvitel), C-sávú FDM-FM mikrohullámú lánc üzembe helyezése óta számos LOS rendszer született [1], [2]. Tekintsük át a rendszer típusait és a minőségi előírásokat.

A jelenlegi távközlési feladatokhoz illeszkedő LOS digitális rádió-relé rendszerek főbb típusai:

- az áthidalt távolság szerint:
 - nagy távolságú rendszer (gerinchálózat);
 - közepes távolságú rendszer (körzeti);
 - kis távolságú rendszer (helyi);
- az átvitt kapacitás szerint:
 - kis kapacitású rendszer (10Mb/s-ig);
 - közepes kapacitású rendszer (10 Mb/s – 100 Mb/s között);
 - nagy kapacitású rendszer (100 Mb/s felett);
- hálózati topológia szerint:
 - pont-pont összeköttetések (P-P);
 - pont-több pont összeköttetések (P-MP);
 - gyűrűs összeköttetések;
 - szövevényes összeköttetések.

Megjegyzés: a mikrohullámú rendszereknél a gyűrűs és a szövevényes összeköttetések nem túl gyakoriak.

A rendszerek megnevezésére gyakran használják a szélessávú/keskenysávú rendszer kifejezést is, de ez nem egyértelmű, mert csak utal az átviteli kapacitásra. Ugyanis egy modulált jel sáv szélessége nemcsak a moduláló jel tulajdonságaitól függ, hanem a moduláció típusától is.

A nyolcvanas évek végéig a digitális átvitelre vonatkozó előírások alapja – mind a fémvezetős, mind a mikrohullámú összeköttetések esetére – az ITU-T G.821 szerinti, 27 500 km hosszú Hipotetikus Referencia Digitális Összeköttetés (HRDX) volt. Ez a referencia hálózat felosztható volt egy-egy helyi minőségű (10 km), egy-egy közepes minőségű (1 250 km) és egyetlen jó minőségű (25 000 km) szakaszokra. Ez utóbbi tovább volt osztható tíz HRDP (2 500 km) szakaszra, melyek mindegyike kilenc HRDS (280 km) szakaszból állt. Az átvitel minőségét a 64 kb/s sebességű átviteli út különböző típusú hibaarányai jellemezték, de ezeket a jellemzőket nem lehetett közvetlenül alkalmazni a nyalábolt átvitel magasabb szintjeire. A nagyobb bitsebességű digitális átviteli utak minőségi jellemzésére az EB hibás blokkok számából származtatott adatok szolgálnak, ez az elve az 1993-ban elfogadott G.826 ajánlásnak, ill. a 2000-ben elfogadott G.828 ajánlásnak [3].

Ezek az újabb ajánlások is egy 27 500 km hosszú hipotetikus referencia összeköttetésre (HRP) határozzák meg a követelményeket, de ebben a rendszerben van távolságtól független és távolságtól függő követelmény.

Legyen feladatunk például egy STM-1 jelet átvinni mikrohullámú SDH rendszeren, 2 500 km távolságra, mérsékelt égövön, sík és dombos terepen. A hálózattervezésnél először kiválasztjuk a feladathoz szükséges mikrohullámú összeköttetés típusát (nagykapacitású gerinchálózat, P-P), majd meghatározzuk az adott földrajzi területen érvényes rádiócsatorna statisztikus tulajdonságait.

A példában adott feladatra egyik lehetséges megoldás egy 6 GHz sávban működő 128 állapotú QAM mikrohullámú berendezés.

Horizonton túli összeköttetések

A rádióhorizonton belüli összeköttetéseknel az antennákat úgy kell elhelyezni, hogy közvetlen átlátás legyen közöttük, azaz a gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a berendezéseket 30-50 m magas tornyokra vagy épületekre telepítik.

A horizonton túli rendszerek közös tulajdonsága az, hogy egy virtuális toronymagasságot jelent vagy maga a terjedési mechanizmus (a troposzféra szórása, a meteorit csóva visszaverő képessége), vagy a berendezés fizikai elhelyezkedése (sztratoszféra platform, műhold fedélzet).

Troposzférikus szóráson alapuló rendszer

Az atmoszféra alsó 10 km-es része a troposzféra. A troposzférára irányított adó- és vevőantenna nyalábok közös nyalábtérfogatóban lévő inhomogenitások – mint szórócentrumok – az elektromágneses hullámokat a tér minden irányába szórják, így lesznek olyan komponensek, melyek csatolást létesítenek az adó és vevő között. Ez a gyenge csatolt mechanizmus a troposcatter összeköttetés alapja [4]. Az első ilyen összeköttetést 1953-ban helyezték üzembe. Az összeköttetés geometriájából következik, hogy egyetlen szakasszal 400-500 km távolság is áthidalható, ezért a troposcatter összeköttetéseket – az olcsó műholdas összeköttetések tömegessé válása előtti időkben – a nehezen megközelíthető helyeken alkalmazták, pl. tengeri olajfúró szigetek és a szárazföld közötti kapcsolat kiépítésére, sivatagban, dzsungelben vagy katonai hírközlésre. A berendezések a spektrum 350 MHz ÷ 6 GHz tartományában, az ITU által kijelölt sávokban működnek és a rádiócsatorna tulajdonságai miatt igen nagy nyereségű antennákkal és adóteljesítménnyel, valamint többszörös diverziti alkalmazásával (pl. frekvencia- és térdiverziti, szög- és frekvencia diverziti). Az átvitt információkapacitást a szórótér fogat mentén kialakult terjedési időkülönbség korlátozza, így tipikus érték 120 ÷ 240 hangcsatorna átvitele (FDM-FM rendszerben) ill. 8 Mb/s ÷ 12 Mb/s (FSK vagy PSK rendszerben).

Sztratoszféra platform (HAP)

A sztratoszférában, azaz a felszín felett 18 ÷ 21 km magasan lebegő léghajóra, repülőgépre, helikopterre vagy ezek kombinációjára – összefoglaló néven sztratoszféra platformra (HAP = High Altitude Platform) – telepített berendezésekkel létesített összeköttetés része lesz a globális hírközlési infrastruktúrának, együttműködve akár a szélessávú műholdas rendszerekkel, vagy a földi WDMA optikai hálózatokkal vagy az UMTS rendszerekkel [5]. A HAP működéséhez szükséges frekvenciatartományokat a WRC-97, majd a WRC-2000 már kijelölte: 48

GHz környéke, $18 \div 32$ GHz; $1\,885 \div 2\,170$ MHz; és a HAP-ok közötti összeköttetésre a közeli IR tartomány ($800 \text{ nm} \div 1\,600 \text{ nm}$) szolgál. Jelenleg a szükséges eszközök, áramkörök, alrendszerek (nem stabil végpontok közötti sugárzott lézeres összeköttetés technológiája, fázisvezérelt antenna rendszerek, jó hatásfokú napelem cellák és akkumulátorok) fejlesztése, valamint terjedési mérések folynak, különös tekintettel az épületen belüli terjedés és a nagy elevációs szög miatt létrejövő tereptárgy-árnyékhatások vizsgálatára.

A platformok készen vannak, mert a meglévő készletekből kellett csak kiválasztani az alkalmas hordozókat és pl. 1999-ben a Paris Air Show kiállításon már bemutattak egy HAP-hoz készült repülőgépet, a PROTEUS-t. A sztratoszférai platformok alkalmasak mind a nagyforgalmú, mind az igen kis forgalmú helyek hírközlési feladatainak ellátására. Előbbire példa a pont-többpont elrendezésű HAP rendszer: műsorszórás ill. cellás rendszerek bázisállomásainak ellátása; utóbbira példa a pont-pont elrendezésű rendszer: a tengeri hajózási útvonalak felett elhelyezett platformok használata gerinchálózati összeköttetésként. A tervezett cellás rendszereknél fedélzetenként legalább ötven, elektronikusan mozgatható spotnyaláb van és a cella-elrendezés vagy a megszokott földfelszíni cellastruktúra, vagy – egy másik elképzelés szerint – koncentrikus körgyűrűkből áll majd. A platformok egymás között is kommunikálnak, valamint összeköttetésbe léphetnek a LEO, MEO és GEO pályás műholdas rendszerekkel is. Ez utóbbi lépés azonban jelentősen megnöveli az útvonalcsillapítást és a terjedési időt, pedig a HAP rendszer legfőbb előnye a rövid távolságból (kb. 20 km) adódó kis terjedési idő, azaz a rendszerrel változatlanul alkalmazhatók a földfelszíni összeköttetésnél használt protokollok. Az első HAP rendszert 2002-ben helyezik üzembe: a Sky Station rendszer majd 250 darab héliummal töltött léghajóra helyezett berendezésből áll, a 48 GHz sávban működik, 2 Mb/s kapacitással.

Meteorit-csóva segítségével működő rendszer

A Föld légkörébe belépő meteoritok felizzanak, ionizált csík jön létre néhány tizedmásodperctől pár másodpercig, a felszíntől $80 \div 120$ km magasságban és a töltött részecskék sűrűségétől függően ez a csóva vagy szórja vagy visszaveri az elektromágneses hullámokat a $40 \div 100$ MHz-es tartományban, így összeköttetés létesíthető $400 \div 2\,000$ km távolságra [4]. A jelenséget 1935-ben fedezték fel, majd

1950-75 között intenzív kutatások folytak a rádiócsatorna tulajdonságainak meghatározására. Az első meteor-burst rendszer 1953-ban kezdett működni Kanadában, 1967-ben helyezték üzembe Alaszkában a meteorológiai adatokat (hőmérséklet, nedvességtartalom, szélesebesség) továbbító SNOTEL (Snowpack Telemetry) rendszert, melyben a lakatlan területen lévő 500 távmérő állomás adatait továbbították egy központi állomásra. Az összeköttetés idejét az ionizált csík élettartama határozza meg, ezért a tárolt adatokat burst-ök formájában küldik a központba, innen ered az elnevezés: meteor-burst összeköttetés. Ez a rendszer olcsó, szokták „szegény ember műholdjára”-nak is nevezni, és a pár kb/s-os adatok átvitelére megfelelő. Az alaszka rendszert bővítették és további polgári és katonai rendszerek felállításáról is hírt ad a szakirodalom, pl. az 1986-ban üzembe helyezett BLOSSOM (Beyond Line-of-Sight Signaling over Meteors) rendszerről, mely a 37-72 MHz sávban működik, FSK modulációval, 2,4 kb/s kapacitással; az 1995-től Egyiptomban működő rendszerről, mely az öntözéshez szükséges adatokat továbbítja a Nílus vízállásáról; a Mount St. Helens vulkán tetején felállított hóvastagság jelző állomások adatait összegyűjtő rendszerről.

Műholdas összeköttetés

Műholdra telepített eszközökkel sokféle feladat végezhető el: kutatás (rádiócsillagászat, radarcsillagászat, meteorológia, távérzékelés), navigáció, hírközlés. A hírközlő műholdas rendszerek három csoportra oszthatók: FSS (Fixed Satellite Service), MSS (Mobile Satellite Service), DBS (Direct Broadcast Service).

A műholdas hírközlés főbb kulcsszavai: pályatípus, szabadtéri csillapítás, terjedési idő, frekvencia, polarizáció, nyalábtípusok, globális lefedettség, többszörös hozzáférés, költségek.

A műhold pályák lehetnek kör alakúak vagy ellipszis alakúak. A kör alakú pályák is többfélék: földközeli (LEO = Low Earth Orbit, 400 – 1 000 km), középmagasságú (MEO = Medium Earth Orbit, 5 000 – 13 000 km) és GEO = Geostationary Orbit, azaz Egyenlítő síkjában, 35 785 km.

A pályamagasságtól függő paraméterek, ill. előnyök és hátrányok:

- Műhold-Föld úthoz szükséges idő: GEO esetén 238 ms, MEO-nál 66 ms, LEO-nál 6 ms

- A globális lefedettséghez szükséges műholdak száma: GEO-hoz három elegendő (klasszikus Clarke-pálya), MEO-nál 10-15, LEO-nál 40-60 darab kell
- A szabadtéri csillapítás: (távolság/hullámhossz)² törvényt követ, GEO-nál C-sávban 200 dB
- A Doppler-féle frekvencia eltolódás arányos a műhold és a földi állomás közötti radiális sebességgel, pl. GEO-nál 0,001 km/s távolságetolódás és 6 GHz esetén $f_d = 20$ Hz, de LEO-nál több száz kHz is lehet.
- A pályára juttatás költségei: GEO esetén a legnagyobb, de LEO-holdakból sokat kell fellőni.

A hírközlő műholdak tipikus frekvenciasávjai a 6 GHz-en felfelé irányú és 4 GHz-en lefelé irányú összeköttetés, röviden 6/4 GHz (C-sáv), 14/2 GHz (K_u sáv), 30/20 GHz (Ka sáv), 50/40 GHz (V sáv).

A már meglévő és tervezett műholdas rendszerek sokfélesége részben abból adódik, hogy egy-egy rendszert különböző feladatokra akarnak használni, de még egyetlen feladatot is – pl. a személyi távközlést – többféle rendszerfilozófiával lehet megvalósítani pl. az Iridium rendszer fedélzeti jelfeldolgozást alkalmaz, de a Globalstar rendszer a földi állomásokon végzi azt.

A rendszerek elnevezésében szereplő „little, big, mega, giga” jelzők az adatátviteli sebességre utalnak. A „little” rendszerek hangátvitelre nem használhatók, de tipikus feladatok: hitelkártya azonosítás, konténer követés, járművek pozíciójának jelzése, gázóra, villanyóra, vízóra állások adatainak gyűjtése, távérzékelési adatok gyűjtése, katasztrófa helyzetben hírközlés. A „big” rendszerekkel hang-, és kisebb sebességű adatátvitel, valamint személyhívás (paging) valósítható meg. A „mega” rendszerek az „Internet via satellite” és „Internet in the sky” célt akarják megvalósítani [6], [7]. Erre a feladatra terveznek mind LEO-pályás megoldásokat (pl. TELEDESIC; SKYBRIDGE), mind GEO-pályás alkalmazásokat (pl. ASTROLINK; ORION F-2, F-8, F-9; CYBERSTAR; WILDBLUE-1, 2). Ezekre a fejlesztés alatt álló szélessávú műholdas rendszerekre jellemző, hogy van fedélzeti jelfeldolgozás, elektronikusan mozgatható antenna nyáláb-rendszer, műholdak közötti összeköttetés és a rendszerek a K_u, sőt a K_a sávban működnek majd. A megfelelően megválasztott modulációval és hibajavító kódolással elérhető, hogy a műholdas csatorna „fiber-like” szolgáltatási minőséget biztosít.

Ha figyelembe vesszük, hogy pl. az INTELSAT-901 műholdon (az új sorozat ezen első tagját 2001. június 9-én bocsátották fel) 22 darab K_u sávú

nagyteljesítményű transzponder van (az ekvivalens 36 MHz-es egységben mérve), akkor látható, hogy a műholdas szélessávú hozzáférés a közeljövő valósága lesz.

Irodalomjegyzék

[2.1.7.1] FRIGYES István: Hírközlő rendszerek

Műegyetemi Kiadó, 1998

[2.1.7.2] M.DREIS: Results of WRC-200 in relation to the Fixed Service

Proceedings of Seventh European Conference on Fixed Radio Systems and Networks (ECRR 2000), Sept. 12-15. 2000 Dresden, Germany
pp. 9-14

[2.1.7.3] V.M. MINKIN: Impact of new Recommendation ITU-T G.828 on Design of Digital Radio-Relay Links

Proceedings of ECRR 2000, Sept. 12-15. 2000 Dresden, Germany pp. 287-291

[2.1.7.4] Roger L. FREEMAN: Reference Manual for Telecommunications Engineering Second Edition

J. Wiley, 1994

[2.1.7.5] Y.C. FOO, W.L. LIM, B.G. EVANS: Performance of High Altitude Platform Station (HAPS) CDMA System

Proceedings of 19th International Communications Satellite Systems Conference and Exhibition
17-20 April 2001 Toulouse, France Vol. 3 pp. 905-915

[2.1.7.6] Peter J. BROWN: K_a-Band Services

Via Satellite Febr. 2001 pp. 18-28

[2.1.7.7] SHINGO OHMORI: Mobile Satellite Communications

Artech House, 1998

Rövidítések jegyzéke a 2.1.8. alfejezethez

ATM = Asynchronous Transfer Mode

BLOSSOM = Beyond Line-of-Sight Signaling over Meteors

DBS = Direct Broadcast Service

EB = Errored Block

FDM = Frequency Division Multiplexing

FEC = Forward Error Correction

FM = Frequency Modulation

FSK = Frequency Shift Keying

FSS = Fixed Satellite Service

GEO = Geostationary Orbit

HAP = High Altitude Platform

HRDP = Hypothetical Reference Digital Path

HRDS = Hypothetical Reference Digital Section

HRDX = Hypothetical Reference Digital Connection

IR = Infra Red

ITU = International Telecommunications Union

LEO = Low Earth Orbit

LOS = Line-of-Sight

MEO = Medium Earth Orbit

MSS = Mobile Satellite Service

OH = Over-the-Horizon

P – MP = Point-to-Multipoint

P - P = Point-to-Point

PSK = Phase Shift Keying

QAM = Quadrature Amplitude Modulation

QAM = Quadrature Amplitude Modulation

QPSK = Quarternary PSK

SDH = Synchronous Digital Hierarchy

SNOTEL = Snowpack Telemetry

STM-1 = Synchronous Transmission Module

UMTS = Universal Mobile Telecommunications Systems

WDMA = Wavelength Division Multiple Access

WRC = World Radiocommunication Conference

2.1. Átviteli eszközök és módszerek

Ebben az alfejezetben az előzőekhez hasonlóan szintén vezetéssel és vezeték nélküli bontásban tárgyaljuk a távközlő rendszerekben alkalmazott átviteli eszközöket és módszereket.

A 2.2.1. alfejezet a modulációs és multiplex rendszerekről (PDH, SDH, WDM) vázolat átfogó képet. Ezt követi a 2.2.2. alfejezetben az előfizetői, hozzáférési hálózatok kihasználásának javítását célzó megoldásokat tekintjük át: ISDN, (alap, primer) digitális multiplexelés, xDSL (ADSL, HDSL, ADSL lite), PON. A rövidítések kifejtése ezen pontok bevezető részében olvasható.

A 2.2.3. alfejezet külön tárgyalja a Kábeltv hálózatok építőelmeit a 2.2.4 pedig a szélessávú (34-2000 Mb/s) átviteli módszereket és a fényvezetés elosztóhálózatokat (FTTH).

A vezeték nélküli megoldásokat cellás rendszerek alaptulajdonságainak ismertetésével (klaszterek, frekvencia újrafelhasználás, interferenciák, hatékonysági mutatók, kapacitás) és a rendszerparamétereket befolyásoló egyéb tényezők (cellaszektorizálás, adaptív antennák, teljesítményszabályozás stb.) elemzésével kezdjük a 2.2.5. alfejezetben.

Ezt követően a 2.2.6. alfejezetben a földi és műholdas mobilrendszerek rádiós interfészeinek és specifikus elemeit tárgyaljuk. Ennek során szólnunk a zsinórnélküli telefonokról (CT1, CT2, DECT), személyhívókról (ERMES), trónkölt mobil rádiórendszerekről (TETRA, TETRAPOL), a cellás mobil telefonrendszerek első generációs (NMT), második generációs (GSM, IS-95), valamint harmadik generációs (UMTS, WCDMA) megoldásairól is.

Külön alfejezetben (2.2.7.) szólnunk a rádiós irodai rendszerek specifikus elemei ről, melye lefedik a rádiós alközpontok, WILL, WLAN (IEEE 802 11, HIPERLAN 1,2), Bluetooth rendszerek elemeit is.

A 2.2.8. alfejezetben az informatika és a távközlés határterületeit érintjük a mobil számítástechnika alapelemeinek (Mobil Internet, Mobil IP, mobil szoftver koncepciók mobil ügynök, szoftver rádió) bemutatásával.

Alfejezetünket a földi és műholdas műsorszóró rendszerek átviteli eljárásainak ismertetésével zárjuk a 2.2.9. alfejezetben.

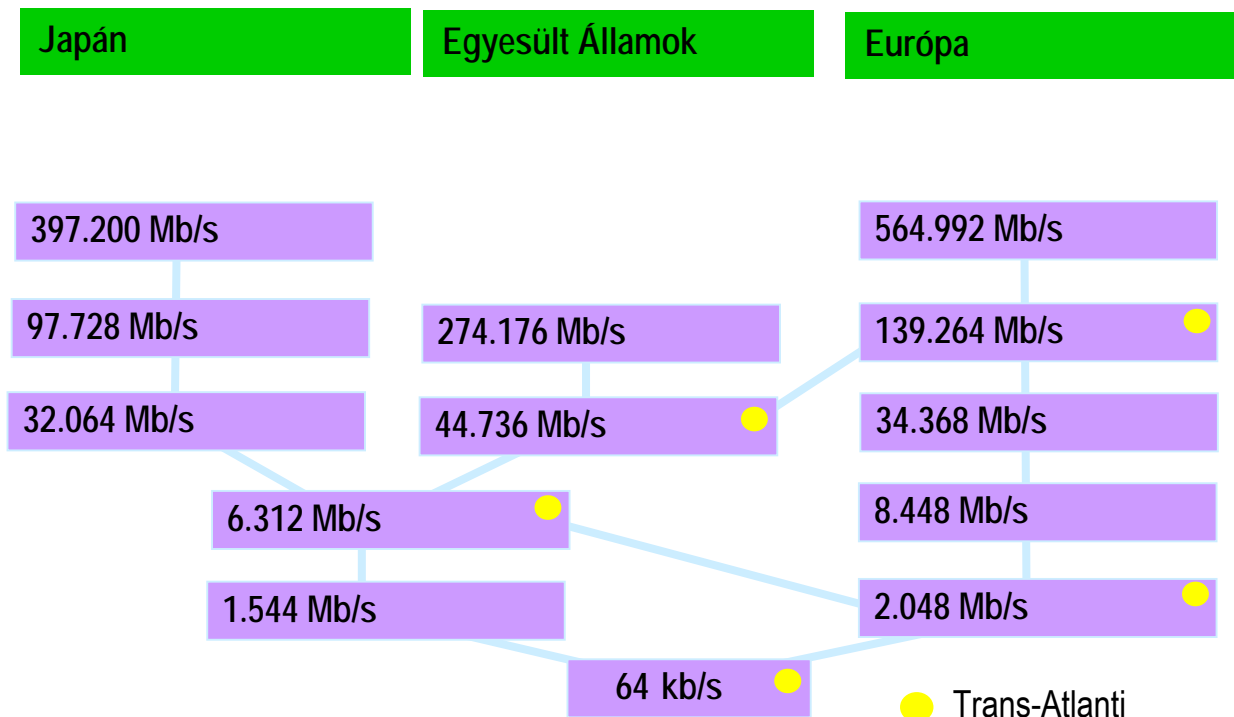
Fejezet szerkesztő: dr. Imre Sándor

2.1.1. Digitális PDH és SDH hierarchia

Szerző: Cinkler Tibor

Lektor: Paksy Géza, Jeszenői Péter

A PDH hálózatokat sok azonos irányba haladó távbeszélő összköttetés nyálábolására és szállítására dolgozták ki. E megoldások sajnos közel sem voltak egységesek. Az alábbi ábra szemlélteti az eltérő nyálábolási hierarchiákat. Mikor a kontinensek összeköttetése megvalósíthatóvá vált, felmerült az igénye egy olyan megoldásnak, mely e különböző rendszereket összeköti, majd később, egy olyan rendszernek mely nagyobb megbízhatóságot és rugalmasságot, és kitűnő adatátviteli lehetőséget is biztosít. Így jött létre a SONET illetve az SDH. Tekintsük át e megoldások alapjait!



2.1.1.1. PCM – Impulzus-kódolt moduláció (Pulse Coded Modulation)

A 300–3400 Hz-es frekvenciasávba eső analóg beszédjelet a Nyquist-Shannon tételnek megfelelően (és a szűrők tökéletlensége miatt egy kis ráhagyással) 8 kHz-cel mintavételezik, és kompanderes kvantálást alkalmaznak. A használt kompresszorfüggvény Európában különbözik a tengerentúlitól.

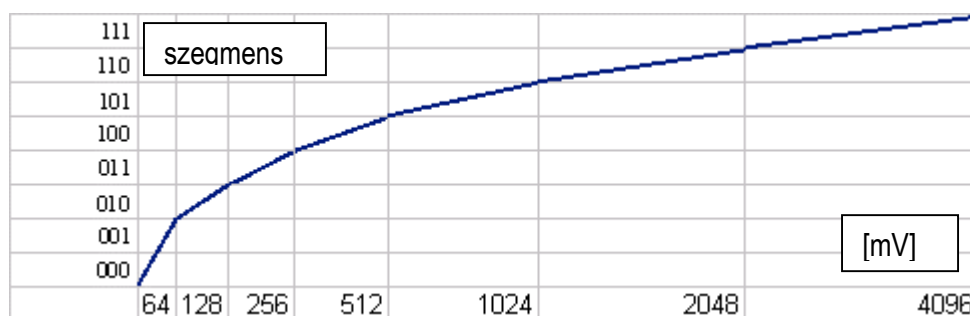
Európában az *A-törvényt* (*A-law*) használják a kompresszorfüggvény:

$$y = \begin{cases} \frac{Ax}{1 + \ln A}, & \text{ha } |x| < 1 \\ \frac{1 + \ln Ax}{1 + \ln A}, & \text{ha } |x| \geq 1 \end{cases} \quad A=87,6$$

Az Egyesült Államokban és Japánban a *μ-törvényt* (*μ-law*) használják:

$$y = \frac{\ln(1 + \mu x)}{\ln(1 + \mu)} \quad \text{ahol } \mu=256.$$

E közel logaritmikus kvantálási karakterisztika törtvonalas közelítését alkalmazzuk a gyakorlatban, így a kompresszálas és expandálás (kompandálás) valamint a kódolás illetve dekódolás közvetlenül végezhető. A kompendálás előnye, hogy így 8 bites kóddal valósítható meg közel ugyanaz a jel/zaj viszony mint 12 bites kóddal kompendálás nélkül ugyanazon a dinamika tartományon. Az alábbi ábrán az A-karakterisztika törtvonalas közelítése látható.



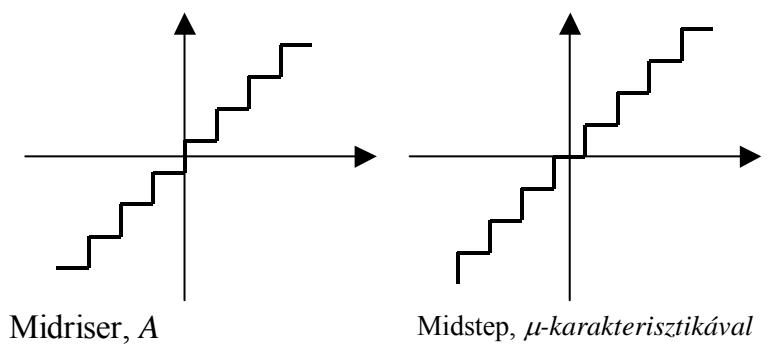
A 8 bites kódolás szerkezete a következő: az 1. bit a polaritás (pozitív '0' és negatív '1' a jel), a következő 3 bit mutatja meg a szegmenst, 4 bit pedig azon belül lineárisan jellemzi a jel értékét (lásd az ábrát).

A jel abszolútértéke 0 és 4096 mV közé eshet, a 8 szegmens határa a 32 mV, 64 mV, 128 mV, 256 mV, 512 mV, 1024 mV, 2048 mV és 4096 mV-nál van. Egy-egy

szegmensen belül lineáris kvantálást alkalmaznak, de az első két szegmens (0-32 és 32-64 mV) azonos iránytangensű. Ez azt jelenti, hogy e kód "felbontása" a 0-32 illetve a 32-64 tartományban egyaránt 2mV, míg a további szegmensekben romlik (mindig megkétszereződik a "lépcső"): 4mV, 8mV, míg az utolsó szegmensben 128 mV.

Példa: 1970 kódolása: Ez egy pozitív előjelű minta, mely az 1028-2048 szegmensbe esik. Az $(1970-1028)/64=14.72$, ami a 15. lineáris szakasznak felel meg, azaz 1110 lesz a megfelelő kód (Mivel az első szakasznak 0000 a kódja, a 16.-nak pedig 1111).

	Polaritás	Szegmens			Lineáris kódolás a szegmensen belül			
1970=	0	1	1	0	1	1	1	0



A karakterisztika 0 közeli viselkedése különböző a két karakterisztika (A és μ) között.

Az A-karakterisztikához tartozó midriser 0-nál vált, míg a μ -karakterisztikához tartozó midstepnek a 0-nál vízszintes szakasza van, így ez utóbbiban nem okoz ugrásokat a 0 körüli kis zaj.

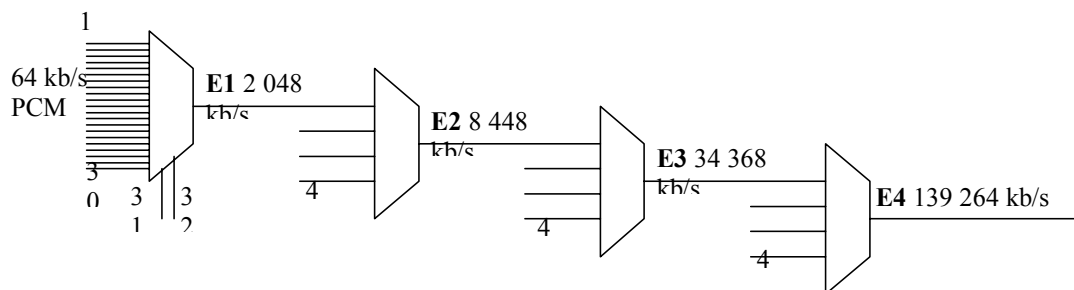
Így a kódolás eredménye egy $8 \text{ kHz} \times 8 \text{ bit}=64 \text{ kb/s}$ sebességű PCM (Pulse Coded Modulation) jel.

2.1.1.2. PDH - Plesyochronous Digital Hierarchy (Pleziokron Digitális Hierarchia)

A PDH távbeszélő hálózatokban használt nyálábolási technika, melynek jelentése:

- **Pleziokron** (közel szinkron): Az egyes hálózati eszközök (nyalábolók) órajelei csak bizonyos tűréshatáron belül (lásd: 1. táblázat) azonosak, fázisviszonyuk nem kötött, mivel nincsenek összehangolva, mert nincs szinkronizáló hálózat. Itt fontos megjegyezni, hogy ez csak a magasabb hierarchiaszintekre vonatkozik, ugyanis a 64 kb/s nyalábolók és a 2 Mb/s-os keretek egymással szinkron kapcsolatban vannak, mivel jellemzően ugyanaz a berendezés végzi valamennyi beérkező analóg jel PCM kódolását.
- **Digitális**: A folytonosan változó jel mintáit diszkrét értékekkel reprezentáljuk PCM segítségével.

Hierarchia: többszintű, hierarchikus rendszerről van szó, melyben a magasabb szint jele magába foglalja az alatta lévő szint jeleit. E hierarchiaszintek jelölése: E1, E2, E3 és E4 (lásd: 1. táblázat). A hierarchiának 5. szintjét is létezik 564.992 Mb/s, de ez a gyakorlatban nem terjedt el.



	Névleges bitsebesség [kb/s]	Tűrés [ppm ¹]	Vonali kódolás	félcsúcs feszültség (V)	a (dB/km)	keretméret [bit]	be bit / kimenő keret / csatorna
E1	2 048	±50	HDB3 - High Density Bipolar Coding, 3 nullára korlátozva	2,37 vagy ¹ 3	6	32×8=256	8
E2	8 448	±30	HDB3	2,37	6	848	205(+1)
E3	34 368	±20	HDB3	1	12	1536	377(+1)
E4	139 264	±15	CMI - Coded Mark Inversion. Kódolt előjelváltás	1	12	2928	722(+1)

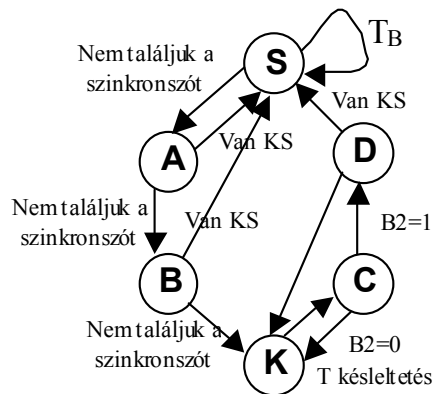
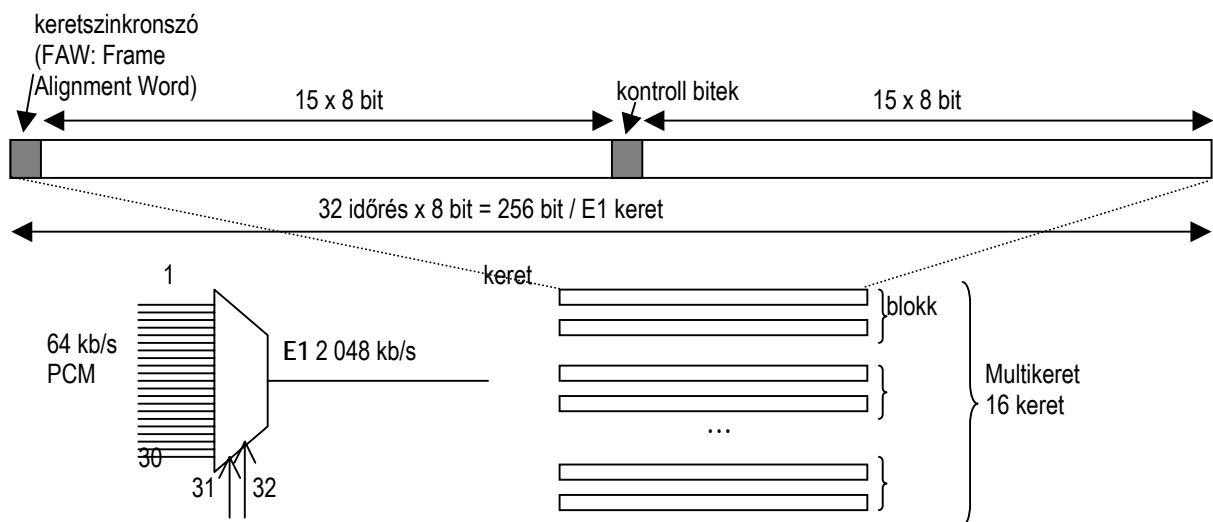
E1: Elsőrendű digitális szakasz (primér hierarchia)

A nyalábolás első szintjén 30 beszédcsatornát és 2 egyéb csatornát (keretszervezési és kontroll funkciók) fogunk össze. Minden csatorna 64 kb/s-os. Egy keret 32 bájtból (oktetből) áll, és 125 μ s ideig tart. Egy ilyen keretben minden beszédcsatornának egy-egy 8 bitre kódolt mintáját visszük át. Mivel 125 μ s-onként viszünk át egy-egy mintát az adott csatornából, ez megfelel a 8000 Hz-es mintavételi frekvenciának. Egy blokk két keretből áll. Ennek megfelelően egy blokk 250 μ s ideig

tart, és bemenő csatornánként összesen két PCM-el kódolt mintát hordoz. Az ábrán látható a keret, blokk és multikeret felépítése.

A multikeret 16 keretből azaz 8 blokból áll, tehát időtartama 2 ms. A multikereten belül a 16 darab 16. oktettből az első 4 bit a multikeretszinkronszó, a 6. hibajelzést biztosít, illetve többi a 30 csatorna 16-16 mintájához rendel 4-4 bitet ami jelzésinformáció továbbításra ad lehetőséget, azaz 16 oktett beszédre jut fél oktett jelzés multikeretenként, mind a 30 csatornára. Ez összeségében 2 kb/s jelzéssebesség beszédcsatornánként.

Minden keret keretszinkronszóval kezdődik, mely segítségével a vételi oldal megtalálja a kerethatárokat.



Keretszinkron

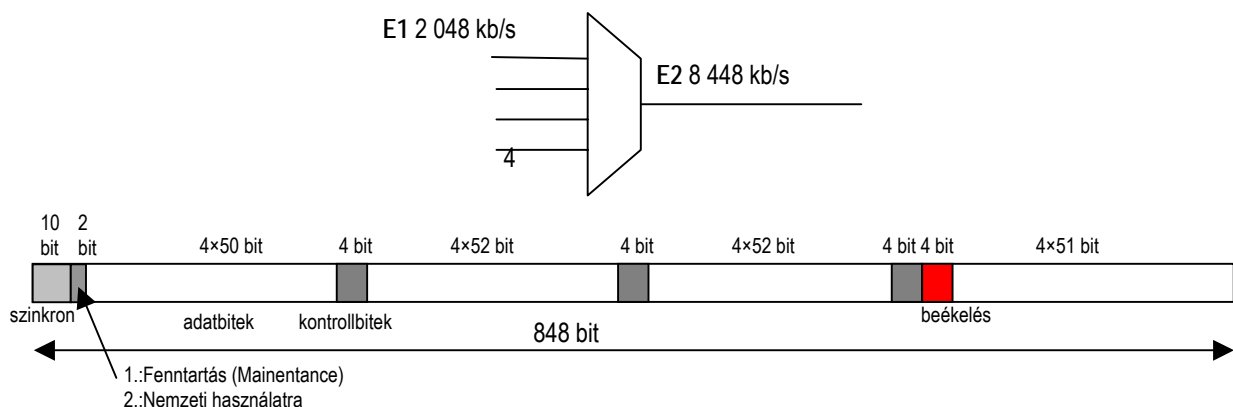
- Minden blokk 0. bájta szinkronszó, melynek alakja:

0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
X	0	0	1	1	0	1	1

- A blokk második kerete az invertált keretszinkronszóval kezdődik, de a vételi oldal csak az ábrán megjelölt, 2. bitet figyeli, mely 1 kell legyen.
- A szinkronizálás úgy történik, hogy minden keret elején megvizsgálják a szinkronszót. Ha megfelel, akkor szinkronban maradunk, ezt fejezi ki az alábbi ábra **S** állapota.
- Ha egy alkalommal nem találjuk meg a szinkronszót, akkor lehet, hogy csak 1 bit hibás, de az is lehet, hogy tényleg elvesztettük a szinkront. Ezért az állapotdiagram **A** állapotába kerül a rendszer. Ha a következő szinkronszó helyes, akkor visszatér **S**-be, ha nem, akkor a **B** állapot következik, majd ha továbbra sem érkezik helyes keretszinkronszó átkerülünk a keresés állapotába.
- **K** állapotban a csatornát bitenként figyeljük, és megpróbáljuk ráilleszteni a szinkronszót. Amikor sikerül, átmegyünk **C**-be. Természetesen, a szinkronszóval azonos bitsorozat a bitfolyam belsejében is előfordulhat, tehát lehet, hogy nem a szinkronszót találtuk meg, hanem egy "utánzást".
- **C**-ben megvárjuk a következő keretet, és megvizsgáljuk a 2. bitjét. Ha 1, akkor **D** következik, egyébként egy T késleltetés után (ez a T nem egyezik meg a keretidővel) visszajutunk **K**-ba. Szinkronba csak akkor jutunk, ha **D** állapotban még egy helyes keretszinkronszó érkezik a megfelelő helyen.
- Az algoritmusban *utánzás elleni védelem* van ($\delta=2$). Ez azt jelenti, hogy egymás után kétszer kell megtalálni a szinkronszót a megfelelő helyen ahhoz, hogy visszakerüljünk szinkron állapotba.
- Van *kiesés elleni védelem* is ($\alpha=3$), háromszor is megvizsgáljuk a szinkronszót, mielőtt a szinkront elveszettnek tekintjük, ugyanis a bithibák is elronthatják a szinkronszót.

E2: Másodrendű digitális szakasz (szekundér hierarchia)

Mint az alábbi ábrán is látni, egy másodrendű E2 szakasz 4 darab elsőrendű E1 szakaszt fog össze. mivel az E1 nyálabolók egymástól független órára szinkronizáltak, jellemzően ezek frekvenciája eltér egymástól, illetve a névlegestől. Továbbá az E2 nyálaboló órája is az adott tűréshatáron belül eltérhet a névleges órától. Ezért szükség van külön-külön a 4 bemenő csatorna mindegyikének sebességkiegyenlítésére.



A nyalábolás második szintjének keretszerkezete a fenti ábrán látható. A szinkronszó és a két fenntartási bit után a bitfolyamba bekerül minden csatorna első bitje, utána minden csatorna második bitje, és így tovább. A négy teljes E1 bitfolyam bekerül a szinkronszóval együtt, anélkül, hogy az E1 szintű keretszervezést figyelembe vennénk. Tehát az E1 jeleket, mint folytonos bitfolyamokat bitenként nyaláboljuk össze E2 jellé.

Sebességkiigazítások

Az adatbiteket 4-bites kontrollbitcsoportok szakítják meg. E három csoport mindegyikében minden bemenő E1 csatornához egy-egy bit tartozik, mely azt mutatja, hogy az adott kimenő E2 keretben beékelte-e a nyaláboló 1 bitet a kiválasztott E1 bemenő folyamra vagy sem. A harmadik csoport után csatornánként többségi szavazással dől el, hogy melyik csatorna bitfolyamába kell beékelni egy-egy többletbitet. Erre a következő 4 bites csoport megfelelő bitjét használják. A beékelés lehetőséget biztosít arra hogy kiegyenlíthessünk kis mértékű különbségeket a csatornák sebességében (azaz az egyes nyalábolók órajelében). Nincsen lehetőség arra, hogy egy csatornába 2 bitet ékeljünk be, még akkor sem, ha a többi csatornára e bitek nincsenek kihasználva.

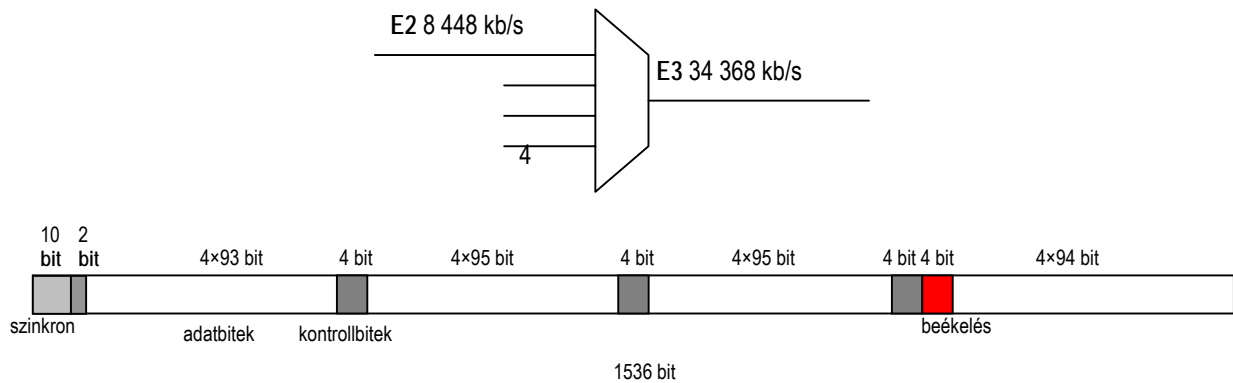
A teljes keret hossza 848 bit, ebből csatornánként $50+52+52+51(+1)=205(+1)$ bit kerül átvitelre. E többletbit használatának gyakoriságával állítjuk a kívánt sebességet. A keretenként és csatornánként átvitt 205-206 bit egy intervallumot ad meg az egyes csatornák sebességére, melynek alsó és felső küszöbét az lábbi módon számolhatjuk ki.

$$f_{\min}^{E2} = 205 \cdot f_k^{E2} = 205 \cdot \frac{8448 \cdot 10^3 \text{ bit/s}}{848 \text{ bit/s}} = 2042,26 \text{ kb/s}$$

$$f_{\max}^{E2} = 206 \cdot f_k^{E2} = 206 \cdot \frac{8448 \cdot 10^3 \text{ bit/s}}{848 \text{ bit/s}} = 2052,22 \text{ kb/s}$$

A névleges E1 és E2 sebességek mellett a beékelési tényező $\eta=0,42$. Ez azt fejezi ki, hogy átlagosan 0,42 bitet ékelünk be egy keretbe, vagyis a keretek 42%-ában van az adott E1 bemenőcsatornára 1 bit beékelés az adott kimenő E2 keretben.

E3: Harmadrendű digitális szakasz (tercier hierarchia)

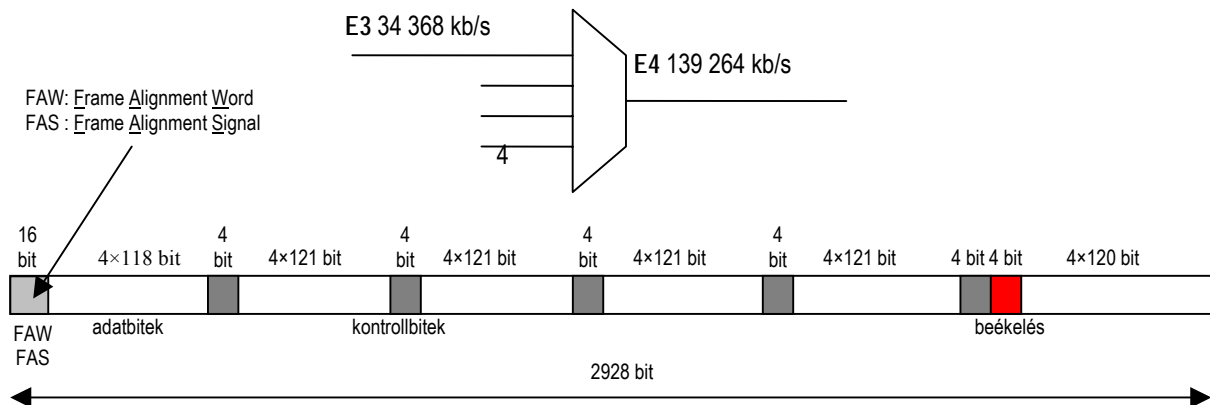


Ez a szint a paraméterektől eltekintve megegyezik az előző szinttel, itt csatornánként 377(+1) bitet visznek át, a frekvenciahatárok pedig a következőképpen alakulnak.

$$f_{\min}^{E3} = 377 \text{ bit} \cdot f_k^{E3} = 377 \text{ bit} \cdot \frac{34378 \cdot 10^3 \text{ bit/s}}{1536 \text{ bit}} = 8435,375 \text{ kb/s}$$

$$f_{\max}^{E3} = 378 \text{ bit} \cdot f_k^{E3} = 378 \text{ bit} \cdot \frac{34378 \cdot 10^3 \text{ bit/s}}{1536 \text{ bit}} = 8457,75 \text{ kb/s}$$

E4: Negyedrendű digitális szakasz (quartier hierarchia)



Több a beékelés-vezérlés és a keret is hosszabb, mint az előző szinteken.

A keret 2928 bitből áll, ebből egy bemenő E3 csatornára 722(+1) bit jut.

PDH előnyei, hátrányai

- A nyalábolás bitenként történik.
- Az európai, a japán és az amerikai változat különböző.
- Pleziokron:

- Az egyes eszközök bitsebességei eltérhetnek a névlegestől a rendszer mégis zavartalanul működik.
- Nem kell terjeszteni a szinkronjelet a hálózatban (erre nem is volt lehetőség az eljárás megalkotásakor).
- Szintenként újra kell keretezni. Vegyünk egy példát: Egy kis falu E1-es ellátását kell megoldani a közelben haladó E4-es vonal segítségével. A hierarchia minden szintjét végig kell járni.
- Nincs elég hely az üzemeltetési/fenntartási és esetleg egyéb információk átvitelére.
- A védelem nehézkesen oldható meg.
- A modemés átvitelben korlátozza a használható sávszélességet.

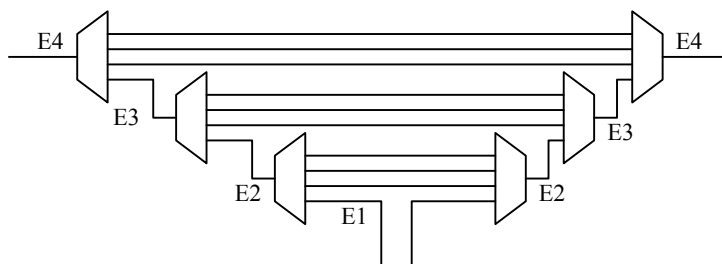
2.1.1.3. SDH

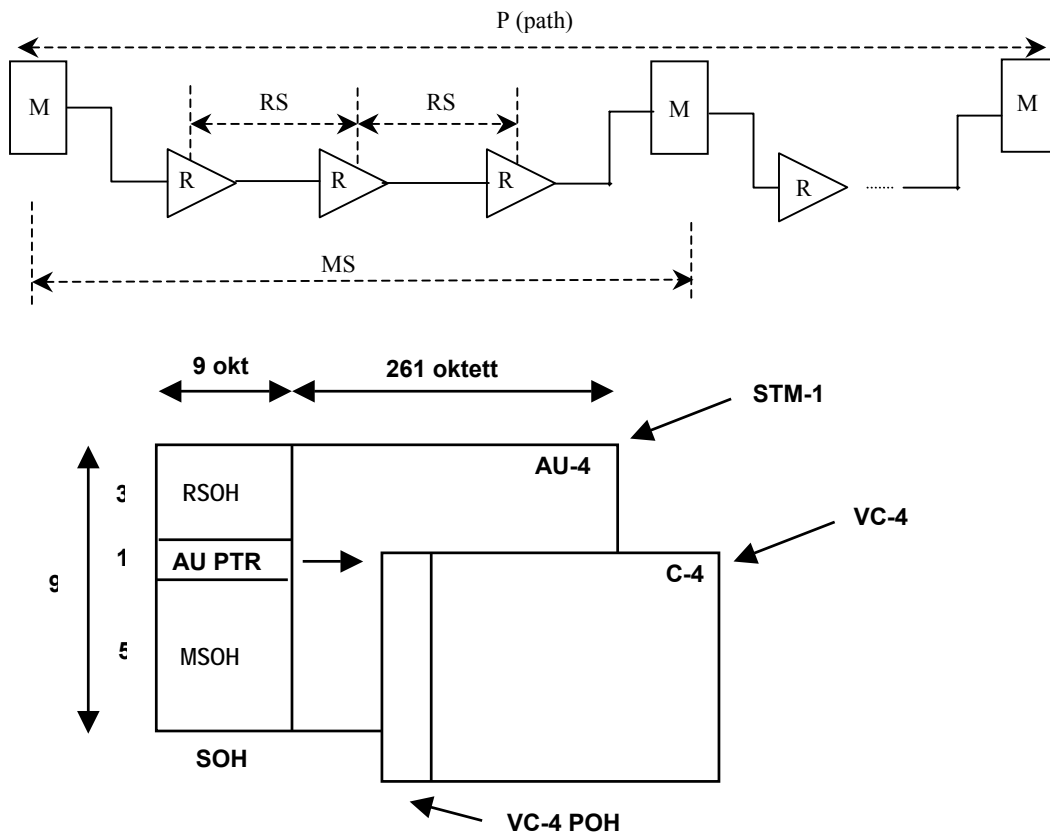
Az ANSI kialakította a SONET-et (Synchronous Optical Network) elsősorban a TransAtlanti összekötés céljaira. Ezt követően az ETSI specifikálta az SDH-t (Synchronous Digital Hierarchy). Majd végül (noha már korábban is foglalkozott az SDH szabványosításával) az ITU-T (akkor még CCITT) kialakította a SONET-et és SDH-t egyesítő szintén SDH nevet viselő rendszert. Az első ajánlások a G.707, G.708 és G.709 1988 végén jelentek meg. Kezdetben PDH hálózatok szállító hálózatoként használták, de adatátvitelre is kitűnő.

SDH hálózatok felépítése

SDH/SONET hálózatok fő építőelemei:

- egymódusú fényvezető (pl. ITU-T G.652), a hálózati eszközök összekötésére. Helyette esetenként többmódusú fényvezető vagy rézerű kábel is használható kisebb távok áthidalására.
- Regenerátor: jelfrissítést, erősítést, paritásellenőrzést végez
- ADM (Add and Drop Multiplexer): leágaztató nyaláboló, segítségével egy nagyobb bitsebességű (pl. STM-1, 4 vagy 16) folyamból kisebb bitsebességű





(pl.VC-4, VC-12) konténereket ágaztat le.

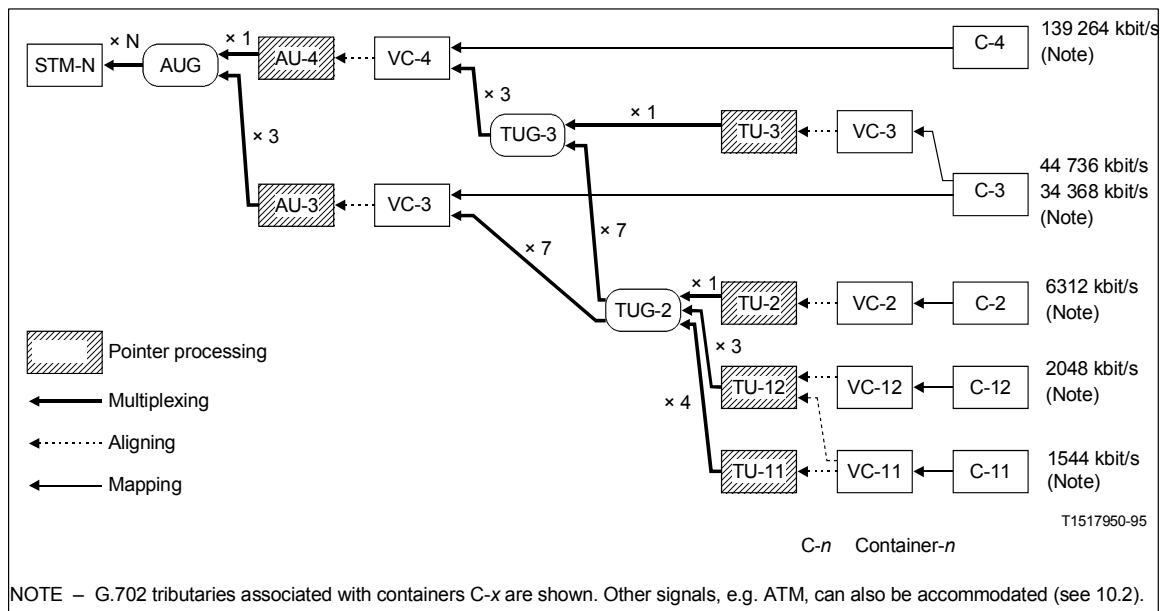
- DXC (Digital Cross Conect): digitális rendező, több nyaláboló szakasz virtuális konténereinek rendezésére szolgál. Pl. két gyűrű korlátozások nélküli összekötésére alkalmas, de különböző topológiák alakíthatók ki segítségével: hierarchikus gyűrűk, szövevényel összekötött gyűrűk, szövevényes összekötés, szövevényes hálózat felett definiált gyűrűk, stb.

Az alábbi ábrán látható hogy a két jelfrissítő közti szakaszt regenerátor szakasznak (RS: Regenerator Section) nevezzük, magasabb szinten már csak a nyalábolók közti szakaszokat (MS: Multiplexer Section) különböztetjük meg, míg felső szinten útvonalakat (P: Path) kezelünk.

Ennek megfelelő a keretszervezés is. A C-4 hordozó 9 sorból áll, mindegyike 260 oktettet tartalmaz. Ide helyezük el folytonosan soronként a hasznos adatot. Például az E4 szintű PDH jelet, ATM cellákat vagy IP csomagokat. Emellett az alacsonyabb szintű hordozóegységeket is összefogva e C-4-be helyezük. Minden hordozót (C-x konténert) út-fejrésszel (POH: Path OverHead) kiegészítve kapjuk a virtuális konténert (VC). A POH értékét az út végpontjain állítjuk csak, és a teljes útra vonatkozó információkat tartalmaz. A VC egy önálló egység, mely tetszőleges helyre kerülhet a magasabb szintű keretszervezésben, de helyét a mutatók segítségével

egyértelműen követni tudjuk. Ábránkon a VC-4 helyét az STM-1 kereten belül az AU-4 PTR mutató tartja számon. Az STM-1 az első szintű szinkron szállító egység (Synchronous Transport Module). Mérete 9 sor x 270 oktett. Ebből az első 9 oszlop (81 oktett) a szakasz-fejrész (SOH: Section Overhead). Az SOH utolsó 5 sora (45 oktett) a nyaláboló-szakasz fejrész (MSOH: Multiplexer SOH) mely a nyalábolók közti többletinformációkat szállítja, míg a jelrejtő-szakasz fejrész (RSOH Regenerator SOH) a jelrejtők közti többletinformációt. Az STM-1 fejrészének negyedik sora a mutató, mely a "hasznos rakomány" VC-4 helyzetét mutatja az STM-1-en belül.

Az alábbi ábra (ITU-T G.707) szemlélteti hogyan lehet különböző bitsebességeken csatlakozni az SDH rendszerhez:



Megjegyzés: A G.702 ajánlás összerendeli a komponenseket a C-x konténerekkel, amint az látható. Más jelek - pl. ATM - is elhelyezhetők.

Vegyük észre, hogy ez az ábra mind az ANSI SONET mind az ETSI SDH "utakat" tartalmazza. Például az AU-3, TU-11 és TU-2 elsősorban SONET specifikus, míg például a TU-3, TUG-3 és TU-12 kialakítása ETSI SDH specifikus.

Az alábbi ábra szemlélteti az SDH illetve SONET hierarciát.

STM-64	9 953.28 Mb/s	OC-192 STS-192
STM-16	2 488.32 Mb/s	OC-48 STS-48
STM-4	6 220.08 Mb/s	OC-12 STS-12
STM ¹ -1	155.52 Mb/s	OC-3 STS-3
	E4 139.264 Mb/s	44.736 Mb/s T3
	E3 34.368 Mb/s	6.312 Mb/s T2
	E1 2.048 Mb/s	1.544 Mb/s T1
	64 kb/s	DS ¹⁰

Négy STM-1 jel oktettenkénti nyalábolásával kapjuk az STM-4 hierarchiaszintet illetve 16 STM-1 szintű jel nyalábolásával kapjuk az STM-16 szintet az alábbi ábra szerint:

SDH hálózatokban a meghibásodások ellen kitűnő védelmi mechanizmus áll rendelkezésre, de ezt a 4.2 fejezetben részletesebben ismertetjük.

Előnyök, hátrányok

Az ITU-T SDH rendszer előnyei, hogy talán ez az első olyan rendszer mely (noha vannak eltérések) világméretben is egységesnek mondható, és ezáltal együttműködőképes. További előnye, hogy igen nagy bitsebességű átvitelt tesz lehetővé (pl. STM-64 közel 10 Gb/s), de pl. DWDM-mel együttesen használva akár ennek sokszorosát is. Az SDH a már meglévő PDH hálózatok forgalmának nyalábolására, szállítására kiválóan alkalmas, de emelett adatszállításra, bérelt vonalak kialakítására is kitűnő. A szinkronitásból adódóan további előnye, hogy bármelyik magasabb hierarchiaszinten könnyen hozzáférünk egy-egy alacsonyabb szintű konténerhez, és ezáltal annak tartalmához is. Az SDH hátránya viszont, hogy igényli egy szinkronhálózat kialakítását.

2.1.2. Előfizetői, hozzáférési hálózatok

(Szerkesztői fejezet)

A hálózat legalsó síkja különleges jelentőségű, ebből van a legtöbb. Ezért ennek gazdaságos megoldása elsődleges fontosságú.

Az 1900-as években nagy súlyt helyeztek arra, hogy ebben a hálózati síkban minél gazdaságosabb módszereket tudjanak bevezetni, az utóbbi két év azonban döntő változásokat hozott, a hálózatépítés gépesítése jelentősen csökkentette az építési költségeket, ugyanakkor számos szolgáltatás jelentkezett, mely megkövetelte, hogy a felhasználók lakásáig szélessávú útvonalak legyenek. Ebben elsődleges a kábeltelevíziózás, mely rövid időn belül minden lakást elér. Ennek hálózati struktúráját a 4.7. alfejezetben tárgyaljuk. A másik új igény a világhálón való böngészés, mely speciális új hálózati struktúrákat és szélessávú elérhetőséget követel meg. Erről részletesen olvashatunk a 4.11. és 4.12. alfejezetben, végül a különböző hálózati síkok technológiája az idők folyamán összeolvadt, ezért az elvek, melyek az 1.9. és a 4.3. alfejezetekben található lefedtek minden olyan problémát, melyet ebben a fejezetben terveztünk tárgyalni. További tanulsága a fejlődésnek a digitális előfizetői hozzáférések, melyek ISDN alapúak vagy valamilyen digitális előfizetői hozzáférést (xDSL) igényelnek.

Ezen tényezők a könyv megírása során olyan mértékű változásokat eredményeztek, hogy az eredeti fejezet közzétételét nem láttuk előre mutatónak. Reméljük, hogy a hivatkozott alfejezetek áttanulmányozásával az olvasók a szükséges információkat megkapják.

2.1.3. Kábeltelevízió hálózatok építőelemei

Szerző: dr. Mátay Gábor

Lektor: Seffler Sándor

A kábeltelevízió (KTV) hálózatok felépítését és működését a 4.8. alfejezet tárgyalja. A jelenlegi korszerű, kétirányú KTV-hálózatok *mind a technikájukat, mind a technológiájukat tekintve vegyes hálózatok*, mely azt jelenti, hogy a műsorok elosztásakor az analóg és digitális technika együtt fordul elő. Elosztóhálózatukban HFC (**hybrid fiber coaxial**: optikai és koaxiális kábelt használó KTV) technológiát használnak [2.2.3.1].

Az építőelemek a fejállomáshoz és az elosztóhálózathoz rendelhetők. A fejállomást egyetlen építőelemnek tekintve csak blokkvázlat szintig, az elosztóhálózat

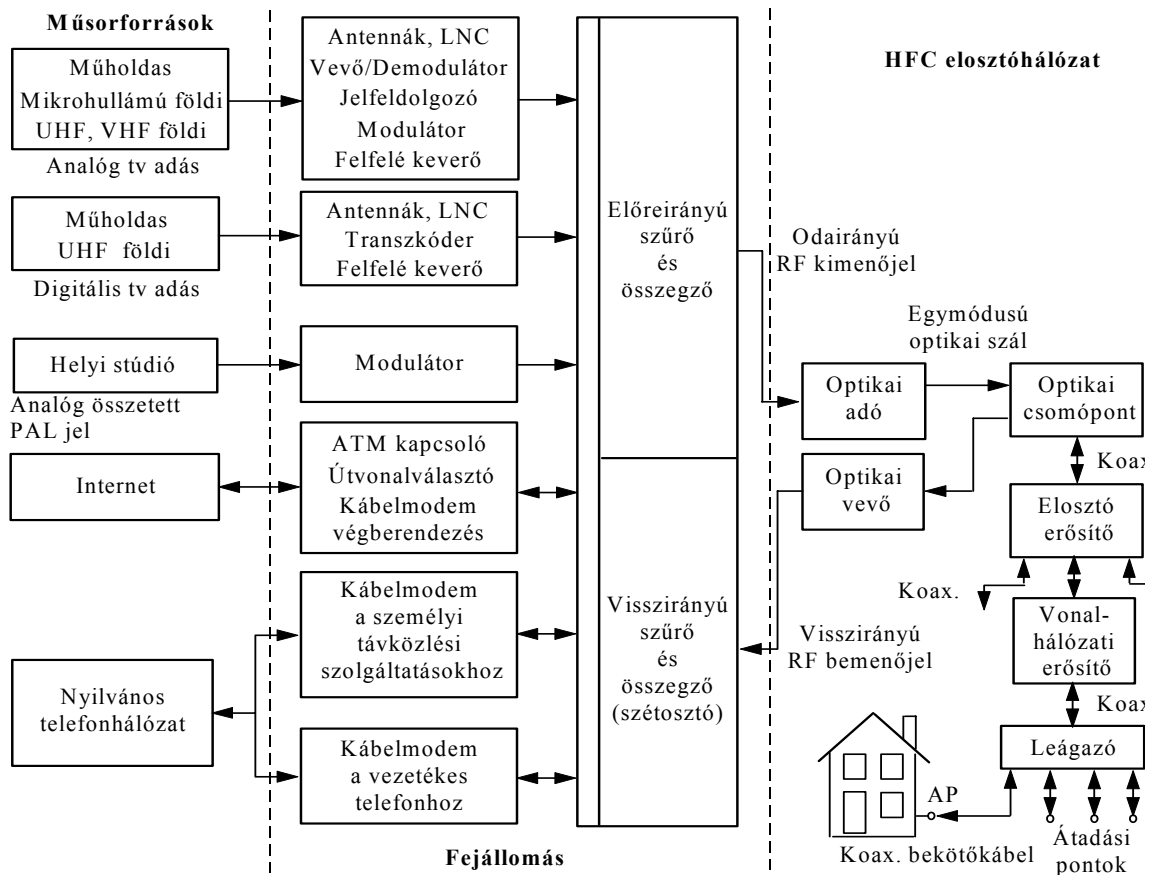
elemeit pedig az optikai- és a koaxiális-hálózati részhez rendelve ismertetjük. A HFC elosztóhálózatban használt kétféle átviteli közeget: a koaxiális kábelt a 2.1.3., a fényvezetőt pedig a 2.1.4. alfejezetek tárgyalják.

A fejállomás

A fejállomás felépítését és helyét a KTV-rendszerben a 2.2.3.1. ábra mutatja. A felépítés függ a KTV-rendszer műsor és adatátviteli szolgáltatásaitól.

A 2.2.3.1. ábrán feltüntetett fejállomás funkcionális blokkdiagramja feltételezi a következőket:

- a fejállomásba kerülő *analóg műsorok* műholdról, földi mikrohullámú láncból és földfelszíni tv-adókból származnak;
- a *digitális műsorok* műholdról és földfelszíni tv-adókból érkeznek;
- az esetlegesen bevitt helyi műsorok analóg jelként kerülnek a fejállomásba;
- a KTV-rendszer Internet és telefon szolgáltatásra alkalmas;
- a fejállomáshoz csatlakozó elosztóhálózat fény-hálózati részén SDM (**s**pace **d**ivision **m**ultiplexing: térosztású nyalábolás) nyalábolási eljárást alkalmaznak (az előre- és a visszirányt független fényvezető szálak viszik át);
- az adatátvitelre használt csatornák FDM (frequency division multiplexing: frekvenciaosztású nyalábolás) nyalábolásúak.



2.2.3.1. ábra A fejállomás funkcionális blokkvázlata és a HFC elosztóhálózat elemei

A műholdról származó analóg és digitális műsorcsatornák a kiszájú keverő (LNC (low noise converter)) kimeneti frekvenciasávjában elhelyezkedő műhold transzpondernek megfelelő sáv szélességű csatornákon kerülnek a vevő/demodulátorra, majd annak kimeneti jele feldolgozás után a modulátorokba jut (remoduláció), melyek analóg tv-programok esetén AM-VSB, digitális tv-műsorok esetén 64QAM modulációt hoznak létre KF-en. A megfelelő moduláció után már csak egy felfelé keverés következik, mely a 8 MHz sáv szélességű csatornát az elosztani kívánt frekvenciára transzponálja. A műhold transzponder sáv szélességben elhelyezkedő 8 vagy 10 digitális tv- és 8 vagy 10 digitális rádióműsor a fenti átalakítások után az UHF sáv egy 8 MHz sáv szélességű csatornájában jut el az előfizető tv-készüléke melletti set top box-ba, mellyel lehetségessé válik a kívánt program kiválasztása (lásd a 4.8. alfejezetet).

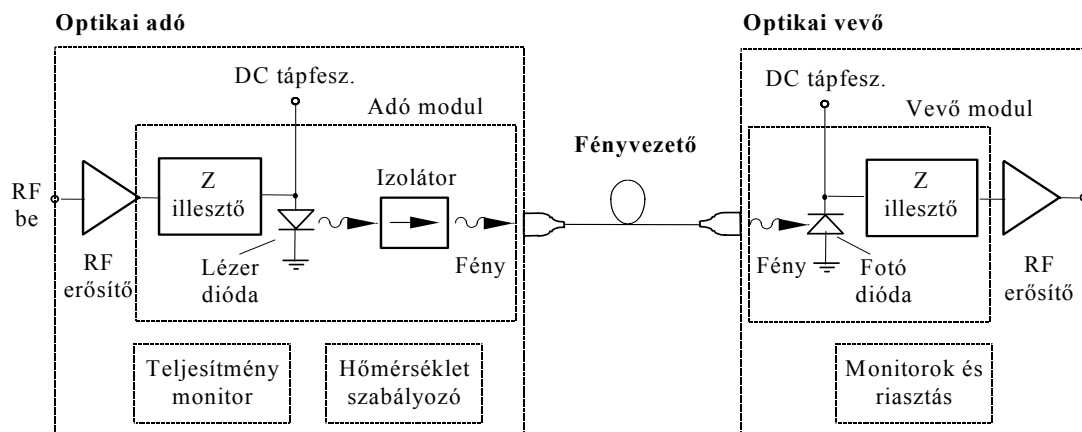
Az előreirányú jelek összegzése után nyert jel optikai adóra (E/O átalakítóra) kerül, melynek optikai kimenőjelét az optikai csomópontig egymódusú fényvezető

szálon vezetik. Az optikai csomóponttól a visszirányú optikai jelet egy másik független szál viszi az optikai vevőig (O/E átalakítóig), melynek kimenetén megjelenő RF-sávú visszirányú jelek szétosztás után a megfelelő kábelmodemeken keresztül jutnak a szolgáltatásnak megfelelő központi helyre. Az optikai adót és vevőt gyakran a fejállomás részének tekintik a 2.2.3.1. ábrán szaggatott vonallal jelölt határvonaltól eltérően.

Az elosztóhálózat koaxiális részén az előre- és visszirányú jelek ugyanazon a koaxiális kábelen haladnak az előfizetői csatlakozóig. A kétirányú jeleket váltószűrőkkel (diplexerekkel) választják szét. Természetesen a koaxiális hálózati részben található a 2.2.3.1. ábrán feltüntetett építőelemek szintén kétirányúak.

A fényvezető hálózati rész (törzshálózat) és építőelemei

A HFC elosztóhálózat egy optikai hálózati szakasza (pl. az előreirányú szakasz) optikai adóból (E/O átalakító) és vevőből (O/E átalakító), valamint az őket összekötő fényvezető szálból áll. Az egyszerűsített blokkját a 2.2.3.2. ábra mutatja a [2.2.3.2] alapján.



2.2.3.2. ábra Az optikai hálózati szakasz blokkját

Az RF bemenőjel (az összes elosztani kívánt műsorcsatorna FDM nyálábolás után) modulálja a félvezető lézerciódát által kibocsátott fény intenzitását, mely fókuszálva a fényvezetőbe kerül. E szálon keresztül jut a fény az optikai vevőbe, amely az optikai jelet RF jellé alakítja vissza. A teljes szakasz az analóg jelek átvitele miatt nagy linearitással kell hogy működjön. Ugyanakkor az optikai adó és vevő nemlineáris eszközök. Az optikai adó fényének pillanatnyi kimeneti teljesítménye a

bemeneti árammal, azaz az RF bemenőjel teljesítményének a négyzetgyökével arányos. A szakasz másik végén az optikai vevőben lévő fotódetektor a vett optikai jel teljesítményével arányos RF kimeneti jelet szolgáltat (négyzetes detektorként működik), így a teljes szakasz elvileg lineáris [2.2.3.3]. A valóságban sem az optikai adóban alkalmazott DFB¹-lézer, sem pedig a fotódióda nem működik ideálisan, ezért az eredő nemlinearitás csökkentésére gyakran előtorzítást alkalmaznak, hogy a másod- és harmadfokú összetett torzítási termékek (CSO² és CTB³) szintje a vivőhöz képest a kívánt értékű maradjon. Az ideális működés jobb megközelítése érdekében a lézerciódát nagyáramú munkapontban működtetik. Az optikai adóban és a vevőben a diódák illesztését az RF erősítőkhöz szélessávú impedanciaillesztő áramkörök biztosítják. Az adó kimenetén lévő optikai izolátor az optikai csatlakozóknál fellépő reflexiók DFB-lézerre való visszahatását akadályozza meg. A lézercióda jellemző torzítási termékei a környezeti hőmérséklet változásával jelentősen megváltoznak, ezért hőmérsékletük állandóságáról, automatikus hőmérsékletszabályzó áramkör gondoskodik. A jellemző paraméterek folyamatosan figyelik és ez vezérli az automatikus előtorzítás szabályozását. Az optikai vevőben található riasztó az optikai összeköttetés megszakadása esetén lép működésbe. A lézerciódák optikai kimenőjelenek véletlen fluktuációjára a *relatív intenzitás-zaj* (RIN⁴) jellemző.

A lézercióda modulációtól függő pillanatnyi kimeneti teljesítményével kis mértékben változik a fény hullámhossza. Ezt a nemkívánt FM-et "chirp"-nek nevezik, melynek hatására a fényvezetőn a terjedési sebesség hullámhosszfüggése miatt változik a terjedési idő, ez a jelenség a *kromatikus diszperzió*. Az optikai adó kimenetén, a fényvezető szálon és az optikai vevő bemenetén fellépő reflektált jelek egymásrahatása szintén rontja az átvinni kívánt jelek minőségét. Ez az oka annak,

¹ DFB - **d**istributed **f**eed**b**ack laser: elosztott visszacsatolású kiszajú nagydinamikájú alkalmazásoknál használt lézercióda.

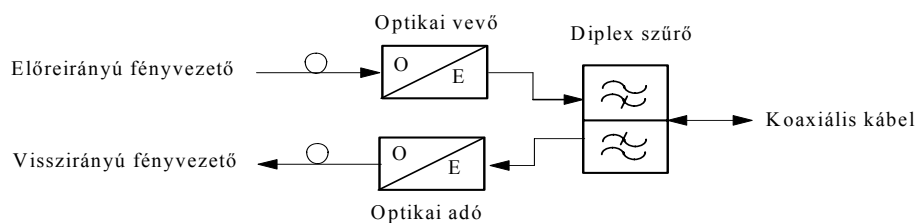
² CSO - **c**omposite **s**econd **o**rd**e**r: a nemlineáris karakterisztika másodfokú tagjából származó összetett torzítási termék (pontos definíciójáért lásd a 4.8. fejezetben).

³ CTB - **c**omposite **t**riple **b**eat: a nemlineáris karakterisztika harmadfokú tagjából származó összetett torzítási termék (pontos definíciójáért lásd a 4.8. fejezetben).

⁴ RIN - **r**elative **i**ntensity **n**oise: relatív intenzitás-zaj, definíciója az 1 Hz sáv szélességben fellépő zajteljesítménynek viszonya az átlagos optikai teljesítményhez. Tipikus értéke DFB-lézerek esetén - 160 dB/Hz, a kimenetről reflektált jelek, ennek értékét jelentősen rontják (ennek elkerülésére lásd optikai izolátort az 2.2.3.2. ábrán).

hogy a méréseket a teljes átviteli szakaszon az adott irányban aktuálisan használt fényvezető szál esetén végzik el.

Az *optikai csomópont* (helyét a KTV-rendszeren lásd a 2.2.3.1. ábrán), az *ONU*⁵ előreirányú optikai vevőt, visszirányú optikai adót és diplex szűrőt tartalmaz. Az optikai vevő kimenete a diplex szűrő felüláteresztő szűrőjéhez, az optikai adó bemenete pedig az aluláteresztő szűrőjéhez, a két szűrő közös pontja pedig a koaxiális vonalhálózati kábelhez csatlakozik, mint azt a 2.2.3.3. ábra mutatja. Megjegyezzük, hogyha az optikai vevő több kimenettel, az optikai adó több (a vevő kimeneteivel megegyező számú) bemenettel rendelkezik, akkor az optikai csomópont több vonalhálózati koaxiális kábelt láthat el. Természetesen minden koaxiális kábelhez egy-egy diplex szűrő tartozik. Az optikai csomópontot távtáplált esetben a koaxiális kábelről látják el energiával.



2.2.3.3. ábra Az optikai csomópont (ONU) bloksémája

A koaxiális hálózati rész építőelemei

A koaxiális hálózati rész a törzshálózat végét jelentő optikai csomópont és az előfizetői csatlakozók között helyezkedik el. Aktív elemei: a szélessávú kétirányú vonalerősítők, a leágazó erősítők és a házhálózati erősítők.

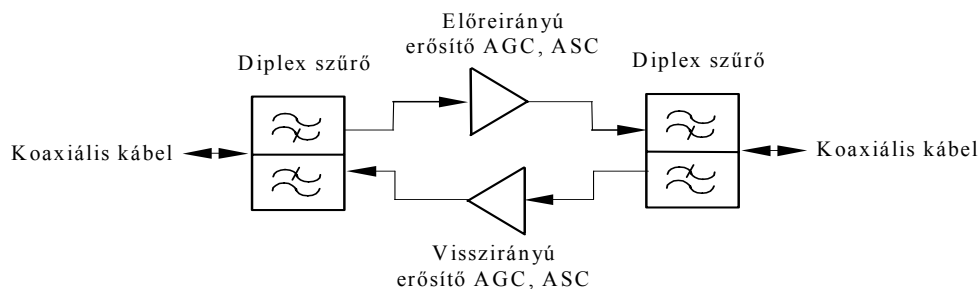
Passzív elemei: a koaxiális kábel, a teljesítményosztók, csillapítók, kiegyenlítők, szűrők, tápfeszültség betáplálók és az előfizetői csatlakozó.

Az átviteli út ezen szakaszán is az ideális jelátvitel feltétele, a lineáris torzításoktól való mentesség (állandó amplitudó- és állandó futásiidő-frekvenciamenet), valamint a zajok és nemlineáris torzítások minimalizálása. A működési frekvenciatartományban törekedni kell mindkét irányban az ideális átviteli eset közelítésére. Az elosztóhálózat ezen részében átviteli közegként alkalmazott

⁵ ONU - optical node unit (optikai csomóponti egység)

koaxiális kábel sem ideális. Csillapítása növekszik a frekvencia és a környezeti hőmérséklet növekedésével. A passzív építőelemek egy része és az erősítőkben alkalmazott szabályozások éppen ezen tulajdonságok kiegyenlítésére szolgálnak. A KTV-rendszer működését alapvetően a zajok és a nemlineáris torzítások korlátozzák. Az előírt vivő-zaj viszony és vivő-torzítási termék viszony biztosításához a *működési jelszint*⁶ nem nőhet és nem csökkenhet a koaxiális hálózati rész mentén, ezért ezeket az *egységnyi erősítés koncepció* alapján tervezik [2.2.3.4]. Az erősítők tehát csak annyit erősítenek, hogy a közöttük lévő passzív elemek okozta csillapítást ellensúlyozzák. A nemlineáris torzítások csökkentésére az RF erősítőkben ellenütemű kapcsolást⁷ és olyan áramköri megoldásokat alkalmaznak, melyekkel az erősítő elemre jutó jelszint csökkenthető (DP⁸-, QP⁹-erősítők), valamint a munkaponti feszültségeket és áramokat a kivezéléshez képest nagyra választják.

Kétirányú vonalhálózati erősítő egyszerűsített blokkvázlatát 2.2.3.4. ábra, *elosztó vagy leágazó erősítő* blokkvázlatát pedig 2.2.3.5. ábra mutatja.



2.2.3.4. ábra Kétirányú vonalhálózati erősítő blokkvázlata

Mindkét ábrában szereplő erősítők a szint pontos beállíthatósága érdekében változtatható erősítésű, a koaxiális kábel csillapításának hőmérséklet- és

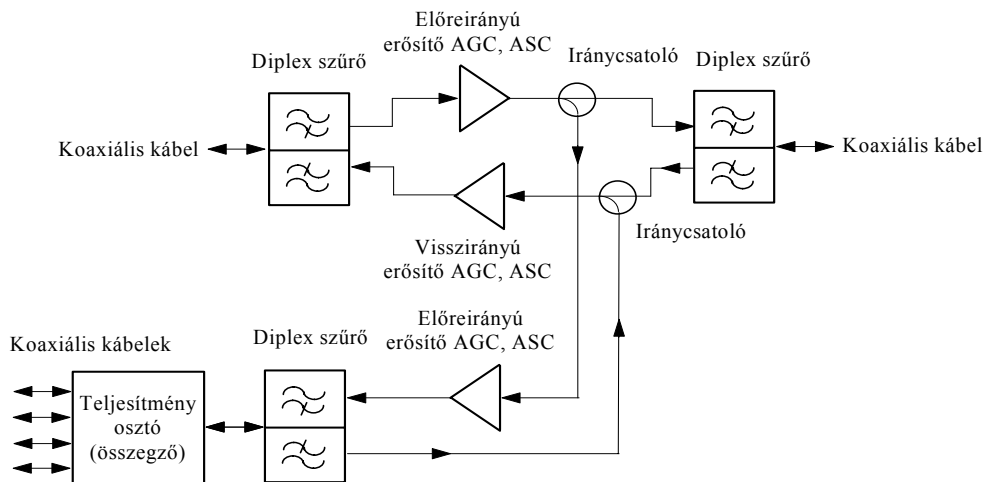
⁶ működési jelszint: az erősítők kimeneti szintje a legnagyobb működési frekvencián (a legnagyobb működési frekvencia az előreirányú és visszirányú esetben eltérő).

⁷ Ellenütemű kapcsolat alkalmazása esetén a nemlineáris karakterisztika páros fokszámú torzítási termékei elvileg nem jönnek létre, a valóságban a nem teljes szimmetria miatt csak igen kis szinten jelentkeznek.

⁸ DP - **double power** erősítő: két hibrid (teljesítményosztó és összegző) között elhelyezkedő két ellenütemű erősítőből felépülő kapcsolat. A teljesítményosztás miatt az ellenütemű erősítőkre fele akkora teljesítmény jut, ezért a vivő- harmadfokú torzítási termék viszony 6 dB-lal javul egy ellenütemű erősítőhöz képest veszteségmentes teljesítményosztást és összegzést feltételezve.

⁹ QP - **quadra power** erősítő: két hibrid (teljesítményosztó és összegző) között elhelyezkedő két DP-erősítőből felépülő kapcsolat. Ez esetben egy ellenütemű erősítőre 1/4 teljesítmény jut, ezért a vivő- harmadfokú torzítási termék viszony 12 dB-lal javul egy ellenütemű erősítőhöz képest veszteségmentes teljesítményosztásokat és összegzéseket feltételezve.

frekvenciafüggése folyamatos kiegyenlítése miatt pedig automatikus szint- (ALC¹⁰), vagy automatikus erősítésszabályozással (AGC¹¹) és a frekvenciakarakteristika meredekségének automatikus szabályozására alkalmas áramkörrel (ASC¹²) rendelkeznek.



2.2.3.5. ábra Kétirányú leágazó erősítő egyszerűsített blokkvázlata

A **passzív építőelemek** közül a teljesítményosztókat, leágazókat és az előfizetői csatlakozót tárgyaljuk kicsit részletesebben.

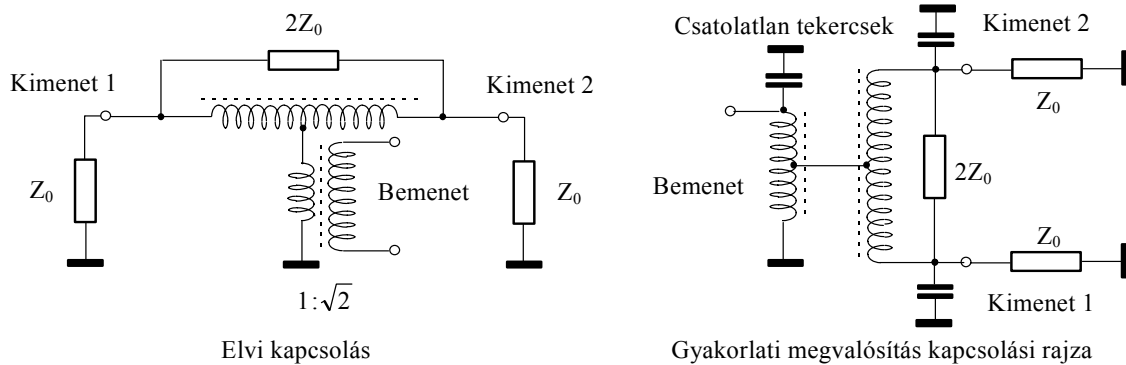
A teljesítményosztók közül kétirányú osztóként leggyakrabban a telefontechnikából jól ismert hibrid nagyfrekvenciás változatát használják, melynek elvi és gyakorlati kapcsolási rajzát a 2.2.3.6. ábra mutatja.

Ideális hibrid és illesztett (Z_0) lezárások esetén a bemeneti teljesítmény feleződve jut az egyik, és a másik kimenetre melyek között a csillapítás (izoláció) végtelen nagy. A $2Z_0$ értékű ellenálláson csak illesztetlen lezárás vagy a hosszági tekercs aszimmetriája esetén folyik áram. A kimeneteket bemeneteknek a bemenetet kimenetnek használva a hibrid összegzőként működik.

¹⁰ ALC - **automatic level control**: automatikus szintszabályozás, rendszerint PIN diódás csillapítóval történik.

¹¹ AGC - **automatic gain control**: automatikus erősítésszabályozás, rendszerint az erősítő elem valamely tápfeszültségének a változtatásával valósítják meg.

¹² ASC - **automatic slope control**: az erősítés-frekvenciakarakteristika meredekségének automatikus beállítása a kábelcsillapítás frekvenciafüggésének a kiegyenlítésére.



2.2.3.6. ábra A 3 dB-es hibrid kétirányú osztó elvi és gyakorlati kapcsolási rajza

Valóságban az építőelemek vesztesége miatt a bemenet és kimenetek közötti csillapítás a frekvencia függvényében tipikusan 3,2-3,5 dB az ideális 3 dB-es érték helyett. A kimenetek közötti izoláció ≥ 20 dB. A gyakorlati kapcsolásban a bemeneten lévő megcsapolt vasmagos tekercs, mint autotranszformátor működik és az impedanciaillesztés feladatát látja el; a kapacitások a tekercsek szórt inductívitásának a kompenzálására szolgálnak.

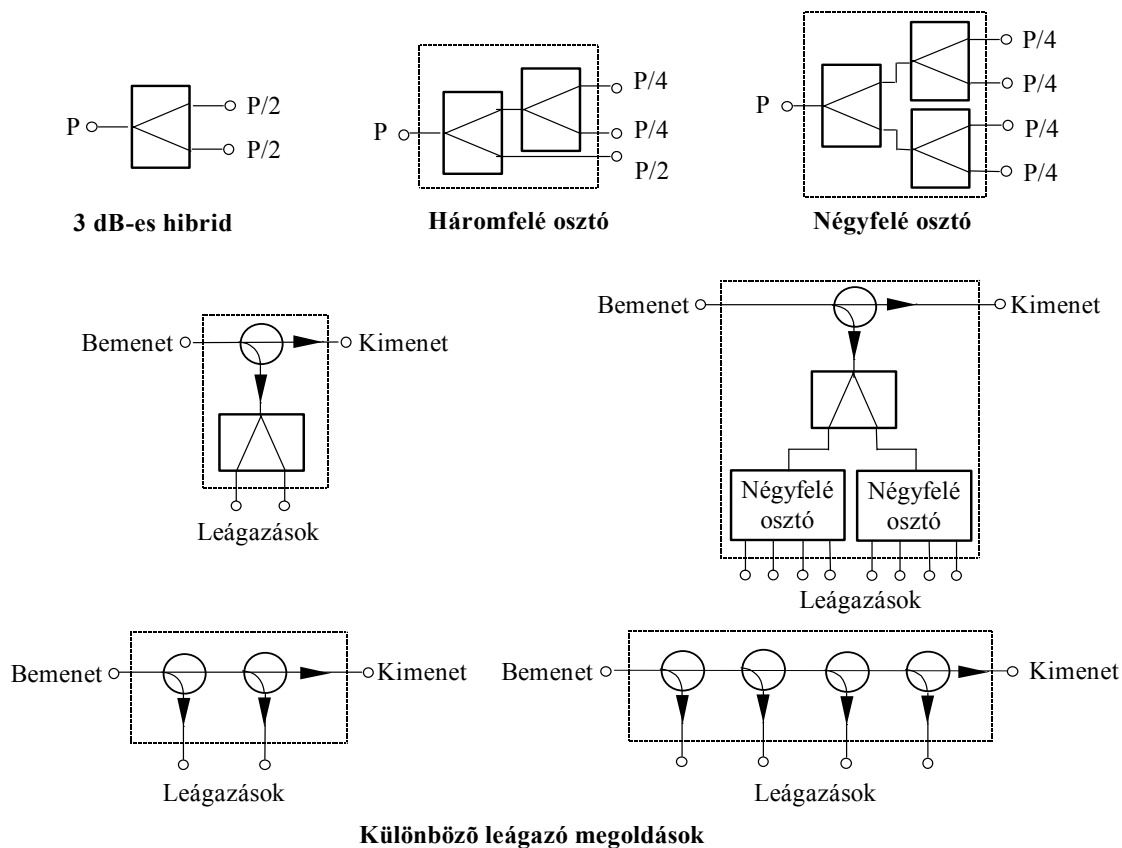
Többfelé osztót és leágazót 3 dB-es hibridek összekapcsolásával, iránycsatolók kaszkádjával, vagy a két elem vegyesen használva nyerhetünk. Erre néhány példa a 2.2.3.7. ábrán látható.

Az *előfizetői csatlakozók* sokféle típusa létezik. A legkorszerűbbek egy RF bemenettel, TV és FM-rádió kimenettel és az adatátvitelhez egy külön kétirányú csatlakozóval rendelkeznek (vázlatos rajzát lásd a 2.2.3.8. ábra baloldalán). Ez a megoldás hallgatólagosan két dolgot feltételez: a házhálózat csillag-struktúrájú, a kábelmodembe a duplex szűrő beépítésre került. Ez utóbbi feltétel szinte minden mai kábelmodemre fennáll.

Egy lehetséges előfizetői csatlakozó megoldás vázlatos rajza és blokkdiagramja a 2.2.3.8. ábrán látható.

Az előfizetői csatlakozó tipikus adatai:

- Beiktatási csillapítás bemenet-kábelmodem csatlakozó között 10 dB;
- Beiktatási csillapítás bemenet-TV és FM rádió kimenet között 14-16 dB;
- Izoláció kábelmodem csatlakozó- TV és FM rádió kimenet között ≥ 36 dB;
- Izoláció TV és FM rádió kimenet között ≥ 40 dB;
- Reflexiócsillapítás bármely kapun ≥ 26 dB.

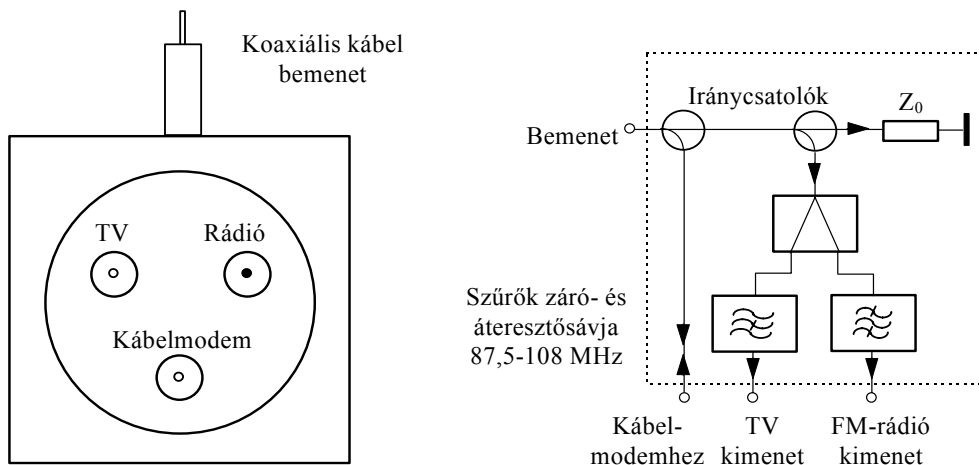


2.2.3.7. ábra Teljesítményosztó és leágazó megvalósítások

Az erősítők és optikai csomópontok távtáplálására szolgáló *tápfeszültség betápláló* egyszerű felépítésű aluláteresztő szűrő. A tápáramforrás váltakozóáramú 50 Hz, feszültsége kb. 45-60 V-os. A táplált eszközök mindegyikében stabilizált tápegység található. Az erősítők DC tápfeszültsége rendszerint +24 V, áramfelvételük elérheti az 1,2 amperet. A tápellátás tervezésekor a nagy áramfelvétel miatt a koaxiális kábel 50Hz-en mért ellenállásán eső feszültségeket gondosan számítani kell [2.2.3.5].

A KTV-rendszerben alkalmazott *RF szűrők* aluláteresztő, felüláteresztő, sáváteresztő, sávzáró típusúak. Céljuk bizonyos sávban elhelyezett programcsomagok az előfizetési díjtól függő, továbbítása az adott előfizető számára, vagy annak kizárása. A csillagpont után az előfizetői kábel előtt, zárt helyen kerülnek elhelyezésre.

A *set top box*-ok az előfizetői csatlakozó után, rendszerint a TV készülék tetején helyezik el, melyre angol elnevezésük is utal. Feladatuk azon műsorcsatornák vételének a biztosítása, melyre az adott készülék önállóan képtelen volna. Például a



2.2.3.8. ábra Egy korszerű előfizetői csatlakozó

kiegészítő műsorcsatornák vételére alkalmatlan készülék alkalmassá tehető ezek vételére egy olyan set top box-szal, mely ezen csatornákat egyetlen, a TV készülék által vehető csatornára konvertálja. A set top box digitális műsorcsatornákat is szolgáltató KTV hálózat és kizárólag analóg vételre alkalmas előfizetői TV készülék esetén egy digitális vevő, melynek kimeneti alapsávi analóg video- és hangjelét az analóg TV készülék megfelelő bemeneteire vezetve a digitális műsorcsatornák is vehetővé válnak.

Az elosztóhálózatokon a KTV szolgáltatók továbbíthatnak olyan műsorcsatornákat is, melyek az előfizető számára csak külön díj fizetése esetén lesznek hozzáférhetőek, azaz csak *feltételes hozzáférést* biztosítanak. Ezeket a műsorokat a többi előfizető képtelen venni, mert vagy speciális modulációt alkalmaznak vagy a hasznos jelekhez olyan jelet vagy jeleket is hozzátesznek, hogy az eredő jel élvezhetetlen képet és hangot szolgáltatson. Ez utóbbi eljárást "titkosításnak" is szokás nevezni. Ilyen műsorokat is továbbító rendszerekben a set top box tartalmaz olyan áramköröket is, melyek a KTV fejjállomásról érkező "parancs" hatására a hozzáadott jeleket eltávolítják és így a titkosított csatornák műsorai is vehetővé válnak. Természetesen a parancs címzetten, azon előfizetőkhöz érkezik, akik a titkosított műsorra is előfizettek. Bizonyos set top box-ok tartalmaznak olyan feltételes hozzáférési megoldásokat, melyek gyermekek számára nem ajánlatos műsorok nézését teszik lehetetlenné. Ezeket a tiltásokat a felnőtt előfizető önmaga képes oldani például egy kulcs set top box-ba történő helyezésével, vagy egy jelszó megadásával. A fent felsorolt több funkciót is ellátó set top box-ok ára

rendszerint olyan nagy, hogy azokat letéti díj fejében a szolgáltató adja a megrendelő előfizetők számára.

Irodalomjegyzék

[2.2.3.1] Raskin, Donald; Dean Stoneback: Broadband Return Systems for Hybrid Fiber/Coax Cable TV Networks, Prentice Hall, New Jersey, 1998, 297 pages, ISBN 0 13 636515-9

[2.2.3.2] Olson, Todd: An RF and Microwave Fiber-optic Design Guide, Microwave Journal, August 1996, pp. 54-78.

[2.2.3.3] Ciciora, Walter; James Farmer; David Large: Modern Cable Television Technology: Video, Voice, and Data Communications, 1st edition, 912 pages, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1998 December, ISBN 1 55860 416 2,

[2.2.3.4] Harrel Bobby: The Cable Television Technical Handbook, Artech House, Dedham, 1985, 312 pages, ISBN 0 89006-157-2

[2.2.3.5] Solti Miklós: Kábeltelevíziós elosztóhálózatok tervezése, Távközlési Kiadó, Magyar Távközlési Részvénytársaság, Budapest, 1995., 307 oldal, ISBN 963 7588 38 8

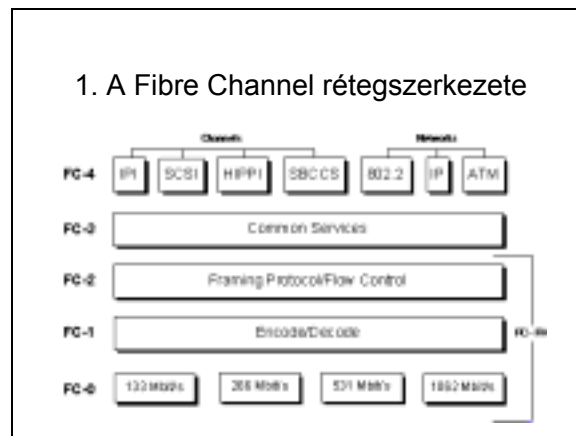
2.1.4. Szélessávú átviteli módszerek

Szerző: dr. Eged Bertalan

Lektor: dr. Frigyes István

A nagy sebességű, szélessávú szétosztó hálózatokban alkalmazott átviteli módszerek elsősorban soros bitfolyam átvitelre támaszkodnak. A soros átviteli csatornák duplikálása révén a megvalósuló párhuzamosítással az átviteli sáv szélesség tovább növelhető. A párhuzamosítás lehetőséget teremt a nagy megbízhatóságú összeköttetésekhez szükséges redundancia megteremtéséhez is.

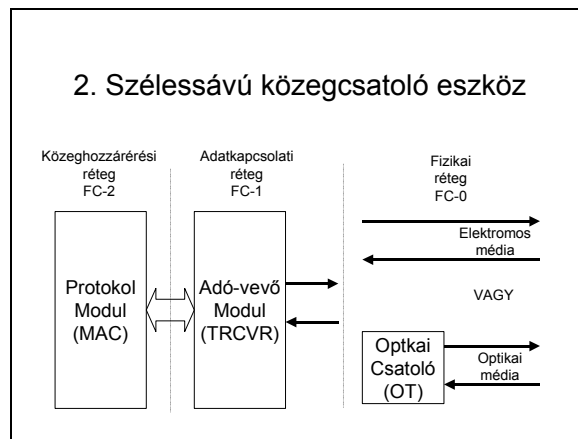
Az 100Mbps sebességtartomány fölötti szélessávú összeköttetések hordozó közege szinte kizárólag optikai vetőkre alapul. Egyes esetekben azonban 100-300m távolságig a réz alapú vezetők is definiálásra kerültek. Ezen nagysebességű rendszerek fizikai rétegében a Fibre Channel [1] [2] néven szabványosított megoldás kerül alkalmazásra, melynek rétegszerkezetét és az arra épülő közegcsatoló eszköz felépítését láthatjuk a következő ábrákon.



2.2.4.1. ábra A Fibre Channel rétegszerkezete

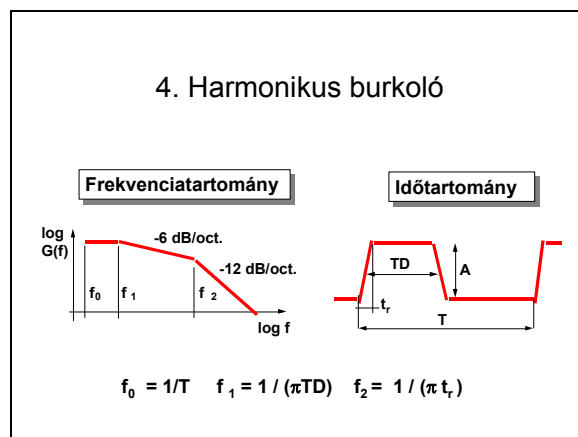
Réz alapú átviteli közeg

Az összeköttetések megvalósítására aszimmetrikus koaxiális és szimmetrikus sodort érpáras vezetékek is alkalmazásra kerülnek. Réz vezetékek esetén a soros bitfolyamot alapsávi, impulzus amplitúdó modulált formában vesszük át a médián, melynek frekvencia tartománybeli diszkrét komponenseinek komplex amplitúdója az időtartománybeli impulzussorozat függvényében az alábbi ábrákon látható.



2.2.4.2. ábra. Szélessávú közegcsatoló eszköz

Gyakorlati szempontból sokkal hasznosabb eszköz a szélessávú átviteli rendszerek alapsávi, álvéletlennek tekinthető impulzusainak spektrális sűrűségfüggvényének burkolója, amit az alábbi ábra szemléltet.



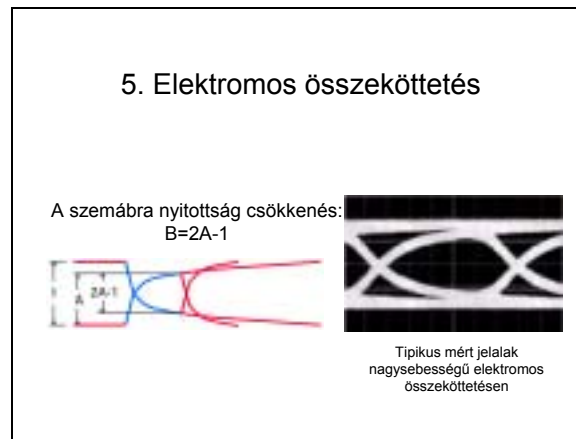
2.2.4.4. ábra. Harmonikus burkoló

Ebben az esetben az átviteli közeg tulajdonságai közül az átvitelre gyakorolt hatás miatt a vezeték jelentős frekvencia függő csillapítása jelenti a legnagyobb problémát.

A veszteségek nagyobb részét a réz vezetők frekvenciától négyzetgyökösen függő skin vesztesége okozza. A veszteségek kisebb hányada a dielektrikum, általános esetben szintén frekvencia függő vesztesége miatt jelentkezik. A négyzetgyökös frekvencia függésű skin veszteség az időtartománybeli jeleken az $\text{erfc}(t)$ függvénynek megfelelő torzulást okoz. Ezt legkönnyebben az álvéletlen

jelsorozat segítségével felvett szemábrán szemléltethetjük. Egy koaxiális kábelben átvitt nagy sebességű jelsorozattal felvett szemábra sorozatot látunk az alábbi ábrán.

Az ábrán jól látható a szemábra záródása a csillapítás miatt, ami az elérhető bithiba arányt rontja. A csillapításon kívül a dielektrikum veszteségének és



2.2.4.5. ábra

dielektromos állandójának frekvenciafüggése is hozzájárul az alkalmazható sebesség megválasztásához. A frekvenciafüggés a diszperzió révén szimbólumközi áthallást okoz, amely szintén az elérhető bithiba arány csökkenésében jelentkezik. Egyes gyártók készítenek speciálisan szélessávú összeköttetések számára ajánlott kompenzált kábeleket. Ilyen kábelekkel a hagyományos koaxiális vagy sodort érpárokkal áthidalható távolságot felülmúló hatótávolságú összeköttetés is megvalósítható. A speciális kompenzált kábelek költségei azonban nagyobb távolságok esetében összemérhetőek az optikai összeköttetések költségeivel, így nagy távolság esetén nem igazán terjedtek el.

Optikai átviteli közeg

Az optikai tartományban megvalósuló szélessávú, digitális összeköttetések esetében az átvitel a fény impulzus-amplitudó modulációja révén valósul meg. Az megvalósítható összeköttetési távolság a vevő detektor bemenetén szükséges jel/zaj viszonyon keresztül gyakorlatilag az összekötő optikai kábel csillapításától függ. Különböző csillapítású multimódusú vagy monomódusú kábelekkel 300m-200km távolságú összeköttetések is realizálhatók.

Optikai modulok

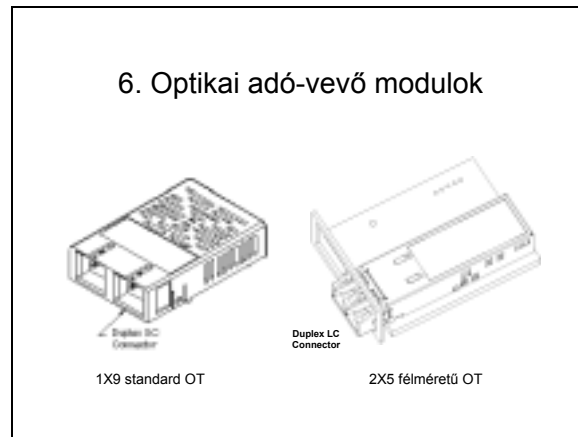
A szélessávú optikai összeköttetések impulzus-amplitúdó modulációját és demodulációját megvalósító egységet optikai modulnak, optikai transceivernek vagy röviden OT-nek nevezzük. Az egység funkciója a soros elektromos impulzusokkal a lézerforrás amplitúdó modulációja on-off keying (OOK) eljárással, illetve vétel irányban a foto detektor jelének erősítése, komparálása és az elektromos csatlakozó felület szerinti kimeneti jelsorozat előállítás.

A gyakorlatban legelterjedtebb és a különböző gyártók egymással csereszabatos OT realizációi differenciális, pozitív emitter csatolt logikájú (PECL) elektromos felülettel rendelkeznek. Az elektromos csatlakozásra 9 kivezetés szolgál, amelyen a 2-2 differenciális adás illetve vétel vonalon (RX+, RX-, TX+, TX-) kívül két földelést (GND, GND), külön adó és vevőági tápfeszültség bevezetést (VCC-RX, VCC-TX) és egy vevőoldali fény érzékelésre szolgáló signal detect (SD) jelet találunk. A kivezetések számára és elrendezésre utalva a szabványos tokozású eszközt a szaknyelv csak 1X9 OT-ként említi. Az OT optikai oldali csatlakozása SC típusú optikai csatlakozókkal van megoldva, amelyek a vétel illetve az adás oldalra szolgáló csatlakozó összekapcsolásával dual vagy duplex SC csatlakozót alkotnak. Ilyen optikai modulokat ma egészen 2.5Gbps sebesség tartományig készítenek.

Az optikai modul belső felépítése az elektromos moduláló impulzus és a lézer dióda illesztésére szolgáló transzimpedanciás erősítőből, valamint a detektor fotodióda és az elektromos vételi jelet generáló komparátor közé helyezett szélessávú kiszajú erősítőből áll. Az optikai modul minőségi jellemzői közé tartozik az adott bithiba arány eléréséhez szükséges optikai teljesítmény a detektor bemenetén, valamint nagyon fontos paraméter a lézer dióda élettartama. A lézerdióda élettartama a karbantartás (csere) nélküli üzemórát határozza meg.

Az optikai modulok fejlődésének következő lépcsője a kétszeres kábelezési sűrűséget lehetővé tevő úgynevezett mini (Small Form Factor, SFF) OT-k megjelenése. Ennek az OT-nek a mérete lehetővé teszi, hogy a hagyományos 1X9 OT által elfoglalt fizikai helyen két darab OT kerüljön beépítésre tovább növelve az integráltságot. Az újabb OT elektromos csatlakozása 2X5 csatlakozóból áll és a korábbi 1X9 csatlakozásokhoz képest tartalmaz egy TX disable jelet, amelyet a lézer dióda és az adó áramkörök teljes kikapcsolására lehet felhasználni. Az optikai

oldalán a mini OT LC típusú csatlakozókat használ. Ezek szintén fél méretben valósítják meg a duplex jelátvitelre szolgáló két optikai szál csatlakozását a lézer forráshoz illetve a fotodetektorhoz.



2.2.4.6. ábra. Optikai adó-vevő modulok

Soros átalakító

A szélessávú átviteli rendszer következő eleme és egyben a felsőbb protokoll rétegekhez történő csatlakoztatást biztosító eleme az adó-vevő, transceiver. Ez az egység a média oldalán rendelkezik azokkal a soros felületekkel, amelyek az adott médiához való illesztéshez szükségesek. Elektromos, réz alapú média esetében ez közvetlen csatlakozási lehetőséget jelent, míg optikai média esetében a csatlakozás az optikai adó-vevő (OT) keresztül valósítható meg. Megkülönböztetésül ezért az adó-vevőt elektromos adó-vevőnek is szokás nevezni.

A transceiver egység több feladatot lát el. Ezek közül az egyik legfontosabb a soros/párhuzamos átalakítás. Mivel a soros kimeneten a jelek akár több GHz órajel frekvenciával is megjelenhetnek a felsőbb protokoll rétegeket implementáló egységek felé egy alacsonyabb sebességű párhuzamos felületet kell biztosítani. Ez lehet 1X8 bites byte vagy 1X16 szó formátumú is.

A legtöbb ma használatos transceiver már megvalósítja a csatornakódolás funkciót, amely az IBM által szabadalmaztatott 8Bit/10Bit kódoláson alapszik. Ebben a statikus blokk kódolási eljárásban minden egyes 8 bites adatszóhoz egy 10 bites kódszót rendelünk. A kódszavak megfelelő kiválasztásával biztosították a hosszú idejű átlag nullává tételét tetszőleges adatsorozat esetén is (DC kompenzáció)

megkönnyítve ezzel az adó illetve vevő áramkörök implementációját, hibadetektálási funkciót használhatunk, javított bit szinkronizációs lehetőséghez jutunk, valamint lehetőség kínálkozik olyan kódszavak használatára is, amelyek a kapcsolat fenntartásához szükséges kontrol információkat visznek át.

Az adás oldali sors/párhuzamos átalakítás a rendelkezésre álló szinkronizáló órajelekkel viszonylag könnyen megoldható feladat. A vételi oldalon a transzíver feladata az órajel kinyerés és regenerálás is. Ennek megvalósítása érdekében az adó oldalon megfelelően kis fáziszajú (idő tartományban: jitter) órajel forrásokat kell használni. A vételi adatok kiléptetése a párhuzamos felületen a regenerált vételi órajellel, vagy korszerűbb eszközök esetében az egységes adásra is használt órajelhez szinkronizálva történik. Ez utóbbi esetben az órajel oszcillátorok frekvenciájának tűrése által meghatározott méretű first-in first-out (FIFO) memória segítségével oldják meg a szinkronizációt.

A transzíver következő feladatcsoportja link kontroll funkciók ellátása. Ehhez adás és vételi oldalon is két-két jel tartozik.

Protokoll vezérlők

A transzíver funkciók segítségével a már megvalósítható a pont-pont összeköttetés és a transzíverbe betáplált adatok a másik oldali transzíver vevő kimenetén megjelennek, valamint a kontroll jelek segítségével lehetőségünk van a pont-pont link felépítésére, fenntartására és állapotának ellenőrzésére.

Erre a felületre kapcsolódnak a protokoll vezérlők, amelyek a jelzési protokollal a transzport mechanizmust valósítják meg. Ezen a szinten kerül megvalósításra a portok közötti adatcseréhez szükséges keretszervezés és az adatküldési sorrend felügyelete. A protokollvezérlő a hozzá kapcsolódó csatornának vagy hálózati erőforrásnak megfelelő felülettel kell rendelkezzen. A különböző kapcsolatokhoz ezért különböző protokoll vezérlő egységet kell használnunk.

Irodalomjegyzék

[2.2.4.1] X3T9.3 Task Group of ANSI: Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)

[2.2.4.2] Fibre Channel Association: Fibre Channel: Connection to the Future, 1994, ISBN 1-878707- 19-1

[2.2.4.3] Gary Kessler: Changing channels, LAN Magazine, December 1993, p69-78

2.1.5. A cellás rendszerek alaptulajdonságai, rendszerparamétereket befolyásoló egyéb tényezők

Szerző: Imre Sándor

Lektor: Pap László

A mobil távközlő rendszerekben a szükséges terület rádiós ellátása általában az ún. cellás elvre épül függetlenül attól, hogy földi vagy műholdas rendszerről beszélünk. Ez azt jelenti, hogy az ellátandó területen bázisállomások hálózatát építik ki. Minden bázisállomás egy adott sugarú környezetét látja el, melyet cellának nevezünk. A bázisállomásokat vezetékes vagy mikrohullámú kapcsolat köti össze a kapcsoló központokkal. A mobil hívás kezdeményezésekor a legkedvezőbb összeköttetést biztosító bázisállomással lép kapcsolatba, mely közvetve biztosítja a hívott féllel való összekapcsolását. A mobil mozgása során természetesen előbb vagy utóbb annyira eltávolodik a bázisállomásától, hogy már egy másik bázisállomással kedvezőbb összeköttetést tud létesíteni. Ekkor a mobil átkapcsol az új bázisállomásra. Ezt az átkapcsolási folyamatot hívja a szakirodalom átadásnak, angolul handover-nek vagy handoff-nak.

Ebben a fejezetben a cellás rendszerek felépítését és a különböző többszörös hozzáférési technikák összehasonlítását vizsgáljuk meg közelebbről.

A bázisállomások a terepviszonyoktól, lefedettségtől, időjárástól, stb. függően nyilvánvalóan nem szabályos kör alakú területeket fednek le. A hálózattervezés és modellezés szempontjából azonban az ilyen szabálytalan alakú területekkel való számolás meglehetősen körülményes, ezért első lépcsőben szabályos méhsejt alakú (szabályos hatszögletű) cellákkal fedik le az ellátandó területet, majd az így kapott eredményeket finomítják a helyi adatok alapján.

A szabályos hatszögletű cellákkal történő lefedés esetén a számítások sokkal egyszerűbben végezhetők el 60° -os koordinátarendszerben, mint derékszögű Descartes-rendszerben.

A 60° -os koordinátarendszerben az x és y tengelyek ekkora szöget zárnak be egymással. Egy ilyen koordináta rendszerben az (i, j) helyvektorú pont origótól való D távolsága az alábbi módon határozható meg.

$$D^2 = j^2 + ij + i^2$$

A klaszterek és a cellák lehetséges száma a klaszterekben

Nyilvánvaló, hogy az egymással szomszédos cellákban nem alkalmazhatjuk ugyanazt a frekvenciasávot, mert zavarnák egymást. Ugyanakkor bármely mobil rendszer számára rendelkezésre álló frekvenciasáv véges, ezért nem rendelhetünk minden cellához külön frekvenciasávot. Így tetszőlegesen nagy területek csak úgy fedhetők le, ha egy adott cellában használt frekvenciát újra hasznosítjuk más cellákban. A cellákat ezért ún. klaszterekbe csoportosítják. Egy klaszteren belül minden cella más frekvenciát használ. A cél természetesen az, hogy a klaszterek celláinak K számát úgy válasszuk meg, hogy az azonos frekvenciájú cellák minél távolabb kerüljenek egymástól és a klaszterek segítségével a sík hézagmentesen lefedhető legyen. Ez a két feltétel egyértelmű kötést ad K -ra. A klaszter mérete egyszerűen meghatározható a klaszter és a cella területének hányadosaként

$$K = \frac{A}{a} = \left(\frac{D}{\sqrt{3}R} \right)^2,$$

ahol a egy cella területe, A pedig a klaszter területe, R a cella sugara, D a klaszterek távolsága (az azonos frekvenciájú cellák távolsága).

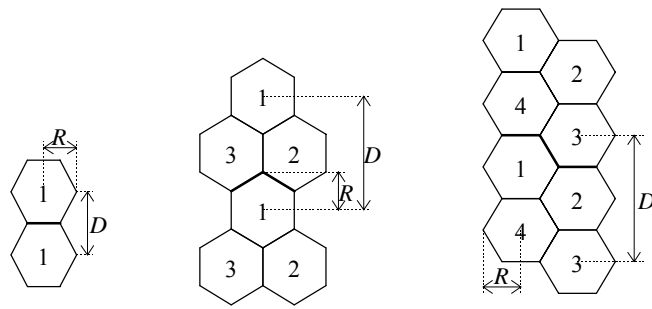
Ha a 60° -os koordinátarendszerben tengelyein az egységet $R\sqrt{3}$ -nek választjuk, és az egyik klaszter középpontját az origóba helyezzük, akkor az origótól D távolságra levő másik klaszter középpontjának koordinátái (i,j) , ezért $K = i^2 + ij + j^2$.

Tehát csak olyan klasztereket lehet létrehozni, melyek két egész számból, i -ből és j -ből a fenti módon származtathatók, pl. 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16, 19, 21, stb. Az 1. ábrán néhány példát mutatunk be klaszterek kialakítására.

A klaszterek közötti távolság és a cellasugár között ezért az alábbi kötött kapcsolat áll fenn $\frac{D}{R} = \sqrt{3K}$.

Cellás szerkezetben a frekvenciasáv hatékonyabb kihasználására két módszer kínálkozik

- mikrocellák alkalmazásakor a cellát kisebb ún. mikrocellákra bontják, ezáltal növelve a frekvencia újrahasznosítás mértékét,



2.2.5.1. ábra Példák klaszterek kialakítására

- szektorizálás esetén a bázisállomásokon nem körsugárzó antennákat helyeznek el, hanem tipikusan 60°, 90° és 120°-os nyalábszögű antennákat. A szomszédos szektorokban más és más frekvenciákat használva cellán belül is megvalósítható a frekvencia-újrafelhasználás.

Interferenciák a cellás rendszerben

A hagyományos rádiócsatornákkal ellentétben, ahol az átviteli távolságot és az átviteli minőséget az adóteljesítmény, az eredő csillapítás és a környezetből származó zaj határozza meg, többfelhasználós rádiós rendszerekben a fentiekén kívül (a zaj hatását néha teljesen háttérbe szorítva) a fő zavarforrás az interferencia.

A cellás rendszerekben fellépő interferenciákat két csoportra oszthatjuk

- Szomszéd csatornás interferenciák
- Azonos csatornás interferenciák

A szomszéd csatornás interferencia az egy cellán belüli frekvenciák között lép fel és elsősorban a készülékek korlátai (frekvenciastabilitás, szűrés, sáv szélesség) határozzák meg. Az azonos csatornás interferencia pedig, mely két szomszédos klaszter azonos frekvenciasávot használó cellái között lép fel, elsősorban a frekvencia-újrafelhasználási klaszter szerkezetétől függ, azaz a D távolságtól. Az előbbi jelenség elsősorban berendezésfüggő, míg az utóbbi rendszertechnikai jellemző, ezért a következő alfejezetben az azonos csatornás interferenciára vonatkozó alapösszefüggéseket foglaljuk össze.

Alapösszefüggések az azonos csatornás interferenciára

Az elnyomásra vonatkozó legfontosabb paraméter az \tilde{a} ún. azonos csatornás elnyomási tényező

$$\tilde{a} = \frac{D}{R} = \sqrt{3K},$$

mely egyenesen arányos a klaszterek közötti D távolsággal, hiszen minél távolabb vannak az azonos frekvenciát használó cellák egymástól, annál kisebb lesz az általuk okozott zavaró hatás. Ugyanakkor az azonos csatornás elnyomási tényező fordítottan arányos az R cellasugárral, mivel a cellasugár növelésével csökken az azonos frekvenciájú cellák távolsága.

Határozzuk meg az R sugarú referencia cellában fellépő jel-zaj viszonyt, mely a saját P_j teljesítmény és a sávba eső P_z teljes zavaró teljesítmény hányadosaként az alábbi módon számolható

$$\gamma = \left(\frac{P_j}{P_z} \right) = \frac{E_s}{N_0 + \sum_{i=1}^L I_i},$$

ahol E_s a szimbólumenergia, N_0 a fehér Gauss-zaj egyoldalas teljesítménysűrűsége, melyet $\frac{1}{T_s}$ sáv szélességgel vesszünk figyelembe. I_i pedig az L db. interferáló cella közül az i -dik, D_i távolságra levő cellából származó szimbólumenergia.

Vegyük most a jel-zaj viszony szempontjából lehető legrosszabb esetet. Helyezzük a mobil vevőt a referencia bázisállomástól a lehető legmesszebb a cellahatárra. Ez egyben azt is jelenti, hogy a lehető legközelebb van az interferáló bázisállomáshoz. Nyilvánvalóan ezt csak egy interferáló cella viszonylatában tehetjük meg, hiszen azok jó közelítéssel körszimmetrikusan helyezkednek el a referencia cella körül, de a számítások egyszerűsítése érdekében, most feltételezzük, hogy a fenti elhelyezés egyszerre teljesül valamennyi interferáló cellára.

A kétutas hullámterjedési modellt alkalmazva a jel teljesítménye a távolság negyedik hatványával fordítottan arányos. Ha minden adó azonos teljesítménnyel dolgozik, és körszimmetrikusan elhelyezkedő interferáló cellákat feltételezve, a jel-zaj viszony pedig az alábbi alakú

$$\gamma \cong \frac{\left(\frac{D^4}{R^4} \right)}{L} = \frac{\tilde{a}^4}{L}.$$

Ebből jól látszik, hogy az azonos csatornás interferencia döntően befolyásolja a jel-zaj viszonyt.

A szabályos méhsejt-típusú cellás rendszerben első közelítésben elegendő a hat legközelebbi azonos csatornás interferáló cella hatását figyelembe venni. Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy a jel-zaj viszony és a klaszterben lévő cellák K száma (mely egyben a teljes frekvenciasáv szegmentálási száma is) között is az alábbi egyértelmű kapcsolat áll fenn

$$K = \frac{1}{3} \sqrt{6\gamma} = \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma .$$

A cellás rendszerek hatékonysága

A cellás rendszerek geometriájának és interferenciaviszonyainak áttekintése után a különböző multiplexálási technikák alkalmazhatóságát, illetve hatékonyságát vizsgáljuk. Jelenleg három multiplexálási technika ismert

- Frekvenciaosztásos rendszer (Frequency Division Multiplex, FDM)
- Időosztásos rendszer (Time Division Multiplex, TDM)
- Szórt spektrumú kódosztásos rendszer (Code Division Multiplex, CDM).

Mindenekelőtt vezessük be az alábbi jelöléseket:

B_f = 1.25 MHz a teljes rendelkezésre álló sáv szélesség

B_c egy cella egy csatornájára eső sáv szélesség

K a frekvencia újrafelhasználás paramétere (a különböző frekvenciákat használó cellák száma, az egy klaszterben levő cellák száma)

L a frekvenciasávok teljes száma

Z a sávon belüli időosztásos részcsatornák száma (TDM)

n az egy cellára jutó csatornák száma

k az antenaszegmensek száma (tipikusan 3)

γ jel-interferencia viszony

I a beszédaktivitás mérőszáma, megadja, hogy az idő hány százalékában van valós átviendő információ a csatornában. Tipikus értéke 1/3.

Az egyes rendszereket az egy cellára jutó csatornák számára épülő hatékonysági mutatók alapján lehet összehasonlítani, ezért első feladatunk n meghatározása az egyes esetekben.

FDM analóg rendszer

$$B_c = 25 \text{ kHz (FM)}$$

$$K = 7 (\gamma = 18,6 \text{ dB})$$

$$n = \frac{B_t}{B_c K} = \frac{1,25 \cdot 10^3}{25 \cdot 7} \cong 7$$

TDM digitális rendszer

$$B_c = 25 \text{ kHz (FM)}$$

$$Z = 3 (\sim 8 \text{ kbit/sec csatorna})$$

$$K = 4 (\gamma = 13,8 \text{ dB})$$

$$n = \frac{B_t}{B_c K} Z = \frac{1,25 \cdot 10^3}{25 \cdot 4} \cdot 3 \cong 37$$

CDM digitális rendszer

$$B_t = B_c = 1.25 \text{ MHz (FM)}$$

$$PG = 156$$

$$K = 1; k = 1 \text{ vagy } 3; l = 1/3$$

$$\gamma_{\odot} = \frac{E_s}{\sum I_i} N = 7 \text{ dB}; \quad \gamma = \frac{E_s}{\sum I_i} = -15 \text{ dB}$$

A CDM struktúrában elsősorban a rendszerzaj dominál, ezért a lehetséges csatornák számát a következőképpen célszerű kiszámítani:

A mobil \rightarrow bázisállomás irányban (teljesítményszabályzás esetén)

M db. mobil esetén a rendszerzajt az $(M-1)$ mobil generálta interferencia határozza meg, ezért a jel-interferencia viszony jó közelítéssel

$$\gamma_{m \rightarrow b} = \left(\frac{P_j}{P_z} \right)_b \cong \frac{1}{M-1}.$$

A bázisállomás \rightarrow mobil irányban

$$\gamma_{b \rightarrow m} = \left(\frac{P_j}{P_z} \right)_{b \rightarrow bm} \cong \frac{1}{1,104M - 0,33}.$$

Esetünkben ha $\gamma = -15 \text{ dB}$, $M = 28$ akkor

$$n = Mkl = \begin{cases} 84 & \text{ha } k = 1 \\ 252 & \text{ha } k = 3 \end{cases}$$

Hatékonysági mutatók

A következőkben a csatornaszám felhasználásával számítható hatékonysági mutatókat foglaljuk össze.

Területi hatékonyság

Az egységnyi területre és egységnyi frekvenciára eső csatornák száma

$$\eta_t = \frac{n}{R^2 \pi B_t} \left[\frac{\text{csatornaszám}}{\text{km}^2 \text{MHz}} \right]$$

PI. FDM esetben

$$\eta_t = \frac{7}{R^2 \pi 1,25} = \frac{1,78}{R^2} \left[\frac{\text{csatornaszám}}{\text{km}^2 \text{MHz}} \right]$$

Ellátottsági hatékonyság

Megadja az ellátott felhasználók számát, a blokkolási valószínűség ismeretében

$$N_f = \frac{T}{\pi R^2} M(n, P_B, \bar{t}),$$

ahol T a teljes lefedett terület, R a cellák sugara, n a cellánkénti rendelkezésre álló forgalmi csatornák száma, P_B a blokkolási valószínűség, \bar{t} pedig az átlagos hívási idő (egy óra perceiben) és

$$M(n, P_B, \bar{t}) = \frac{F(n, P_B)}{\bar{t}} 60$$

az egy cellában ellátott felhasználók száma, ahol $F(n, P_B)$ az Erlang B formula, mely a $\frac{\lambda}{\mu}$ felajánlott forgalmat adja meg a csatornaszám és P_B függvényében az alábbi egyenlőség alapján

$$P_B = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!}}{\sum_{i=0}^n \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i \frac{1}{i!}}$$

Vegyünk egy hazai példát a fentiekre

$$\left. \begin{array}{l}
 T = 100.000 \text{ km}^2 \\
 R = 0.1, 1, 10 \text{ km} \\
 n = 7 \\
 P_B = 0.02 \\
 \bar{t} = 1.76 \text{ perc} \\
 F(7;0.02) = 2,94 \cong \frac{l}{m} \\
 M = \frac{2,94}{1,76} 60 = 100
 \end{array} \right\} N_f = \frac{100000}{R^2 \pi} 100 = \frac{10^7}{R^2 \pi} = \begin{cases} 3.18 \cdot 10^8 ; & R = 0.1 \text{ km} \\ 3.18 \cdot 10^6 ; & R = 1 \text{ km} \\ 3.18 \cdot 10^4 ; & R = 10 \text{ km} \end{cases}$$

2.1.6. Földi mobil rendszerek rádiós interfészei és specifikus elemei

Szerzők: Schmittetererné dr. Bausz Andrea, Dr. Simon Gyula

Lektor: Kántor Csaba

2.1.6.1. Nyilvános cellás rádiótelefon rendszerek

A nyolcvanas évek első generációs rádiótelefon rendszereit analóg rendszereknek nevezzük, mivel analóg rádiótechnikai eszközökre épülnek. Az analóg rendszerekben hozzáférési technikaként kizárólag frekvenciaosztásos többszörös csatorna-hozzáférési eljárást (FDMA) alkalmaztak, a csatornaosztás általában 25 kHz volt.

A kilencvenes években megjelenő második generációs (2G) rendszerekben a rádiós technika is digitálissá vált. A következőkben a pán-európai digitális mobil rendszer, a GSM főbb rádiós jellemzőit mutatjuk be.

2.2.6.1.1 A GSM rendszer rádiós interfésze

Főbb rádiós jellemzők

Frekvenciatartomány A GSM900 a 890-915 / 935-960 MHz elsődleges vagy a 880-915 / 925-960 MHz kiterjesztett, a GSM1800 az 1710-1785 / 1805-1880 MHz frekvenciasávban, illetve Amerikában a GSM1900 a PCS 1900 sávban üzemel.

Csatornaosztás A GSM szabvány RF csatornaosztása 200 kHz.

Többszörös csatorna-hozzáférési eljárás A GSM kombinált frekvencia-és időosztásos többszörös csatorna-hozzáférési eljárást (FDMA/TDMA) alkalmaz, minden egyes vivőn 8 teljes sebességű (FR, Full Rate), vagy 16 félssebességű (HR, Half Rate) időrés helyezkedik el, azaz ennyi összeköttetés létesíthető.

A felhasználó mindig egy adott időrest használ a számára kijelölt vivő-páron. Az adás és vétel között 3 időrésnyi eltolás van, ez alatt a rádió áthangolása végrehajtható, így a berendezésekben elegendő egyetlen szintézeres rádióegység.

MS osztályok és teljesítmények A mobil állomások a maximális adóteljesítmény alapján GSM900 esetén négy osztályba - gépkocsiba szerelt vagy hordozható 8 W, és kézi 5 W, 2 W és 0,8 W -, illetve GSM1800 esetén két osztályba – kézi 1 W és 0,25 W – sorolhatóak. Az átlagteljesítmény természetesen a maximális érték nyolcada, mivel a TDMA keretben minden berendezés csak az idő egy-nyolcadában sugároz (teljes sebességű csatornák esetén).

Teljesítményszabályozás A mobil és a bázisállomás teljesítménye is tizenöt 2 dB-es lépésben változtatható 60 ms-onként, ennek vezérlését a BSS végzi. A teljesítményszabályozás segítségével a kisugárzott teljesítmény mindig a környezeti viszonyoknak megfelelően a lehető legalacsonyabb értéken tartható, ezzel a hálózatban az interferencia csökkenthető.

Moduláció A GSM rádiócsatornán alkalmazott moduláció a GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), a modulációs index $BT=0,3$. Ezzel egy vivőn 270,833 kbit/s átviteli sebesség valósítható meg.

Maximális cellasugár, sebesség A rendszer 250 km/h sebességhatárig korrigálja a Doppler-eltolódást, a terjedési késleltetést pedig 35 km cellasugárig kezeli.

Frekvenciaugratás A GSM hálózatokban opcionálisan alkalmazható a lassú frekvenciaugratás, mellyel egy előre meghatározott, véletlenszerű ugrási sorozat szerint minden egyes TDMA keretet más frekvencián továbbítanak, azaz másodpercenként 217 ugrás megy végbe. A frekvenciaugratás segítségével optimalizálható az összeköttetések minősége, mivel a frekvenciafüggő terjedési hibák kiátlagolódnak.

Szaggatott adásmód A szaggatott adásmód (DTX, Discontinuous Transmission) akkor lép működésbe, ha a felhasználó egy beszélgetés során éppen nem beszél. A beszédszünetet a VAD (Voice Activity Detection) áramkör érzékeli, és lekapcsolja az adást arra az időre, amíg nem kell információt továbbítani. Azért, hogy a csönd ne zavarja meg az ellenállomást, ott a mobil készülék mesterséges zajt állít elő a háttérzaj jellemzői alapján. A szaggatott adásmód kíméli a mobil állomás akkumulátorát és csökkenti a fölöslegesen kisugárzott jeleket.

2.2.6.1.2 Digitális jelfeldolgozás

A GSM rendszerben a beszéd kódolása a hangképzést modellező LPC-LTP-RPE (Linear Predictive Coding - Long Term Prediction - Regular Pulse Excitation) eljárással történik, amely során a 20 ms-nyi analóg beszédhez 260 bitet rendelnek, ebből adódik a 13 kbit/s kódolási sebesség. A következő lépés a csatornakódolás, mely során először külső blokk- kódolás, majd átrendezés után belső konvolúciós kódolás következik. Így a hibajavító kódolás után a 20 ms-nyi beszédmintához 456 bit tartozik (8 darab 57 bites blokk), ez 22,8 kbit/s sebességnek felel meg.

Ezt követi az scrambling (összekeverés), amikor az egy beszédmintához tartozó blokkokat szétválasztják egymástól azért, hogy hiba esetén ne egyetlen minta sérüljön meg visszaállíthatatlanul, hanem inkább több minta, kisebb mértékben. Kisebb sérüléseket ugyanis a hibajavító kódolás korrigálni tud. Ezután egy titkos, csak a mobil és a bázisállomás által ismert kulccsal történő titkosítás, végül a moduláció következik.

2.2.6.1.3 GPRS (General Packet Radio Service)

A GPRS a vonalkapcsolt GSM szabványon alapuló csomagkapcsolt hordozószolgálat [2.6.3]. A GPRS rádió interfésze a GSM szabványra épül úgy, hogy bevezetésével a GSM vonalkapcsolt technológia változatlan marad. Éppen ezért a GPRS a GSM rádiós interfészen is használt GMSK modulációs eljárást alkalmazza. A GPRS rádiós interfészen az adatcsomagokat rádiós blokkokként továbbítják, minden blokk 456 bitet tartalmaz. A rádiós erőforrások a blokkokhoz kerülnek kijelölésre, nem pedig a forgalmi csatornához, mint a GSM-ben. Ez sokkal hatékonyabb kihasználást tesz lehetővé, a GPRS ugyanis dinamikusan csak akkor jelöl ki rádiós erőforrást, ha valóban van adatforgalom. Ezáltal több felhasználó osztozik ugyanazon a fizikai csatornán, és a cellában a GSM és a GPRS

felhasználók közösen férnek hozzá a rádiós erőforrásokhoz. A GPRS lehetővé teszi, hogy egy mobil állomás egy TDMA keret több időrésében is adhat (multi-slot operation), továbbá az adási (uplink) és vételi (downlink) irány külön kezelhető, ezzel a GPRS támogatja az aszimmetrikus forgalmat.

A GPRS három új kódolási eljárást vezet be, melyek nagyobb átviteli sebességet tesznek lehetővé egy időrésben mint a hagyományos GSM (lásd a 2-6-1. táblázatban), azonban kisebb hibavédelmet biztosítanak. A GPRS által biztosított elvi maximális adatsebesség 171,2 kbit/s a legkisebb adatvédelmet biztosító CS-4 csatornakódolási eljárás mellett, 8 időrés összefogásával. A gyakorlatban egyelőre hálózati és készülék oldalról is a CS-2 kódolás érhető el, és 3 időrés fogható össze, így a rádiócsatorna 40,2 kbit/s sebességet biztosít, ami az alkalmazói réteg szintjén 30-33 kbit/s sebességre csökken az alkalmazástól függően.

Kódolási eljárás (Coding Scheme)	Hibajavító (konvolúciós) kódolás	Adatsebesség egy időrésben [kbit/s]
CS-1	igen	9,05
CS-2	igen (puncturing, 2/3)	13,4
CS-3	igen (puncturing, 3/4)	15,6
CS-4	nem	21,4

2.6.1. táblázat: A GPRS kódolási eljárásai [2-6-2]

2.2.6.1.4 EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Az EDGE más modulációs eljárásra épül, mint a mai GSM, bevezeti a 8-PSK modulációt, mellyel még nagyobb átviteli sebesség érhető el. Az EDGE keretében a továbbfejlesztett (enhanced) csomagkapcsolt EGPRS maximum 384 kbit/s adatátviteli sebességet fog nyújtani 100 km/h haladási sebesség alatt.

2.2.6.1.5 A harmadik generációs mobil hálózatok földi rádiós interfészei

Az ITU összefogásában kidolgozott harmadik generációs mobil szabvány, az IMT-2000 (International Mobile Telecommunications) a nyolcvanas években meghatározott eredeti célkitűzés szerint globális szabványnak készült, egyetlen rádiós interfésszel. A szabványosításban az ITU csak irányelveket és követelményrendszert specifikált, és nyilvánosan meghirdette a rádiós interfészek (RTT, Radio Transmission Technology) kidolgozását. A felhívásra beérkezett tizenhat földi rádiós interfész közül hosszas egyeztetések és harmonizáció után végül öt földi RTT került elfogadásra, mivel a főbb regionális érdekcsoportok nem voltak hajlandóak

kompromisszumra. A csupán koordinátori szerepet betöltő ITU-R kénytelen volt elfogadni, hogy az IMT-2000 világszabványból szabvány-család lesz.

Az IMT-2000 szabvány-család földi rádiós interfészeit a 2-6-2. táblázat mutatja be. Az egyes szabványok az ITU ajánlásban [2-6-4] azonban nem regionálisan ismert, eredeti nevükön, hanem új, egységes IMT névvel és rövidítéssel szerepelnek.

Bár az egységes 3G rádiós interfész nem valósult meg, ezzel a lépéssel az IMT-2000 szabvány-család kielégíti azt az igényt, hogy a régióként különböző második generációs mobil rendszereket fokozatosan tovább lehessen fejleszteni a harmadik generációs szolgáltatási képességek felé a megfelelő rádiós technológiát választva.

Rövidítés	IMT-2000 földi RTT	3G szabvány	2G szabvány, amelyre épít	Szabványosítási testület
IMT-DS	Direct Spread, W-CDMA	UMTS FDD (W-CDMA)	GSM	3GPP (ETSI, ARIB)
IMT-MC	Multi-Carrier, W-CDMA	cdma2000	IS-95 CDMA (cdmaOne)	3GPP2
IMT-TC	Time Code, W-CDMA TDD	UMTS TDD	GSM	3GPP (ETSI)
IMT-SC	Single-Carrier, TDMA	UWC-136	IS-136 TDMA	UWCC
IMT-FT	Frequency-Time, TDMA Multi-Carrier	DECT	DECT	ETSI Project DECT

2.6.2. táblázat: Az IMT-2000 szabvány-család földi rádiós interfészei

2.1.6.2. Zártcélú cellás rádiótelefon rendszerek

A GSM nyilvános második generációs rendszer mellett a pán-európai szabványos zártcélú rendszer a TETRA. Két alkalmazási változata a PMR (magán mobil rádió) kormányzati, készenléti célokra, és az előfizetéses virtuális magánhálózat jelleggel működő PAMR (nyilvános hozzáférésű mobil rádió). Rádiós szempontból viszont három különböző változat van: a V+D (hang és adat), a PDO (csak csomagformátumú adat) és a DMO (közvetlen üzemmód). A PDO csak szabvány szinten létezik, a PDO rádiós szempontból hasonlít a V+D változathoz, ezért a továbbiakban csak a V+D jellemzőivel foglalkozunk.

2.2.6.2.1 A TETRA rendszer rádiós interfésze

Frekvenciatartomány

A PMR sáv 380-390 és 390-400 MHz közötti, a PAMR sáv 410-420 és 420-430 MHz közötti (10 MHz duplex frekvenciatávolság).

Csatornaosztás

A TETRA szabvány RF csatornaosztása 25 kHz.

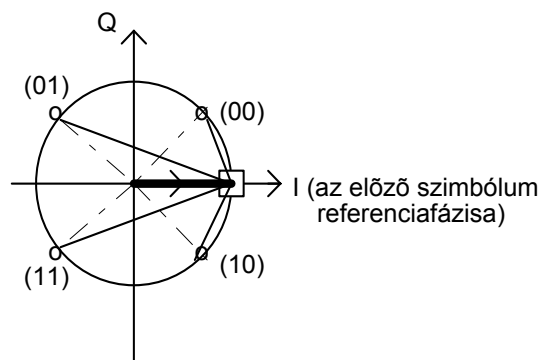
Többszörös csatorna-hozzáférési eljárás

A TETRA kombinált frekvencia-és időosztásos többszörös csatorna-hozzáférési eljárást (FDMA/TDMA) alkalmaz, minden egyes vivőn 4 időrés helyezkedik el, azaz ennyi összeköttetés létesíthető.

A felhasználó mindig egy adott időrest használ a számára kijelölt vivő-páron. Az adás és vétel között 2 időrésnyi eltolás van, ez alatt a rádió áthangolása végrehajtható lenne. Legtöbbször nincs erre szükség, mert a jellemző üzemmód a félduplex, egy mobil vagy ad, vagy vesz.

Moduláció

A TETRA rádiócsatornán alkalmazott moduláció fázisugratásos $\pi/4$ DQPSK (2.6.3. ábra).



2.6.3. ábra. A moduláció fázisábrája.

Egy fázisszimbólum két bitet képvisel, ezért a bitsebesség a szimbólumsebesség kétszerese. Egy vivőn 36 kb/s bruttó 28,8 kb/s nettó sebesség valósítható meg. Egy csatorna (időrés) nettó sebessége tehát 7,2 kb/s.

Közvetlen üzemmód esetén két mobil állomás egymással áll rádiókapcsolatban, ilyenkor az adott vivő egyik időrését használják, de a maradék három más célra nem hasznosítható.

Adóteljesítmények

A TETRA mobil készüléknek a járműbe építhető változatot nevezi, a kézi változat neve hordozható készülék. Teljesítményosztályok: 30W, 10W, 3W és 1W.

2.2.6.2.2 Digitális jelfeldolgozás

A TETRA rendszerben a beszéd kódolása a hangképzést modellező ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction) eljárással történik, amely során 4,6 kbit/s kódolási sebesség adódik.

A következő lépés a csatornakódolás, mely során adatátvitelnél változtatható hibavédelmet eredményező konvolúciós kódolás következik. Így védelem nélkül a hasznos sebesség 7,2 kb/s, közepes szintű hibavédelemmel 4,8 kb/s, erős hibavédelemmel 2,4 kb/s.

Ezt a moduláció előtt (a GSM-től eltérően választhatóan) követheti az interleaving.

Irodalomjegyzék

[2.6.1] Mouly-Pautet: The GSM System for Mobile Communications; Cell&Sys, 1992.

[2.6.2] GSM 03.64 version 5.2.0 1998-01: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Overall description of the GPRS radio interface; Stage 2

[2.6.3] Bettstetter-Vögel-Eberspacher: GSM Ph2+ GPRS: Architecture, Protocols and Air Interface, IEEE Communications Surveys, Third Quarter 1999, vol. 2 No 3.

[2.6.4] Rec. ITU-R M.1457: Detailed Specifications of the Radio Interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)

[2.6.5] Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice + Data (V+D); Designer's Guide; Part 1: Overview, technical description and radio aspects. ETSI ETR 300-1, May 1997

2.1.7. Rádiós irodai rendszerek

Szerző: dr. Imre Sándor

Lektor: dr. Pap László

Vezeték nélküli lokális hálózatok (WLAN)

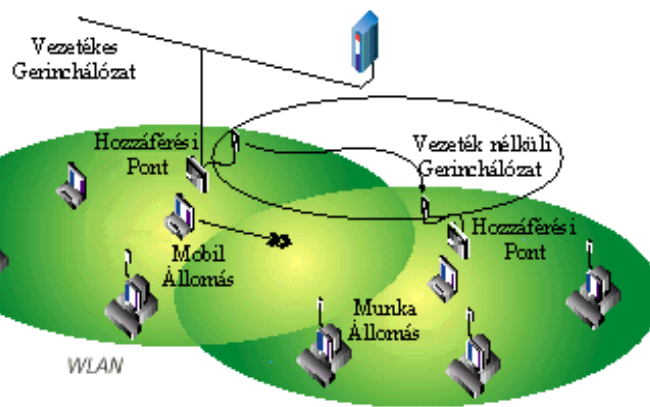
A számítógépek fejlődésének, valamint az információ igény növekedésének egyenes következményeként jelentkezett az adatokhoz a helytől független hozzáférés igénye.

A belső vezeték nélküli lokális számítógép hálózati rendszerek (WLAN, Wireless LAN) alternatívái lehetnek a lokális számítógép hálózatoknak, vagy pedig egy strukturált kábelezési rendszer kiegészítéseként szolgálhatnak. Ez a két megoldás együttesen alkothatja a 3G és későbbi mobil rendszerek első és utolsó néhány méterének áthidalását.

A WLAN hálózatok használatának előnyei:

- A hálózati infrastruktúra kialakításának költsége csökkenthető a vezetékes és vezeték nélküli hálózati infrastruktúra együttes alkalmazásakor.
- A vezeték nélküli gerinchálózat lehetővé teszi független WLAN rendszer kialakítását olyan környezetben is, ahol a kábelezési rendszer kiépítése nehézségekbe ütközik.
- A kezdeti költségei a WLAN hálózatoknak ugyan magasabbak, de az életciklus költsége a dinamikusan változó környezetben az ilyen rendszereknek sokkal kisebb.
- Mivel nincs szükség a vezetékes összeköttetés kialakítására a hozzáférési pontok és a munka állomások között, a meglévő kábelezési rendszer bővítése gyorsan elvégezhető.
- Kiépítése olyan környezetben is lehetséges, ahol a kábelezési rendszer kialakítása nehézségbe ütközik.
- A meglévő WLAN hálózat gyorsan és költségmentesen átkonfigurálható, ami egy dinamikusan változó környezetben nagyon fontos.
- A helytől független hálózati hozzáférés, a mobilitás lehetősége a számítógép használata közben növeli a munkavégzés hatékonyságát. Az adatok kezelése, felvitele, vagy leolvasása közvetlenül elvégezhető annak keletkezési helyén, amely tulajdonság fontos lehet kórházakban, raktárak irányításakor a központi adatbázissal való információ csere során, vagy egy kisebb csoport közötti információ megosztására például egy értekezlet során.

A mobilitást kétféleképpen értelmezhetjük WLAN rendszerekben. Teljes mobilitásról akkor van szó, amikor a terminál mozgás közben a WLAN által lefedett teljes területen képes küldeni és venni információs csomagokat. A részleges mobilitás, vagy hordozhatóság esetén pedig a terminál csak nyugalmi helyzetben forgalmazhat, de bárhol a lefedett területen.



2.2.7.1. ábra Vezeték nélküli helyi hálózat építőelemei

A WLAN rendszerek kialakításai követhetik a már meglévő különböző hálózati topológiákat. A WLAN gyártók Ethernet, Token-ring és más jól ismert LAN interfészeket is felkínálnak a termékeikhez, amelyeken keresztül képesek a vezetékes hálózatokhoz kapcsolódni.

Az állandó helyen hozzáférési pontokat, vagy pontot a szabványos kábelezést használva kötik a vezetékes hálózathoz. A hozzáférési pont (Access Point), amely bridge-ként, vagy router-ként működik tárolja és továbbítja az adatokat a vezetékes hálózat, valamint más cellában lévő terminálok és a saját cellában lévő terminálok között. A végfelhasználók a WLAN hálózatokhoz vezeték nélküli LAN adapterrel férhetnek hozzá, amely interfészként működik a kliens operációs rendszer és az átviteli közeg között.

Ha az OSI modellt tekintjük, a vezeték nélküli helyi hálózatokat a fizikai és az adatkapcsolati réteg megadásával definiálják. A következőkben e két réteg legfontosabb jellemzőit foglaljuk össze.

A Fizikai réteg

A WLAN-knál alapvetően rádiófrekvenciát vagy az infravörös tartományt használják átviteli közegnek. Az optikai tartományban működő WLAN hálózatok a működés szempontjából a diffúz, és közvetlen fénysugár átvitelén alapuló rendszerekre oszthatók. A diffúz átvitel során nincs közvetlen jelút az adó és a vevő között az átviteli kapcsolat a reflexión alapul.

Kis hivatali hálózatok (néhány szoba) kialakításakor az optikai lefedés kevésbé költséges, de egy egész épület lefedésére a rádiófrekvenciás megoldást alkalmazzák inkább. Optikai jelek átvitelekor ugyanis a cella mérete csak egyetlen helysége terjed ki, mivel a fény nem képes áthatolni a falakon. Használatuk viszont olyan környezetben előnyösebb, ahol nagy az elektromágneses zaj.

A szórt spektrumú rádiós LAN hálózatok az ipari, tudományos és egészségügy frekvencia (ISM) sávokban működnek, melyek használata nincs engedélyhez kötve, ezért több elkülönült WLAN hálózat is működhet egymástól nem túlságosan nagy távolságra interferenciát okozva. Az interferencia elkerülésére figyelmet kell fordítani, mivel a rádiófrekvenciás jelek áthatolnak a falakon és a cellaméret kiterjedhet egy egész épületre is. Az interferencia azonban származhat más forrásból is, pl. a 2,4 GHz frekvencia tartományba esik a mikrohullámú sütők (2460 MHz) működési frekvenciája is. A korszerű WLAN rendszerekben már beépített automatizmus biztosítja a legkevésbé zavart frekvenciasáv kiválasztását.

Beltérben üzemelő LAN-oknak további problémákkal megküzdeniük, melyet a többutas terjedés, a Rayleigh-fading és az elnyelés okoz. A legtöbb építészeti anyag nem ereszti át az IR sugárzást, ezért a lefedési terület lecsökken egy szobára. Az RF gyakorlatilag immunis az elnyeléssel és a visszaverődéssel szemben. A többutas terjedés hatással van mindkét rendszertípusra. A Rayleigh-fading az RF rendszerek problémája. Akkor lép fel, ha különböző utakon érkező jelek közötti útkülönbség a fél hullámhossz egész számú többszöröse. IR rendszerekben olyan kicsi a hullámhossz, hogy elhanyagolható a Rayleigh-fading hatása. RF rendszerekben ugyanakkor a hullámhossz egy laptop méretével összevethető, így a számítógép mozgásával jelentősen változhat a fading.

Az RF LAN-okban gyakran használnak szórt spektrumú (SS) átvitelt két változatban: Frekvenciaugratásos (FHSS) és direkt szekvenciális (DSSS).

A többutas terjedés hatásainak kiküszöbölésére a legmodernebb WLAN rendszerek (IEEE 802.11b, HIPERLAN2) ortogonális frekvenciaosztásos multiplexálást alkalmaznak (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing), mely igen robusztusnak bizonyul beltéri környezetben.

A 2.2.7.1. táblázatban napjaink és a közeljövő legkorszerűbb WLAN rendszereinek legfontosabb jellemzőit foglaltuk össze.

Characteristic	802.11	802.11b	802.11a	HiperLAN/2
Spectrum	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	5 GHz
~Max physical rate	2 Mb/s	11 Mbit/s	54 Mb/s	54 Mbit/s
~Max data rate, layer 3	1.2 Mb/s	5 Mb/s	32 Mb/s	32 Mb/s
Medium access control/Media sharing	Carrier sense – CSMA/CA			Central resource control/ TDMA/TDD
Connectivity	Conn.-less	Conn.-less	Conn.-less	Conn.-oriented
Multicast	Yes	Yes	Yes	Yes [†]
QoS support	(PCF) [‡]	(PCF) [‡]	(PCF) [‡]	ATM/802.1p/RSVP/ DiffServ (full control)
Frequency selection	Frequency-hopping or DSSS	DSSS	Single carrier	Single carrier with Dynamic Frequency Selection
Authentication	No	No	No	NAI/IEEE address/X.509
Encryption	40-bit RC4	40-bit RC4	40-bit RC4	DES, 3DES
Handover support	(No) [†]	(No) [†]	(No) [†]	(No) [†]
Fixed network support	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet, IP, ATM, UMTS, FireWire, PPP [§]
Management	802.11 MIB	802.11 MIB	802.11 MIB	HiperLAN/2 MIB
Radio link quality control	No	No	No	Link adaptation

2.2.7.1. táblázat Korszerű WLAN rendszerek jellemzői

Az adatkapcsolati réteg

Az adatkapcsolati réteg alapvető feladata a közeghozzáférés szabályozása és a fizikai réteg elrejtése a felsőbb rétegek előtt (transzparenség). A WLAN-ok MAC protokolljai új kihívásokat jelentenek a hagyományos LAN-okéhoz képest (Ethernet, Token Ring). Ennek oka, hogy a beltéri rádiós környezet többutas terjedéssel terhelt, emiatt kis távolságokon belül is drasztikusan változhat a térerő, akár a szükséges szint alá is csökkenhet. Egy másik probléma, hogy a vivőérzékelés lényegesen hosszabb időt igényel, mint vezetékes esetben (kb. 30-50µsec), ami a csomagidő jelentős részét jelentheti. Ezért a CSMA protokollok csak módosításokkal használhatók.

További jelentős különbség, hogy a terület lefedéséhez cellákra van szükség, melyek az interferencia csökkentés miatt eltérő frekvenciát használnak. Minden cella egy LAN-nak tekinthető. A hozzáférési pontot általánosságban MSS-nek Mobile Support Station nevezzük a terminált pedig MH-nak (Mobile Host). Az MSS biztosít csatlakozást a vezetékes hálózatokhoz és végzi a csatorna foglalást a cellán belül.

WLAN környezetben külön szerepe van a kommunikációs irányok megkülönböztetésének is. Ugyanis az igénybevett alkalmazások, pl. fájl letöltés, miatt a downlink kommunikáció kb. 70-80%-a a teljes forgalomnak. A hatékony sáv szélesség kihasználás és a QoS biztosítása miatt célszerű, ha a downlink csatornát teljes egészében az MSS vezérli. Ez foglalja le az igényeknek megfelelően a downlink csatornákat a felhasználók számára. Az uplink sokkal bonyolultabb, mivel a dinamikus felhasználó szám változás miatt nem lehet statikus csatornafoglalást csinálni. A MAC protokollok tervezésénél erre helyezik a hangsúlyt. Például az IEEE802.11 esetében 20 alapkövetelményt állítottak fel. A legfontosabbak, hogy az átbocsátóképességet maximalizáljuk a késleltetés minimalizálása mellett és a fair hozzáférést biztosítsunk valamennyi felhasználó számára.

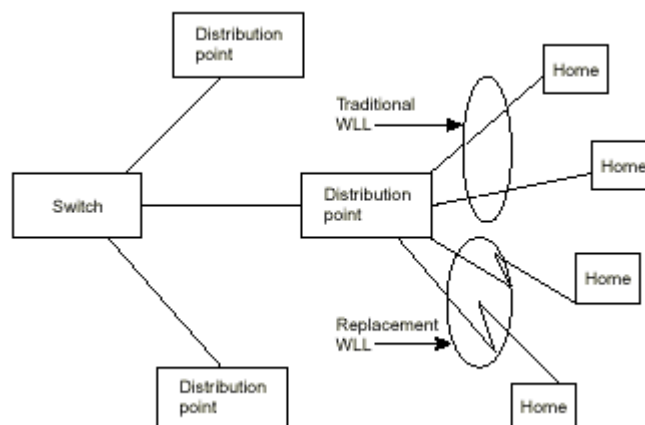
A hálózat kialakításával kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy komoly eltérések vannak az ad-hoc és az infrastruktúra hálózatok között. Az utóbbinál az MSS centralizáltan szervezheti a csatornafoglalást és az ütemezést a különböző felhasználók igényeinek megfelelően a hatékony sáv szélesség kihasználást biztosítva. Ad-hoc esetben nincs központi ütemezés, ezért a hozzáférési protokoll ütközés alapú kell legyen.

Valamennyi infrastruktúra WLAN-ban használt többszörös hozzáférés protokoll az alábbi hasonlóságokkal rendelkezik:

1. Az MSS hirdeti meg (közvetve vagy közvetlenül) az adatcsomagot küldeni akaró MH-k számára a versengést.
2. A csomagot küldeni akaró állomások versengenek a csatornáért pl. CSMA-val.
3. Az MS foglalja le a csatornát a sikeres állomás számára.
4. Az állomások a csomagjaikat egy ütközésmentes periódusban küldik.
5. Az MSS közvetlen nyugtát ACK küld a vett csomagok után.

Vezeték nélküli helvi hurok (WIFI)

Definíció: A vezeték nélküli helyi hálózatok (WLAN) olyan rendszerek, amelyek telekommunikációs hálózatokhoz csatlakoztatott lakóházakban és irodákban használják a vezeték nélküli helyi hurok (WIFI) technológiát a hálózati csatlakozás érdekében.



rendszer, amely vezeték nélküli hálózati csatlakozást biztosít a kábel nélküli hálózati csatlakozás érdekében.

2.2.7.2. ábra WLL és környezete

A WLL a helyi hurok szakaszt váltja fel egy rádiós szakasszal, ami csupán az elosztó pont és a ház közötti részt érinti, a hálózat többi része érintetlen marad. A rádiós szakasz használata számos előnnyel kecsegtet. Gyorsabban és olcsóbban építhető ki, mint a vezetékes változat

A következőkben a WLL-ek két típusát mutatjuk be.

Telefon-alapú rendszerek

A telefon-alapú WLL rendszerek széles skálája 9.6 kb/s-tól hozzávetőleg 384 kb/s átviteli sebességet biztosítanak. Ezeket a rendszereket öt kategóriába szokták sorolni: digitális cellás, analóg cellás, személyi kommunikációs szolgálat (PCS), vezeték nélküli telefon (pl. DECT) és magán rendszerek. A WLL

Előnyei:

- Széles környezeti tartományban működnek.
- Beszéd- és adatátvitelt is biztosítanak.

Hátrányai:

- Az átviteli sebességek nem teszik lehetővé a nagysebességű kapcsolatokat.

Video-alapú rendszerek

A WLL rendszerek legújabb kísérleti verzióiban már a helyi hurokban TV jeleket és szélessávú adatot is továbbítanak. Ezeket a rendszereket mikrohullámú video elosztó rendszereknek (microwave video distribution systems, MVDS) hívják és a 40 GHz-es sávban 2 GHz sávszélességet fogaltak le számukra. Tipikusan aszimmetrikus kapcsolatokkal működnek (500 Mb/s bejövő és 20 kb/s kimenő sebességgel).

Előnyök:

- Megkövetelt bejövő átviteli sebesség.
- Képesek video, telefon és adatszolgáltatások széles skáláját nyújtani egyetlen hozzáférési hálózattal.
- A vezetékes megoldásokhoz képest alacsony költség.

Hátrányok:

- A kis kimenő sebesség megnehezíti a kétirányú video alkalmazások használatát (pl video telefon).

- A mikrohullámú kapcsolat miatt a helyi hurok hatótávolsága néhány száz méter vagy 1-2 kilométer, emiatt több bázisállomásra van szükség.

Frequency Band	Technology
800/900 MHz	Analog cellular, GSM, IS-95, CT-2
1.5 GHz	Tadiran and some other proprietary manufacturers
1.7–2 GHz	DECT, PHS, GSM, and IS-95 variants
2–2.5 GHz	DSC, Tadiran
3.4–3.6 GHz	Nortel, Tadiran, Lucent
10 GHz	Emerging technologies
>10 GHz	MVDS technologies

2.2.7.3.ábra. A különböző frekvenciasávokban rendelkezésre álló WLL rendszerek

Bluetooth

A Bluetooth technológia azzal a céllal született, hogy néhány méteres távolságon belül kiváltsa a berendezések összekötésére használt kábeleket. A Bluetooth szabvány három duplex 64 kb/s sebességű hangcsatorna használatát teszi lehetővé, illetve 1 Mb/s sebességű adatforgalmat biztosít. A hatótávolság 10 m, mely 1 mW adóteljesítménnyel érhető el. Lehetőség van azonban egy alternatív 100 m hatótávolságú üzemmód használatára is, ebben az esetben a maximális adóteljesítmény 100 mW.

A Bluetooth hasonlóan a WLAN-okhoz a 2.4 GHz-es ISM sávban működik. A rendszer az interferencia és a többutas terjedés hatásainak csökkentésére frekvenciaugrást használ, azaz az adó és a vevő másodpercenként 1600-szor egymással szinkronban új frekvenciára kapcsol át álvéletlen frekvencia-sorozatot használva.

Az álvéletlen frekvenciaugrási sorozatnak köszönhetően elkerülhetjük a hagyományos cellás rendszerekben jelentkező frekvenciatervezési problémát. Az egyes alkalmazások egymástól teljesen függetlenül működhetnek, más frekvenciaugrási sorozatot használva. A frekvenciaugratás pontos szinkronizációt igényel, amelyhez mindkét kommunikáló eszköz aktív részvételére van szükség.

A Bluetooth által használt 79 MHz frekvenciatartományt 79 db, egyenként 1 MHz szélességű tartományra osztották. Ezek között valósítják meg a frekvenciaugrást.

A rendszer bináris frekvencia modulációt használ, nagyban leegyszerűsítve ezzel az adó és vevő megvalósítását. A Bluetooth rendszerek a csatornát időosztásos duplex (TDD, Time Division Duplex) módon osztják meg. Ez azt jelenti, hogy 625 µs hosszú időszelletekre osztjuk a csatornát, ahol minden időszelethez egy adott frekvenciát rendelünk (ez megfelel az 1600 ugrás/s ugratási frekvenciának). Az adat csomagokban küldött, és az egymást követő időszelleteket felváltva adásra illetve vételre használjuk.

Az egyazon csatornán kommunikáló eszközök pikonetet alkotnak. A pikoneten belül egy kitüntetett eszköz tölti be a master szerepét. Ez felel a pikoneten belüli forgalom irányításáért, a többi eszköz slave-ként vesz részt a kapcsolatokban. A frekvencia kiválasztása a master eszköz címének és órajelének alapján történik. Egy pikoneten belül egyszerre legfeljebb hét slave és egy master lehet aktív állapotban.

Több pikonet egymást átfedve scatternet-et alkot. Mivel egy adott eszköz több pikonetnek a tagja is lehet, ezért nagyobb Bluetooth hálózatok is létrehozhatók.

2.1.8. Mobil számítástechnika alapelemei

Szerző: dr. Imre Sándor

Lektor: dr. Pap László

A következőkben a mobil távközlés és az informatika határterületét képező ún. mobil számítástechnika alapjait mutatjuk be. Ez a terület is rendkívül dinamikusan és szerteágazóan fejlődik, ezért arra törekszünk, hogy az olvasó átfogó képet kapjon.

Szoftver Rádió

Az elnevezésben a rádió szó olyan mobil készülékre utal, amelyek képességei szoftveres úton folyamatosan bővíthetőek és változtathatóak a technológia fejlődésével, illetve a felhasználó igényeinek megfelelően. Maga a kifejezés az angol „software radio” magyar megfelelője. Gyakran SWR-nek rövidítjük,

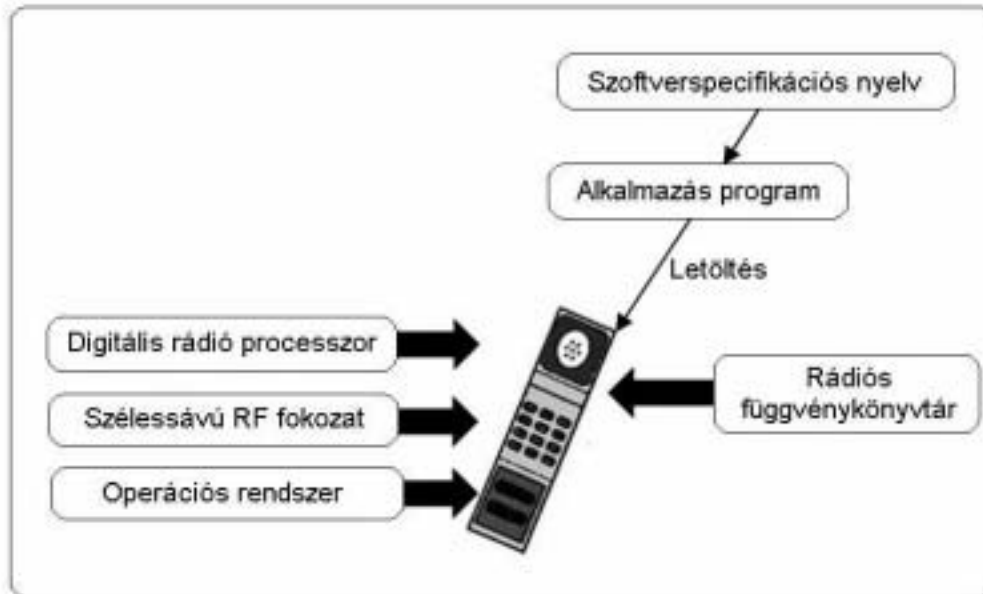
de elterjedt az SDR rövidítés is, a szintén szokásos Software Defined Radio elnevezés alapján.

Az SWR rendszerek olyan rádiókat (kézi terminál, bázisállomás) foglalnak magukba, melyek meghatározott készletű, szoftveres úton konfigurálható hardver elemeket tartalmaznak. Ez azzal a rendkívüli lehetőséggel bír, hogy nem szükséges készüléket cserélni, ha külföldre utazunk és GSM helyett pl. IS95 CDMA-t szeretnénk használni, hanem egyszerűen csak új szoftvert kell a készülékbe tölteni, amely megvalósítja a CDMA funkciókat. Ebből következően lehetővé válik egy készülékkel az egész világ bejárása, függetlenül attól, hogy mely országban milyen moduláció, sávszélesség, stb. terjedt el.

A szoftver rádiós eszközök fejlődése az elmúlt néhány évben jelentősen felgyorsult. A kitűzött cél, hogy a terminál antennabementére közvetlenül csatlakozzon egy nagyteljesítményű (gyors, nagy bitszámú) A/D átalakító, és a további műveleteket (szűrés, keverés, erősítés, stb.) a már digitalizált mintákon teljes mértékben szoftverek végezzék. Ez az "ideális" szoftver rádió, melynek megvalósítását a technológia jelenlegi fejlettsége egyelőre nem teszi lehetővé, előrejelzések szerint 8-10 éven belül lehet rá számítani. Ugyanakkor lehetőség van olyan készülékek kifejlesztésére, melyek bár korlátozott mértékben képesek csak megvalósítani az ideális modell funkcióit, de a technológia fejlődésével egyre jobban megközelíthetik azokat.

A SWR készülék általános felépítése

Ebben a részben rövid áttekintést adunk a kézi készülékek fő moduljairól, melyek megvalósítási módja kiemelkedő fontosságú szempont, minőségük kihat a kommunikáció egészére. Az 2.2.8.1. ábrán a SWR terminál felépítése látható.



2.2.8.1. ábra. A készülék fő elemei

Alkalmazás program (Application program, AP)

Ezt a programot valamilyen szoftverspecifikációs nyelven valósítják meg, amely leírja a rádió architektúráját és jellemzőit, felhasználva a rádiós függvénykönyvtárat. Az AP-k egy-egy rádiós szabványra készülnek, pl. egy a GSM-nek, egy a IS95 CDMA-nak, egy az UMTS-nek, és így tovább. A kézi SWR készülék jellemzői könnyen újrakonfigurálhatóak az AP újraírásával, megváltoztatva a függvénykönyvtár használatát. AP-k a rádiócsatornán keresztül vagy akár smart card technológiával os letölthetők.

Rádiós függvénykönyvtár (Radio Function Library, RFL)

Ez tulajdonképpen egy szoftver-készlet, mely olyan alapvető függvényeket tartalmaz mint a DSP-n futó beszéd-tömörítő algoritmus vagy a DAC/ADC hardver-vezérlő programok. Ezek a függvények egyazon rendszeren belül is különbözhetnek, illetve más-más bementő paraméterekkel rendelkezhetnek az adott alkalmazástól függően.

Szoftverspecifikációs nyelv (Software Specification Language, SSL)

Ez valamilyen magas szintű nyelv, mely egyszerűen arra szolgál, hogy kifejezze a rádió jellemzőit és pontos leírását minden egyes mobil kommunikációs szabványhoz. Ezt a nyelvet felhasználva az AP programozója definiálhatja a fizikai réteget (átviteli teljesítmény, modulációs módszer, csatornakódoló, beszédkódoló, stb.).

Digitális rádióprocesszor (Digital Radio Processor, DRP)

A DRP általános célú hardver modul, mely tipikusan ADC-t, DAC-t, DSP-t, programozható logikai áramköröket (FPGA) tartalmaz. A DRP jellemzőit változtatva határozhatjuk meg a modulációs módszert, sáv szélességet, stb.

Szélessávú rádiófrekvenciás fokozat (Broadband RF stage)

Ez egy általános célú közös RF fokozat, mely lehetővé teszi, hogy az SWR készülék különböző frekvenciatartományt használó rendszerek között is tudjon váltani.

Operációs rendszer (OS)

Tipikusan egy JAVA gép biztosítja a kapcsolatot a szoftver és a hardver elemek között. Ezáltal lehetővé válik a hardver platform független szoftver fejlesztés úgy hogy közben a hardver gyártók is versenyezhetnek egymással.

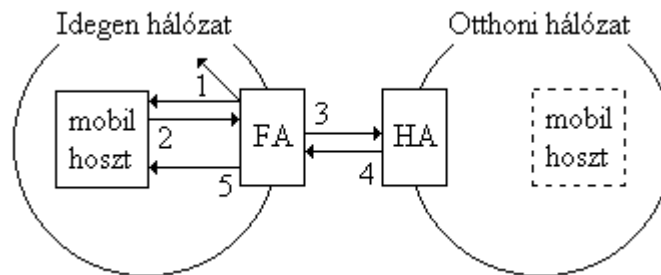
IP mobilitás

Az Internet Protokoll egyre meghatározóbb szerepet tölt be a távközlés világában is, ezért rendkívül fontos kérdés, hogy miként házasítható össze a mobilitási követelményekkel. Az IPv4-ben a mobilitás támogatása érdekében bevezetett Mobile IP új funkciókkal bíró hálózati elemei a következők:

- *mobile node* (mobil csomópont, mobil hoszt): Egy terminál, amely képes felismerni, ha otthoni hálózatától távol működik, és képes elindítani azon folyamatokat, melyek a kommunikációs kapcsolat felépítéséhez szükségesek.
- *home agent* (otthoni ügynök, HA): Az otthoni hálózatban működő gép, tipikusan router, amely nyilvántartja a hálózattól távol működő gépeket, valamint azok aktuális elérhetőségét, és a megfelelő módon továbbítja az otthoni címre nekik érkező csomagokat.
- *foreign agent* (idegen ügynök, FA): Az idegen hálózatban működő router, amely nyilvántartja saját hálózatában a kívülről érkezett gépeket, részt vesz a Home Agent-tel történő kapcsolatfelépítésben, és részt vehet a Home Agent és a mobil hoszt közötti későbbi adatkommunikáció lebonyolításában is. (A

Home Agent, ill. Foreign Agent funkciókkal bíró routereket közös szóval *mobility agent*-eknek nevezzük.)

Azt a folyamatot, melynek során a mobility agentek-nél a bejegyzések létrejönnek, regisztrációnak nevezzük. Ez a 2.2.8.2. ábrán szemléltetett üzenetváltásokkal történik:



2.2.8.2. ábra: Regisztráció Mobile IP-ben

A Foreign Agent időről-időre hirdeti szolgáltatásait (1) a saját hálózatában. Ez minden géphez eljut az adott alhálózatban, többek között megkapja az újonnan érkezett mobil hoszt is. A hirdetés ICMP (Internet Control Message Protocol) üzenetekkel történik. A mobil hoszt feldolgozza a Foreign Agent üzenetét. Amennyiben nem kapott a fentiek megfelelő ICMP üzeneteket, akkor megszólító üzenet küld, amire a hálózatban működő Foreign Agentek-nek válaszolniuk kell. Ezek közül kiválaszt egyet, és megkezdzi a regisztrációt.

A mobil hoszt regisztrációs kérést (registration request) küld a Foreign Agentnek (2). Ez tartalmazza a mobil hoszt otthoni hálózatában működő Home Agent címét. A Foreign Agent feldolgozza a kérelmet, majd továbbítja a Home Agentnek (3).

A Home Agent feldolgozza a kérést: ha ki tudja szolgálni a mobil hosztot, akkor elfogadja, ha nem, akkor elutasító választ küld a Foreign Agent-nek (4). A Foreign Agent végül továbbítja a választ a mobil hosztnak (5).

A lehetséges Home Agent-ek címének felderítése még az otthoni hálózatban kell megtörténjen. A mobil hoszt egy általa jól ismert broadcast címre küld regisztrációs kérelmet. Ezt az alhálózat Home Agent-jei megkapják, majd elutasító választ adnak rá (mivel a hoszt nincs idegen hálózatban), ezt választ megkapja a hoszt. A válasz üzenetek tartalmazzák a küldő Home Agent-ek címét, ezeket tárolja el későbbi használatra a mobil hoszt.

A regisztráció által a későbbi kommunikációban használt ún. alagutak (tunnels) útvonala épül ki a Home Agent és a mobil hoszt között. A Home Agent feladata, hogy a mobil hosztnak címzett csomagokat ezen az alagúton át továbbítsa.

A mobil hoszt az idegen hálózatban állandó IP címe mellé egy ideiglenes címet is kap, ez az ún. care-of address (COA). A Home Agent erre a címre továbbítja a mobil hosztnak címzett csomagokat.

Amennyiben a hoszt a saját hálózatában működik, ilyen regisztrációra nincs szükség. Ha a regisztráció sikeresen lezajlott, akkor a hoszt megkezdheti az IP alapú adatkommunikációt bármely, az Internetre kapcsolt géppel. Ezt a 3. ábra hivatott szemléltetni.

Ha a mobil hoszt hazatér otthoni hálózatába, deregisztrációt kell végrehajtania. Vagyis jeleznie kell, hogy már itthon van (megkapja az otthoni címére küldött csomagokat) és a Home Agent-nek nem kell a COA-ra továbbítania semmit, ami az ő címére érkezik. A mobil hoszt ismét a saját IP címét használja kommunikációra.

Mobilitás alapjai az IPv6-ban

Az IPv6-ban megvalósított mobilitás támogatás nagy különbsége a Mobile IP-hez képest, hogy nincs szükség Foreign Agent-re. Annak feladatait a hálózat és maga a mobil hoszt látja el, ebben segítik az alábbi új funkciók.

A Neighbour Discovery protokoll a hálózatban elhelyezkedő entitások (csomóponti gépek és útvonalválasztók) feltérképezésére szolgál. Információt szolgáltat az útvonalválasztóknak, munkaállomásoknak a környezetükben található gépek elérhetőségéről, címéről.

Az automatikus címkonfiguráció (Address Autoconfiguration) célja a számítógépek gyors és egyszerű felcsatlakoztatása a hálózatra. Lehetővé teszi, hogy a hálózatra kapcsolt berendezés beavatkozás nélkül megkaphassa a főbb hálózati paramétereket: hálózati cím (link local address), valamint egyéb konfigurációs paramétereket.

Az állapotmentes (stateless) automatikus konfiguráció esetén nem szükséges a hálózatba külön kiszolgáló a kívánt adatok megszerzéséhez. Az újonnan érkezett

számítógép a felcsatlakozásához kellő adatokat a már ismertetett hirdetési üzenetek segítségével a hálózathoz nyeri ki.

Nem-állapotmentes (stateful) konfiguráció esetén a hosztok egy kiszolgálótól szerzik be a címeket, a konfigurációs információkat és egyéb paramétereket. Ez esetben a kiszolgáló adatbázist tart fenn, melyben a hosztokat és a hozzájuk tartozó címeket tartja nyilván.

Mobilitás támogatása az IPv6-ban

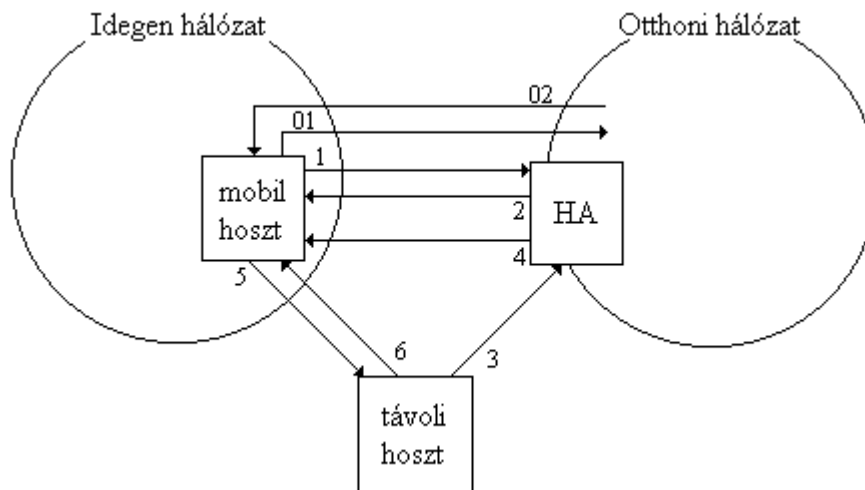
Amikor a mobil hoszt elhagyja a otthoni hálózatát és csatlakozik egy másik hálózatra, a fent említett autokonfigurációs mechanizmusok segítségével felvesz egy ideiglenes, az idegen hálózat címtartományába eső IP címet. Amint az új cím érvényes, a hoszt kötés frissítés felhívást (Binding Update) küld Home Agenté-nek (1) (4. ábra).

A mobil hoszt rendszerint ismeri saját Home Agent-jét, de bizonyos esetekben elképzelhető, hogy az áttelepülés alatt a HA kilép a hálózathoz (pl. meghibásodás miatt). Ilyenkor a DHAD (Dynamic Home Agent Discovery) mechanizmusával él a mobil hoszt. Azaz kötés frissítést (01) küld a Home Agent-ek anycast címére az otthoni hálózaton. Az anycast címre küldött üzenetre legalább egy Home Agent válaszol (02), és elküldi a lehetséges Home Agent-ek listáját. A mobil hoszt ebből a listából választ magának Home Agent-et.

A kötés frissítést feldolgozva a Home Agent regisztrálja a mobil hoszt új címét, mint elsődleges ideiglenes címet (Primary Care-of Address), és erről kötés visszaigazolást (Binding Acknowledgement) küld (2) a mobil hosztnak. A változási felhívást, valamint a visszaigazolást IPSec protokoll segítségével hitelesítik az illegális forgalomeltérítés megakadályozása érdekében.

Az új IPv6 cím regisztrálása után a Home Agent a mobil eszköz otthoni címére érkező csomagokat (3) átveszi és az elsődleges ideiglenes címre továbbítja (4) IPv6 beágyazás segítségével.

Amennyiben a mobil eszköz egyik idegen hálózatról átlép egy másik idegen hálózatra, akkor is kötés frissítés felhívást küld saját Home Agent-jének, valamint az elhagyott hálózat routerjeinek, hogy azok ideiglenes Home Agent-ként továbbítsák számára a régi hálózatba érkező csomagokat. Az otthoni hálózatába visszatérő mobil eszköz megfelelő kötés frissítés küldésével tudatja Home Agent-jével a visszatérését.



2.2.8.3. ábra: Kötődés és kommunikáció (IPv6)

Az IPv6 mobilitás változást jelent azon csomópontoknál is, amelyek mobil állomással kommunikálnak. Ha egy távoli hoszt egy mobil állomással áll kapcsolatban, akkor kezdetben a mobil eszköz otthoni címére küldi a csomagokat (3). A fent leírt mechanizmusok segítségével ezek a csomagok eljutnak a mobil állomáshoz (4), amely észleli, hogy a forgalom közvetve – a Home Agent-en keresztül – érkezik hozzá. Ekkor egy kötés frissítési felhívást küld a távoli hosztnak (5), aki eltárolja az ideiglenes címet és az eredeti honos címet.

A további kommunikációban (6), ha olyan címre irányul egy csomag, amely címhez létezik eltárolt ideiglenes cím, akkor a távoli hoszt közvetlenül, a Home Agent nélkül fog kommunikálni a mobil csomóponttal. A mobil egységgel kommunikáló állomások bármikor kérhetnek kötés frissítést a mobil eszköztől kötés kérés (Binding Request) formájában.

Ágens technológia

A mesterséges intelligenciával rendelkező programok egy részét a szakirodalom ágenseknek nevezi. Legfontosabb tulajdonságuk, hogy szoros kölcsönhatásban állnak a környezetükkel, érzékelik az állapotát, döntéseket hoznak, és önállóan cselekszenek. A helyes döntések meghozatalához az ágenseknek elsősorban célokra és alapelvekre van szükségük, amik alapján cselekedni tudnak. Mélni kell tudniuk akcióik sikerességét, hatékonyságát és információval kell rendelkezniük a környezetüket illetően.

Az ágens technológia napjainkban egyre inkább előtérbe kerül a nagyméretű hálózatok monitorozása, menedzselése terén. Ennek oka, hogy a központosított hálózatfelügyelet egy egész világot átfogó informatikai-távközlési hálózat esetén már nem tud megfelelő gyorsasággal válaszolni a bekövetkező eseményekre. Szükség van tehát bizonyos funkciók elosztott megvalósítására, amihez az ágens technológia ideális hátteret biztosít.

A legfontosabb ágens típusokat az alábbiakban foglaltuk össze:

- **Reflexív ágensek:** Ezek pusztán előre beprogramozott válaszlépéseket tesznek bizonyos események bekövetkeztekor. Egyszerű és gyors működésűek, csak a feltétel-válaszlépés párokat kell beletáplálni a működéshez. Előnye, hogy az ágens „motorja”, a keretprogram az aktuális problémától függetlenül megvalósítató. Hátránya azonban, hogy a reflexív ágensek alkalmazhatósága köre meglehetősen szűk körű, csak a legegyszerűbb feladatokra használhatóak sikerrel.
- **Emlékező ágensek:** Működésük hasonló a reflexív ágensek viselkedéséhez, de rendelkeznek egy belső állapottal, ami a döntéseiket befolyásolhatja. A belső állapot bevezetése miatt az ágens „emlékezik”, ugyanarra az eseményre mást és mást reagálhat különböző állapotokban.
- **Cél-orientált (deliberatív) ágens:** Nem kell ismernie az összes lehetséges állapotot a működéshez, mint egyszerűbb rokonainak. Elég tudni pusztán a céljait (a környezet egy kívánatos állapotát), és olyan cselekvéseket végrehajtani, amik várhatóan közelebb juttatják a céljai eléréséhez. Ehhez a deliberatív ágensnek szüksége van a sikeresség hatékony méréséhez, ami alapján meg tudja ítélni, hogy milyen messze van a céljaitól, és milyen lépéseket alkalmazhat hatásosan. Intelligensebbek, mint a reflexív ágensek, szélesebb körű, bonyolultabb problémák megoldásában is használhatóak, de lényegesen lassabb működésűek a sok mérlegelés és tervezgetés miatt.
- **Hatékonyság-orientált ágens:** A cél-orientált ágenshez hasonló, azzal a különbséggel, hogy több, akár egymással ellentmondó célja is lehet. Azt is el kell döntenie, hogy melyik célt igyekszik elsődlegesen megvalósítani, vagy melyik az a lépés, amivel a legtöbb célt valósítja meg. A számításokhoz

általában egy jól definiált hasznosság- és költségfüggvényt használnak, az egyes célokat fontosság szerint súlyozva. Ez a megközelítés modellezi a legjobban a valóságot, de ez a legbonyolultabb és egyben a leglassabb működésű is.

- **Hibrid Ágens:** Az előzőek keveréke, az egyszerű döntéseket reflexív, a bonyolultabb és hosszabb távú döntéseket deliberatív módon végzi. Majdnem olyan hatékony, mint a hatékonyság-orientált ágens, de az esetek többségében nagyságrendekkel gyorsabb.

Mobil ágensek

A mobil ágens technológia alapja, hogy az ágensek kódja az állapotukat leíró változókkal együtt vándorol a hálózaton, és így hajtja végre feladatait. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy az ágens dinamikusan alkalmazkodjon az őt körülvevő környezet elemeihez, mint a különböző szoftver interfészek és szolgáltatások, vagy a hálózat jellemzői. Így létrehozhatók rugalmas, robosztus, hibatűrő alkalmazások, melyek igen sok területen használhatóak.

A mobil ágensek működéséhez szükség van arra, hogy a csomópontok képesek legyenek a mobil ágensek kódjának fogadására, és futtatására. A mobil ágens rendszerek jellemzőit az OMG (Object Management Group) MASIF (Mobile Agent System Interoperability Facility) szabványa tartalmazza. A mobil ágensek működésének biztosítására születtek az egyes alkalmazásokhoz igazodó egyedi megoldások, de egyre inkább terjednek az általános célra alkalmas mobil ágens platformok, amelyekre építve sokféle mobil ágenseken alapuló alkalmazás viszonylag egyszerűen megvalósítható. Az ilyen rendszerek közé tartozik a Grasshopper, az IBM Aglets Workbench, a Concordia vagy a Voyager. A következőkben mint általános példát a Grasshopper mobil ágens platformot mutatjuk be.

A Grasshopper rendszer egy elosztott számítási környezetre épült rá, és teljes egészében Java 2 komponensekből áll össze. Maga az elosztott környezet régiókból, és azon belül csomópontokból áll, amit ügynökségeknek nevezünk. Minden ágensnek szüksége van egy ügynökségre, ahol éppen tartózkodik, mert ez jelenti a futási környezetét. Minden ügynökségnek vannak helyben tevékenykedő állandó ágensei, és mobil ágensek is tartózkodhatnak a csomóponton. Ezeket a mozgó ágenseket a régió-felügyelet tartja számon, folyamatosan nyomon követve az

ágensek migrációját és tevékenységeit. Így lehetőség van a központon keresztül egy adott ágens tartózkodási helyének pontos felderítésére.

A feladatoknak van egy olyan köre, amit minden ügynökségnek el kell tudni végeznie az ágens-rendszer kielégítő működéséhez. Az ilyen alapfeladatokat ellátó ágensek képezik az ügynökség magját. Ezeknek a következő funkciókat kell tudniuk:

- **Kommunikáció:** Ez a szolgáltatás felelős az ágensek közötti kapcsolatok menedzseléséért, mint az ágensközi üzenetváltások és migrációk menedzselése, valamint az ágensek lokalizálása a régió-felügyelet segítségével.
- **Regisztrációs szolgáltatások:** Minden ügynökségnek tudnia kell a jelenleg futtatott ágenseiről, egyrészt a külső menedzsment felé nyújtandó információk szükségessége miatt, másrészt a fogadott ágenseknek is számot kell tudni adni a regisztrált objektumokról. Ezen kívül minden ügynökség kapcsolatban áll a régió-felügyelettel is, ami folyamatos tájékoztatást igényel.
- **Menedzsment szolgáltatások:** A menedzsment ágensek feladata, hogy a rendszergazdákat információkkal lássa el, és akciókat hajtson végre a nevükben, akár közvetlen utasításra, akár az ágens saját döntései alapján. Lehetőséget kell nyújtani a teljes ellenőrzésre, ami jogot ad egyes embereknek, hogy ágenseket, vagy helyeket vegyenek fel, töröljenek, vagy módosítsanak, illetve el kell látni őket megfelelő információkkal a hálózatot, az ügynökséget valamint az egyes ágenseket illetően.
- **Biztonsági szolgáltatások:** Szükség van biztonsági intézkedésekre is az illetéktelen felhasználás megakadályozására, aminek két típusát is beleépítették a rendszerbe. Az egyik a létrejött kapcsolatok és adatáramlások titkosítása a SSL (Secure Socket Layer) segítségével, a másik pedig a megfelelő hitelesítési mechanizmusok biztosítása, ami a Java biztonsági rendszerén alapul.
- **Tartóssági szolgáltatás:** Az ágensek megfelelő tárolása, ami lehetővé teszi a helyreállítást még a teljes rendszer összeomlása esetén is.

2.1.9. Földi és műholdas műsorszóró rendszerek átviteli eljárásai

Szerző: Kovács Imre

Lektor: Gschwindt András

A földfelszíni és műholdas hang- és képműsorszóró rendszerek mind a digitális, mind az analóg csatorna modulációs eljárásokat használják. Terjedelmi

okok miatt a szóba jöhető átviteli eljárások közül csak a legfontosabbakat és azokat is csak vázlatosan fogjuk ismertetni, a következő csoportosításban:

- Analóg földfelszíni hangműsorszórás átviteli eljárásai,
- A hangműsorszórás kiegészítő, értéknövelő adatátviteli eljárásai,
- Digitális földfelszíni hangműsorszórás átviteli eljárásai,
- Digitális műholdas hangműsorszórás átviteli eljárásai,
- Analóg földfelszíni képműsorszóró átviteli eljárások,
- Analóg műholdas képműsorszóró átviteli eljárások,
- Digitális földfelszíni képműsorszóró átviteli eljárások,
- Digitális műholdas képműsorszóró átviteli eljárások,
- A képműsorszórás kiegészítő, értéknövelő adatátviteli eljárásai.

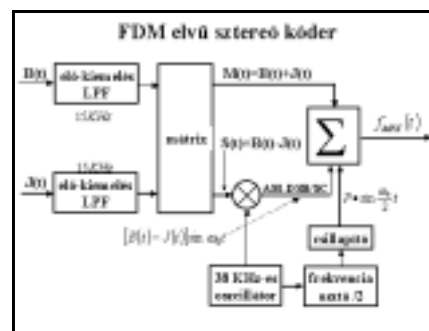
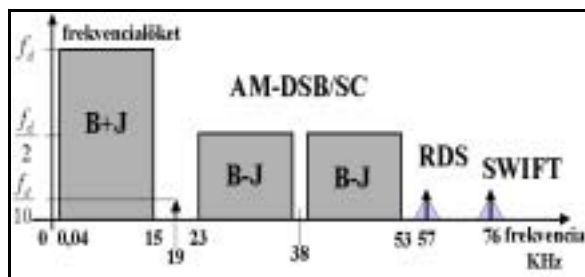
A csoportosításban nem szerepel az analóg műholdas hangműsorszórás, amely mind önálló szolgáltatás nem tudott kialakulni.

Analóg földfelszíni hangműsorszórás átviteli eljárásai és kiegészítő adatátviteli rendszerei

Az analóg hangműsorszórás hullámsávtól függően kétféle modulációs eljárást alkalmaz. A 150 KHz – 30 MHz-es közötti hosszú, közép és rövidhullámú frekvencia tartományban egy hangcsatorna kerül továbbításra, kétoldalsávós (AM-DSB) amplitúdó modulációval. A moduláló jel továbbítható frekvenciatartományának maximuma általában 4,5 KHz. Ennek megfelelően egyetlen RF csatorna 9/10 KHz sávszélességű, míg a szomszéd csatornák frekvencia távolsága 9/10 KHz. Természetesen minden esetben alkalmazzák a tabu frekvencia kiosztást, amely szerint földrajzilag szomszédos adók nem kaphatnak frekvenciában szomszédos csatornákat.

A VHF sávban működnek a frekvencia modulációt alkalmazó Hifi minőséget biztosító egy és kétcsatornás hangrendszerek. Mono esetben az egyetlen hangcsatornát, melynek továbbítható frekvencia tartománya 40 Hz és 15 KHz közötti, szélessávú FM-mel továbbítják, melynek moduláció utáni sávszélessége kb. 240 KHz-re becsülhető. Ezen becslés alapja az 1%-nál nem nagyobb nemlineáris torzításhoz szükséges modulációs komponensek átviteléhez szükséges sávszélesség.

A kétcsatornás sztereo átvitel szintén frekvencia modulációt használ, azonban a moduláció előtt ki kell alakítani a mono kompatibilitás biztosításához szükséges speciális összetett spektrumot (2.2.9.1. ábra). Ez a spektrum tartalmazza a bal és a jobb csatorna jeléből kialakított alapsávi mono jelet (40 Hz - 15 KHz), a bal és a jobb csatorna különbségéből képzett sztereo jelet hordozó (S) kétoldalsávú elnyomott vivőjű (38 KHz) (AM-DSB/SC) modulációs tartalmat, a demoduláláshoz szükséges, frekvenciában felezett pilotot, valamint a járulékos adatátviteli csatornákat. Az összetett jel előállítása, pl. a 2.2.9.2. ábrán található kódolóval történhet. A tömbvázlaton jeleztük, a minden esetben alkalmazott jel-zaj viszony javítás kódoló oldali eszközét az elő-kiemelést, amelyhez a dekóderben hozzátartozik az utó-elnyomás, melyek együttes hatása mintegy 12 dB-lel javítja a demodulált jel-zaj viszonyt. A frekvencia moduláció után a modulált jel sávszélessége kb. 300 KHz. A csatorna távolság általában 300 KHz és érvényes a tabu frekvencia kiosztás is.



2.2.9.1. ábra. A VHF sztereo MPX jel spektruma 2.2.9.2. ábra. Az MPX kódoló felépítése

A kiegészítő egyirányú adatszolgáltatások a multiplex jel frekvencia sávja felett kerülnek továbbításra. A leggyakrabban alkalmazott az RDS (Radio Data System) [1], amely az 57 KHz-es vivőn működő szabványos adatszórás, elsősorban a rádióvevő automatikus be- és áthangolását, mobilvétel esetén a legoptimálisabb adó kiválasztását, a közlekedési információk továbbításakor az automatizált jelzési csatorna kialakítását, személyhívást, szöveges üzenetek (Radiotext) továbbítását biztosítja. A moduláció AM, formált két-fázisú kódolt adattal, amely így megfelel egy két-fázisú PSK-nak. Az adatsebesség 1187,5 bit/s.

A SWIFT [2] (System for Wireless Infotainment Forwarding and Teledistribution) rendszer a 76 KHz-es vivő frekvencián LMSK (Level-controlled

N
b
N
v

Adásmód	frekvenciatartomány	alkalmazás
I	Maximum 300 MHz-ig	Földfelszíni műsorszórás
IV	Maximum 600 MHz-ig	Földfelszíni műsorszórás
II	Maximum 1,2 GHz-ig	Műholdas és földfelszíni műsorszórás
III	Maximum 2,4 GHz-ig	Műholdas és földfelszíni műsorszórás

st
z
e

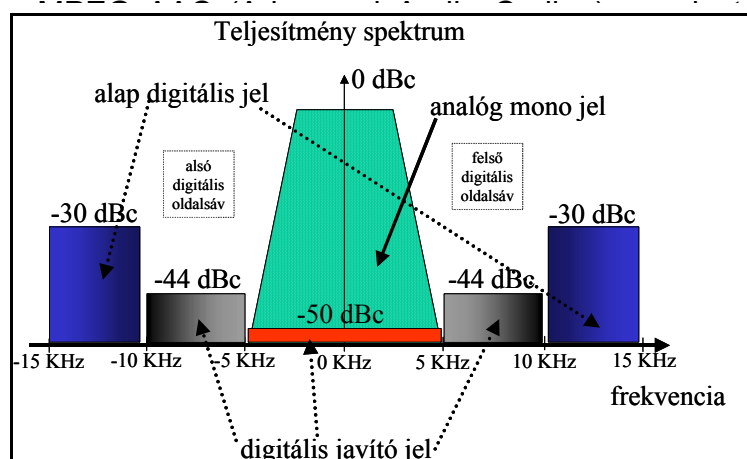
2.2.9.1. táblázat, A DAB adásmódjai

Jelenleg Európában a földfelszíni hangműsorszórásban frekvencia sávától függően két féle rendszert alkalmaznak, vagy szándékoznak alkalmazni.

A 30 MHz-nél nagyobb frekvenciákon a DAB [3] (Digital Audio Broadcasting) védjegyű átviteli rendszert alkalmazható, amely forráskódolásként MPEG-audió-t használ, viszonylag nagy sáv szélesség mellett (kb. 1,5 MHz) nagy adatátviteli sebességet biztosít (kb. 2,3 Mbit/s). Az alkalmazott modulációs eljárás a COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex), melyet a megcélzott mobilvétel miatt, a csatorna frekvencia- és idő-invarianciájának lekezeléséhez szükséges csatorna modulációs eljárással egészítették ki. A csatorna moduláció legfontosabb lépései: a pontozott konvolúciós hibavédelem, az idő- és a frekvencia átszövés, és a vivőnkénti differenciális QPSK moduláció. A mobilvétel és az egy-frekvenciás hálózat (SFN: Single frequency Network) kialakíthatóságának érdekében, valamint a figyelembe veendő hatalmas alkalmazási frekvencia tartomány miatt négyféle üzemmód használható a 2.2.9.1. táblázatnak megfelelően. A hangcsatornánkénti adatsebesség teljesen rugalmasan, az MPEG audióknak megfelelően 64 – 256 kbit/s között állítható.

A 30 MHz alatti frekvencia tartományokban két egymással nem kompatibilis megoldás verseng. Az egyik a DRM (Digital Radio Mundial) [4] amely napjainkban kerül szabványosításra. 9/10 és ezek többszöröse frekvencia sáv szélességben alkalmazható, természetesen flexibilisen definiált adatsebességek mellett. A forráskódolás helyettesít

A m
Channel D
fokozatos
analóg su
spektrum s



ktrális sáv

-Band On-
ő átmenet
digitális és
összetett

2.2.9.3. ábra, Az IBOC DSB összetett spektruma

Mindkét rendszerre jellemző, hogy a digitális információ átvitele OFDM modulációval történik, az egyes vivők QAM moduláltak, míg a csatorna kódolás leglényegesebb elemei: a FEC hibavédelem és a megfelelően hosszú, a terjedési viszonyokhoz optimalizált idő-átszövési eljárás. Az audio kódolás legfontosabb eszköze mindkét rendszerben az MPEG-4-ben továbbfejlesztett AAC [16], viszonylag alacsony (kisebb mint 20 kbit/s) bitsebesség mellett.

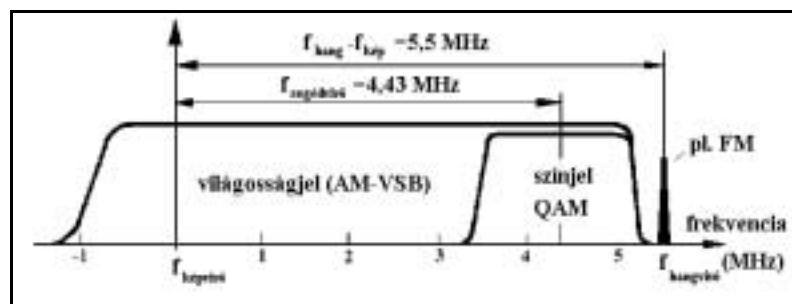
Digitális műholdas hangműsorszórás átviteli eljárásai.

A digitális műholdas műsorszórási célokra számos átviteli rendszer került kidolgozásra. Ezek közül a legfontosabb eljárás a DAB rendszer, amelynek van műholdas változata. A 2.2.9.1 táblázattal összhangban az alkalmazható üzemmódok a II. és a III..

Meg kell azonban jegyezni, hogy számos egyéb a szolgáltatóra jellemző hangműsorszórási eljárást is alkalmaznak. Ilyen pl. az ADR (Astra Digital Radio), amely a képpel párhuzamosan, de attól teljesen független tartalommal, az Astra műholdról, sztereo programonként átlagban 192 kbit/s-os adatsebesség mellett, MPEG audióban kódolt, DQPSK moduláció mellett továbbítja a hangcsatornákat.

Analóg földfelszíni képműsorszóró átviteli eljárások

Az analóg képműsorszórás annak kialakítása óta használja a csonka-oldalsávú amplitúdó modulációt (AM-VSB: Vestigial Side Band) a mozgókép fekete-fehér és szín információjának továbbítására. A legelterjedtebb három egymással nem kompatibilis (NTSC, PAL, SECAM) [6] FDM elvű rendszerben az összetett képjel (CVBS: Color Video Blanking Sync) modulálja a képvivőt, míg a hang egy, vagy két un. hang-segédvivőn, az analóg átvitelben általában frekvencia modulációval, míg digitális eljárás (NICAM: Near Instantaneously Companded Audio Multiplex) a QPSK

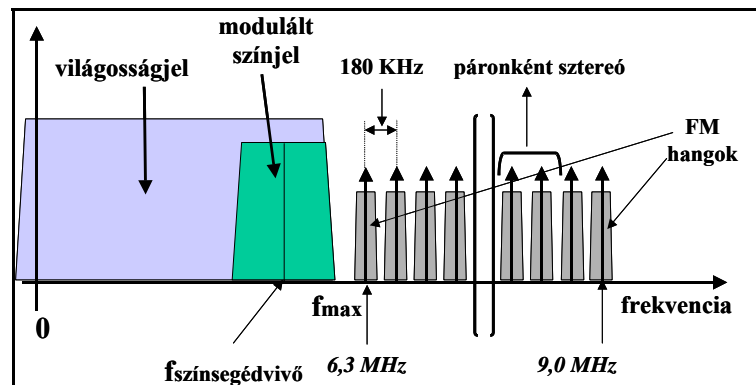


2.2.9.4. ábra, A PAL CVBS jel spektruma

valamilyen módozatában modulálja a segédvívöt. A [6] irodalomban megtalálható a rendszerek pontos specifikációja. A 2.2.9.4. ábrán csak szemléltetés végett rajzoltuk fel a PAL összetett jel spektrumát. További részletekre terjedelmi okok miatt nem térünk ki.

Analóg műholdas képműsorszóró átviteli eljárások

Jelenleg az analóg műholdas műsorszórás alapvetően háromféle kódolási eljárást használ. Az amerikai kontinensen az NTSC alapút, míg Európában a PAL-ra épülő megoldást használják. Létezik egy harmadik kódolási rendszer (MAC/packet: Multiplex Analogue Components [17]) is, mely jelentősége jelenleg minimális. A 2.2.9.5. ábrán felrajzoltuk a PAL jelre alapozott műholdas átvitel során a fő vívöt FM-ben moduláló összetett jel alapsávi spektrumát.



2.2.9.5. ábra, A PAL alapú műholdas összetett jel spektruma

A legfontosabb modulációs jellemzők a következők: A kép átvitele a földfelszíni műsorszórás FDM elvű rendszereit használja, az összetett jel kialakítása teljesen megfelel [6] irodalom található. A hang információ átvitele alapvetően az un. hangsegédvívök beiktatásával és azok frekvencia modulációjával történik.

Digitális földfelszíni képműsorszóró átviteli eljárások

A digitális földfelszíni képműsorszóró rendszerek Európában jelenleg kizárólagosan a DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial [7]) védjegyű megoldást alkalmazzák. Ezenkívül Észak-Amerikában az ATSC-t (Advanced Television System Committee [8]), míg Japánban az ISDB-t (Integrated Service Digital Broadcasting) dolgozták ki a digitális képműsorszórási célokra. Mindhárom rendszerre jellemző, hogy a videó forráskódolása az MPEG-2 videón [9] és rendszer

multiplexelése az MPEG-2 rendszer [10] szabványokon alapul. Az audió kódolás azonban különböző, hiszen az ATSC az AC-3 [11] audió forráskódolást, míg a DVB-T az MPEG-1 audió forráskódolást [12] alkalmazza.

Terjedelmi okok miatt csak a DVB-T-vel és azzal is csak vázlatosan foglalkozunk. A DVB-T szabvány definiálja a digitális földfelszíni sok-programos, normál és nagyfelbontású műsorszórás modulációs és a csatornakódolási jellemzőit.

Mint már említettük az alkalmazott forráskódolás a videóra az MPEG-2 Video, míg a hangra az MPEG-1 Audio. A program alkotó komponenseket az MPEG-2 System szerint kell multiplexálni. Az így kialakuló MPEG TS kerül a DVB-T csatornakódolóra, amely a következő fontosabb lépéseket hajtja végre:

- transzport multiplex adaptáció és a spektrumterítés,
- külső hibavédelmi kódolás(RS 204/188),
- külső konvolúciós átszövés,
- belső pontozott konvolúciós hibavédelmi kódolás,
- belső idő-átszövés,
- modulációs leképzés és QAM/QPSK moduláció,
- OFDM jel előállítás.

A rendszer kompatibilis az MPEG-2 TS (Transport Stream) adatfolyamban kódolt televíziós jellel. Tervezésénél fontosabb szempont volt, hogy megfelelő védelmet biztosítson a csatornán belüli és a szomszédos csatornás interferenciával szemben. További fontos követelmény volt, hogy a rendszer maximális spektrumhatékonyságot nyújtson az UHF sávban. Ezt az egyfrekvenciás hálózatok (Single Frequency Network: SFN) alkalmazásával érték el.

A moduláció a sokvívős ortogonális frekvencia osztásos multiplex (OFDM). Két működési üzemmód definiált: a 2k és a 8k mód. A 2k mód a kis SFN hálózatokhoz és az egyedüli adó működtetéséhez használható, míg a 8k mód ezek mellett még a nagy SFN hálózatoknál is alkalmazható. A csatornakódolás különböző típusú QAM modulációt és különböző belső kódolási arányokat alkalmaz. De pl. kétszintű hierarchikus csatornakódolás és moduláció is engedélyezett.

Digitális műholdas képműsorszóró átviteli eljárások

A digitális műholdas képműsorszóró rendszerek Európában jelenleg kizárólagosan a DVB-S (Digital Video Broadcasting by Satellite [13]) védjegyű megoldást használják. Ezenkívül, főleg Észak-Amerikában alkalmaznak a DVB-S-sel nem teljesen kompatibilis átviteli megoldásokat digitális képműsorszórási célokra (további részletekre területi okok miatt nem térünk ki).

A DVB-S szabvány definiálja a digitális műholdas sok-programos, normál és nagyfelbontású műsorszórás modulációs és a csatornakódolási jellemzőit, mind az FSS (Fix Satellite Services), mind a BSS (Broadcast Satellite Services) sávokban. A kódolási rendszer elsősorban a DTH (Direct To Home) szolgáltatásra készült azonban elosztási és szétosztási célokra is alkalmazzák. Az átviteli rendszer megalkotásakor elsődleges szempont volt a "tetszőleges" transzponder sáv szélességre történő adaptálhatóság.

A DVB-S videó forráskódolása az MPEG-2 videó [9], a hang forráskódolása az MPEG-1 audió [12] szabványokon alapul. Az alkotó program komponenseket az MPEG-2 System szerint kell multiplexálni. Az így kialakuló MPEG TS kerül a DVB-S csatornakódolóra, amely a következő fontosabb lépéseket hajtja végre:

- transzport multiplex adaptáció és a spektrumterítés,
- külső hibavédelmi kódolás (RS 204/188) (inner coding),
- külső konvolúciós átszövés,
- belső pontozott konvolúciós hibavédelmi kódolás (outer coding),
- moduláció előtti alapsávi jelformálás.
- QPSK moduláció.

A képműsorszórás kiegészítő, értéknövelő adatátviteli eljárásai

A képműsorszórás számos kiegészítő, értéknövelő egyirányú szolgáltatás továbbítására alkalmas. Ezek közül jelenleg legelterjedtebben használt a teletext rendszer, amely mind a digitális, mind az analóg elvű képműsorszórásban megtalálható. Természetesen az átviteli rendszer gyökeresen eltér a kétféle technológia esetében. Szintén területi okok miatt a teletexten kívüli egyéb járulékos szolgáltatásokkal nem foglalkozunk, míg a teletext esetében néhány rövid gondolattal igyekszünk a továbbító rendszert bemutatni.

Az analóg képátviteli rendszerekben a teletext továbbítása a következő fontosabb paraméterekkel rendelkezik [14]:

- az átvitel időosztásos (TDM), hiszen a tv-jel félkép-kioltási idejében, az aktív kép és hangtartalom zavarása nélkül továbbítjuk a teletext adatok,
- az átvitel bináris, NRZ kódolással,
- az adatsebesség majdnem 7 Mbit/s (6,9375 Mbit/s),
- az adat beültetés előtt a szabályozott szimbólum közti áthallás biztosítása végett a megfelelő spektrumformálást végre kell hajtani. A digitális képátviteli

rendszerekben a teletext továbbítása egyszerű multiplexeléssel történik, amelynek során az MPEG TS-be a megfelelő azonosítók alkalmazásával beültetjük a teletext bináris információt [15].

Irodalomjegyzék

[2.2.9.1] Rec. ITU-R BS.643-2 System For Automatic Tuning And Other Applications In FM Radio Receivers For Use With The Pilot/tone System;

[2.2.9.2] ETS 300 751, Radio Broadcast Systems; System for Wireless Infotainment Forwarding and Teledistribution (SWIFT);

[2.2.9.3] ETSI EN 300 401, Radio Broadcast Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers;

[2.2.9.4] ITU-R BS. System For Digital Sound Broadcasting In The Broadcasting Bands Below 30 MHz;

[2.2.9.5] NN: SES-ASTRA-ADR, MPM/93-F142B, CD, MPM/93-F115B;

[2.2.9.6] ITU-R Section 11A: Conventional, Enhanced and High-Definition television Systems: Recommendation ITU-R BT.470-4: Television Systems;

[2.2.9.7] ETSI EN 300 744, Digital Video Broadcasting Systems for television, Sound And Data Services; Framing Structure, Channel Coding And Modulation For Digital Terrestrial Television, 1998;

[2.2.9.8] ATSC Standard A/53, Digital Television Standard, 1995;

[2.2.9.9] ISO/IEC 13818-2, Information Technology, Generic Coding Of Moving Pictures And Associated Audio: Video Part, 1994;

[2.2.9.10] ISO/IEC 13818-1, Information Technology, Generic Coding Of Moving Pictures And Associated Audio: System Part, 1994;

[2.2.9.11] ATSC Standard A/52, Digital Audio Compression (AC-3), 1995;

[2.2.9.12] ISO/IEC 11172-3, Information Technology, Coding Of Moving Pictures And Associated Audio For Digital Storage Media at up to 1.5 Mbit/s: Audio part, 1992;

[2.2.9.13] ETSI EN 300 421, Digital Video Broadcasting Systems for television, Sound And Data Services; Framing Structure, Channel Coding And Modulation For 11/12 GHz Satellite Services, 1996;

[2.2.9.14] ETSI EN 300 706, Enhanced Teletext Specification, 1997;

[2.2.9.15] ETSI EN 300 472, Specification For Conveying ITU-R System B Teletext In DVB Bit Stream, 1997;

[2.2.9.16] ISO/IEC 14496-3 Information Technology, Coding of Audio-visual Objects: Audio, 1998;

[2.2.9.17] ETS 300 250, Television Systems, Specification Of The D2-MAC/packet system;

Web címek :

www.etsi.org

www.itu.org

www.dvb.org

www.digitag.org

www.drm.org

www.mpeg.org

3. Kapcsolás, protokollok

A kommunikációs hálózatokban a magas színvonalon kiépített kapcsolatközpontoknak még hosszú ideig szerep jut a távközlési forgalom lebonyolításában. Mindazonáltal forradalmi változásnak vagyunk részesei a mobil kommunikáció, az Internet és a multimédia térhódítása terén. Mindezek az új technológiák, eljárások és módszerek nagy értékben építenek a távközlési protokollokra és távközlési szoftverekre.

Jelen fejezet összefoglaló képet ad a kapcsolóközpontok világáról retrospektív módon. (3.1, 3.2. alfejezetek.) A régi kapcsolóközpontok a következők funkcionalitásokat tartalmazták:

- A kapcsolót,
- A kapcsoláshoz szükséges intelligenciát,
- A jelutakat, valamint
- A központ működését vezérlő jelzéseket.

Az Internet útvonalválasztói és a jelenlegi kapcsolóközpontok is alapvetően ugyanezen az elven működnek, bár a további funkciók, mint például a számlázás, a működési és forgalmi statisztikák készítése, valamint az automatikus önjavító képességeik a legtöbb esetben már jóval kifinomultabbak.

A jelen fejezeten belül külön alfejezet foglalkozik a digitális kapcsolástechnika hálózati jelzésrendszerével, áttekintő képet ad a mobil kommunikáció rendszertехnikai felépítéséről és protokolljairól. A modern kapcsolástechnika forgalmi kérdésköre újabb nagy kihívást jelent. A hálózatok forgalmi viszonyainak tervezési kérdéskörét tekinti át a **3.3** alfejezet.

A meglévő hálózatokon újabb és újabb megoldásokat és szolgáltatásokat a kommunikációs protokoll segítségével nyújthatunk. A **3.9** alfejezet áttekintő képet ad a protokollok tervezési folyamatáról, melyek a tervezési folyamatban kiemelten fontos szerepet játszanak a távközlési világ által elfogadott és széles körben használt formális leíró nyelvek és módszerek. A fejlett protokoll fejlesztési módszerek eredményeképpen nagyméretű szoftverek és protokollok állíthatók elő, azonban mindenkor ellenőrizni kell a megfelelőséget. A konformancia tesztelés folyamatát tárgyalja a **3.10** alfejezet.

A kommunikációs hálózatok világában kiemelt szerep jut az IP technológiának. Az IP és az általa nyújtott szolgáltatások minőségének témakörét tárgyalják a **3.6**, és a **3.8** alfejezetek. Hálózatainkban igen széles körben használatos az ATM technika, ennek kérdéskörét mutatja be a **3.7** alfejezet.

Jelentős az erőfeszítés napjainkban a hálózati megoldásokon nyújtandó újabb és minőségileg igényes szolgáltatásokra. A következő alfejezetek a kapcsolástechnika, jelzéstechnika, az IP, AM és GSM rendszertechnika tárgyalásán túl nagy teret szentelnek a kommunikációs protokollok világának.

Fejezet szerkesztő: dr. Csopaki Gyula, Dibuz Sarolta

3.1. Kapcsolástechnika áttekintése

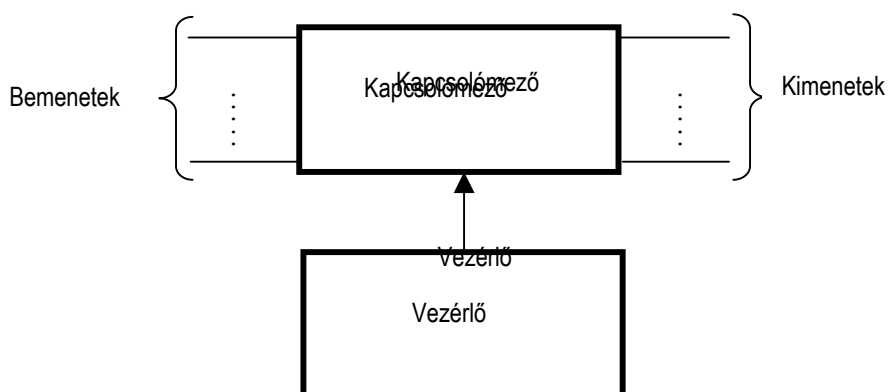
Szerzők: dr. Frajka Béla, dr. Csopaki Gyula

Lektor: dr. Lajtha György

Az áttekintés a kapcsolt közcélú távbeszélő hálózatok (PSTN) térosztásos előfizetői központjainak fejlődését tekinti át. A mai osztályozás szerint ezek a központok az áramkörkapcsolás elvén működnek, amely elve több mint 100 éven keresztül egyeduralgó távközlő hálózati technika volt. Ezt alkalmazták a későbbi telex, a keskeny sávú ISDN, a mobil, sőt az első adat hálózatok is. Pl. az 1980-as évek elején Budapesten üzembe helyezett tárolt-program vezérlésű adat és telex központ. (NEDIX)

Kapcsolóközpontok fő funkciói

Kapcsolóközpont általános blokkdiagramját a 3.1.1 ábra szemlélteti. Az elvi ábrázolások a kapcsolómezőt általában két oldalasnak tüntetik fel: az egyik oldalon az összeköttetést igénylő áramkörök (csatornák), röviden bemenetek, a másik oldalon az igény kiszolgálására alkalmas áramkörök, kimenetek láthatók. A megvalósítások többsége követi ezt az elrendezést. Léteznek olyan megvalósítások is, ahol mindkét áramkörcsoport egy oldalon található s ezeket visszahajtott (folded back) kapcsolómezőnek hívják.



3.1.1 ábra. Kapcsolóközpont általános blokkdiagramja

A kapcsolómező feladata a bemenetek és a kimenetek időleges összekapcsolása. A kapcsolás lehet térosztásos, frekvenciaosztásos vagy

időosztásos, azaz az egyidejű összeköttetések térben, frekvenciákban, vagy időben vannak a kapcsolómezőben egymástól elkülönítve.

A vezérlő fő feladata az igényelt összeköttetés felépítése a kapcsolómezőben. Az összeköttetést igénylő (előfizetői végberendezés vagy egy másik központ) megadja a rendeltetési hely címét (hívószámát) a vezérlőnek, aminek alapján a vezérlő meghatározza a megfelelő kimenetet, majd a két végpont összekapcsolására rendelkezésre álló kapcsolási utak közül kiválaszt egy szabadot, lefoglalja azt és a megfelelő kapcsoló elemek működtetésével létrehozza a kapcsolatot. A vezérlő egyben értesíti a kimenet másik végét kezelő berendezést az összekapcsolásról. (Analog előfizetői vonal esetén csengető jelet küld a vonalon, központok közötti áramkör esetén pedig átküldi a másik központnak mindazon információkat, melynek alapján ez utóbbi az összeköttetést a rendeltetési cím felé ki tudja terjeszteni.)

A kapcsolási funkciók mellett lényeges feladata a központnak az összeköttetés vezérlésével kapcsolatos információk fogadása, kiértékelése és küldése, amit a jelzésrendszerek valósítanak meg. A jelzésrendszerek két nagy csoportba oszthatók: úgymint előfizetői és központok közötti jelzésrendszerekre. Az előfizetői jelzésrendszerek egyszerűbbek, mint a központok közöttiek, részben mert a helyi központ számos jelzést jelzőhangokkal tudat a használókkal és a használók értékelik ki ezek jelentését, másrészt a központok közötti üzemeltetést támogató jelzések is vannak.

Térosztásos távbeszélőközpontok

Csaknem 2 évvel a telefon feltalálása után, 1878. január 28-án New Havenben (Connecticut, USA) helyezték üzembe az első távbeszélőközpontot, 21 előfizetővel. [3.1.1, 49. o.] Magyarország is igyekezett lépést tartani ezzel a fejlődéssel, hisz első távbeszélőközpontja Budapesten, 1881. május 1-én kezdett szolgáltatni, 50 előfizetővel, majd ezt rövidesen további budapesti és nagyobb vidéki városok központjai követték [3.1.3, 66. o.]

A térosztásos központok változatai kézikapcsolású, elektromechanikus és tárolt-program vezérlésű kategóriákba sorolhatók.

A **kézikapcsolású (manuális) központokban** az általános blokkdiagram két fő egysége a valóságban is elkülönült: a kapcsolószekrényre és a kiszolgáló kezelőre. A fejlett konstrukciókban az előfizetői vonalak a kapcsolószekrény függőleges

síkjában szerelt kapcsolóhüvelyekben végződtek (mellettük az előfizető hívását jelző eszközzel) és összekapcsolásukat a kezelő dugasz párban végződő zsinóráramkörökkel végezte. Kezdetben az előfizetői készülékek mikrofonjának táplálása helyi telepről (Local Battery) történt. A hívó előfizető hívási szándékát a készülékében lévő induktorral jelezte a központnak, s kezdetben a kezelő is induktorral csengette fel a hívottat.¹

Az 1890-es években a műszaki fejlődés eredményeként az LB táplálást fokozatosan a CB (Central Battery) táplálás váltja fel, s a tápáram egyúttal automatikusan közvetíti az előfizető jelzéseit (a kézibeszélő helyzetét) a központba. A kézibeszélő felemelésekor egy érintkező pár egyenáramúlag zárja az előfizetői hurkot s a központban az egyenáram megindulását egy jelfogó érzékeli, ami egy lámpát gyújt ki a kapcsolóhüvely mellett.

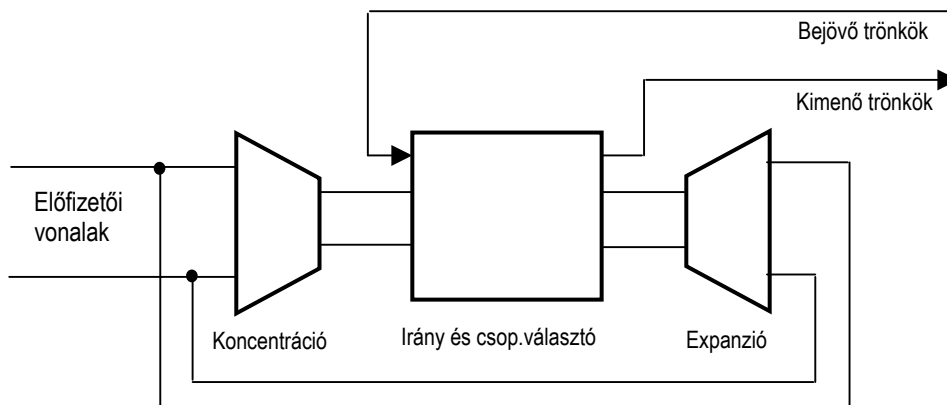
A CB rendszerű központok automata zsinóráramkörei a kezelők munkájának egy részét is átvették s ezáltal a kezelők lényegesen több hívást tudtak kezelni. A CB rendszer nagyobb előfizetői vonal kapacitású központokat, jobb szolgáltatást, kezelők hatékonyabb kihasználását, stb eredményezte.

Az **elektromechanikus központok** a kapcsolástechnika 2. generációját jelentik. A sok rendszer közül csak egy-két markáns központot és a hazai hálózatban is alkalmazott rendszert mutatunk be.

A központok megjelenése után rövidesen többen is (főleg az USA-ban) foglalkoztak a kezelők géppel történő kiváltásával. Az első, gyakorlatban is használható megoldást Almon B. Strowger szabadalmaztatta (1891). [3.1. 61.] A **STROWGER** kapcsológép egymás fölé helyezett 10 szinten (emeleten), szintenként félkörívben elrendezett 10, összesen 100 ívpontot és az ívpontokkal érintkezésbe hozható surlódó keféet tartalmazott. A keféet először a megfelelő szintre, majd a szinten belül a megfelelő pozícióba az előfizetők közvetlenül vezérelték. A kefe mozgását egy emelő és egy forgató mágnes végezte. A mágnesek egy-egy gerjesztésre egy-egy pozícióval (emelés, forgatás) változtatták meg a kefe helyzetét. Ezt a működési módot lépésenkénti (step-by-step, SxS) működésnek nevezik. A választó gép elé egy újabb választó fokozatot iktatva, a 10 emeletnek megfelelően 10 vonalválasztó gépcsoport közül lehet választani, s így a központ kapacitása 1000

¹ A mai központokban használt csengető jel paraméterei (feszültség, frekvencia) innen származnak.

vonalgig bővíthető. A Strowger rendszerben egy helyi központ kapacitásának felső határa 10 000 vonal, ami további csoportválasztó fokozat beiktatásával érhető el.



3.1.2 ábra. Helyi központok kapcsolómezőjének szerkezete

A csoportválasztó gépek számát nagy mértékben lecsökkentették, amikor koncentráció fokozatot iktattak be az előfizetői vonalak és az első csoportválasztó fokozat közé. Ezzel kialakult a léptető gépes helyi központok kapcsolómezőjének a 3.1.2 ábrán látható általánosan használt szerkezete.

Azokban a központokban, ahol a kapcsolási út kiválasztása és a kapcsoló elemek vezérlése teljesen elkülönül a kapcsoló elemtől, így a cross-bar és a tárolt-program vezérlésű központokban, a külön koncentrációs és expanziós fokozatot egyesítették. Az egyesített fokozatot előfizetői fokozatnak hívják.

A SxS rendszerek, különböző márka név (Strowger, Siemens, Angliában "director", stb.) alatt az összes kontinensen elterjedtek. Az angol director rendszertől eltekintve, valamennyi a **közvetlen vezérlést** alkalmazta. A közvetlen vezérlés előnye egyszerűségében rejlett, viszont az előfizetők hívószáma a központ kapacitásától és a központ hálózati hierarchia helyétől függően különböző hosszúságú (nyílt számozás) volt. A távhívás megjelenésekor ez kényelmetlenséget okozott az előfizetőknek. (Ugyanazt az előfizetőt más-más helyről esetleg más-más számmal lehetett elérni.)

A forgókefés kapcsológépes rendszerek másik nagy családja a **közvetett vezérlési** elvet alkalmazza és motor hajtású rendszereknek is szokták nevezni. A kapcsológépek keféinek mozgását közös tengely végzi.

A hívó előfizetőtől jövő választási információt a regiszter fogadja és tárolja, majd vezérli az összeköttetés felépítését. A közvetett vezérlés lehetővé teszi, hogy a kapcsológépek vezérlése a tízes számrendszertől eltérjen.

A közvetett vezérlés mellett műszaki (egyszerűbb kapcsológép), és telefon forgalmi érvek szóltak. Megfigyelték, amit később Erlang B formulája is igazolt, hogy a forgalmas órában a kiszolgáló árákörök kihasználtsága (teljesítménye) emelkedik, ha az egy csoportban lévő kiszolgálók száma növekszik. Pl.: $B = 0,005$ blokkolási valószínűség mellett egy tízes nyaláb áramköri kihasználtsága 0,4 erlang, a huszasé 0.55 erlang, a harmincasé pedig 0.63 erlang. A teljesítmény növekedés lényegesen gazdaságosabb trónkhálózatot, a központon belül pedig kevesebb kapcsológépet eredményez.

A közvetett vezérlésű forgókefés kapcsológépes rendszerek között a legismertebb az ITT Rotary központ családja (a rendszer családot a "7" szám, család tagjait pedig a 7 mellett szereplő betűk jelölték. Ismertebbek: 7A (nagyvárosi), 7DU (kisvárosi) központ) és az LM Ericsson AGF központja. A 7A rendszer és az AGF rendszer a választó fokozatok vezérlését revertív (kapcsológépek mozgásuk közben a beszéd vezetékeken impulzusokat küldenek vissza a regiszterbe) impulzusokkal végezte.

A **ROTARY** 7A-1² rendszer továbbfejlesztett változatában, a 7A-2 rendszerben a választógép kapacitása 300 ívpont, amit 10 emeletre osztottak fel, egyenként 30 ívponttal. A választás itt is két-irányú, de az érintkező kefe emelését a kefekiváltás (aktiválás) helyettesíti. (A 10 emeletnek megfelelően 10 kefe készletet tartalmaz a kefeszán.)

A választógép vonalválasztó funkcióban 400 állomás (200 fő- és 200 ikerállomás) kapcsolását végzi. A középső 100-as ívcsúcs blokkra vannak kötve a közösívpontú ikerállomások vonalai. Az ikerállomások alkalmazásának elsődleges célja az előfizetői vonalak számának csökkentése. A magyar mérnökök által kifejlesztett megoldás egyúttal a központ kapacitásának bővülését is eredményezte. [3.1.3, 101. o] Két csoportválasztó fokozattal a központ kapacitása 40 000 előfizető. A koncentrációs fokozatban, valamint a regisztert kapcsoló fokozatban egy-mozgású, kereső típusú gépet alkalmaztak.

² A magyar távbeszélő hálózatot Rotary rendszerű központokkal automatizálták. Az első 7A központot 1928-ban helyezték üzembe a Krisztina épületében.

A Rotary család másik bevált tagja a 7DU központ. Ebben egy-mozgású, 100 ívpontos kereső típusú kapcsológépet (egyszerűbb gyártás) alkalmaztak minden kapcsolási fokozatban és a kapcsológépeket a regiszter előre irányú impulzusokkal vezérelte. A regiszterből küldött számjegyeket nem a kapcsológépek fogadták, hanem a vezérlő áramkörök, amelyek több (pl. 10) kapcsológép számára közösek voltak. A vezérlő áramkör a fogadott számjegy(ek) alapján elektromosan megjelölte azt az ívcsúcs (vonalválasztás) vagy ívcsúcs csoport (csoport választás) pozíciót, amelyre a gép keféjét vezérelni kellett, majd a gép megkereste a megjelölt pozíciót. Az egybefüggő ívcsúcs blokk lehetővé tette, hogy a CSV fokozatokban a tízes nyalábtól eltérő nyalábokat is lehetett képezni, ha ezt a forgalmi viszonyok igényelték.

Az **AGF rendszer** kapcsológépe 500 "ívpontos", 25x20-as csoportosításban. Az ívpontokat és a multiplikációt (egy csoportot alkotó gépek azonos ívpontjainak összekábelezése) kereteken kifeszített, kellően merev csupasz huzalok helyettesítik, ami jelentős anyag és munka megtakarítást eredményezett. A multiplikáció teljesen el van választva a kapcsológéptől, s húszas kereteket alkotnak. A keretek, félkörnél kisebb körív mentén, sugár irányban vannak függőlegesen felállítva.

A lapos kapcsológépen a kefeszerelvény egy forgó korongra van szerelve, amelynek elfordulásával lehet a keféket a kívánt sorra állítani, majd ezt követően sugár irányban mozgatni a keféket. A kapcsolás befejezése után a kefeszerelvény ellenkező irányú mozgást végez, amit az állandóan forgó tengelyhez történő kapcsolódás forgás irányának megfordításával értek el. A gépek dugaszolható kivitelben készültek, így az egy kereten lévő gépek száma rugalmasan változtatható (pl. bővítés), a meghibásodott gépek egyszerűen cserélhetők. A központban ugyanazt a gép típust használják a csoportválasztó, a vonalválasztó és a hívás koncentráló fokozatban. Ez utóbbi azt jelenti, hogy az előfizetői vonalak egyetlen multiplikációhoz csatlakoznak, és ugyanazon a kereten található a vonalválasztó és a híváskereső gépek. A rendszer robusztus konstrukcióját bizonyítja, hogy az 1930-as években Miskolcon felszerelt központ az 50-es években Egerbe történt áttelepítése után is jól működött.

A távolsági összeköttetések terjedése, valamint az előfizetők számának növekedése rávilágított a forgókefés kapcsológépek gyengéire: lassú működés, zajosság és nagy karbantartási munka igény (5 óra/év/előfizető). Ezek csökkentésére

az elektromechanikus technológiában a jelfogó a legalkalmasabb, viszont a jelfogós kapcsolómátrixok költségesek, a keresztpontonként szükséges mágnesek miatt

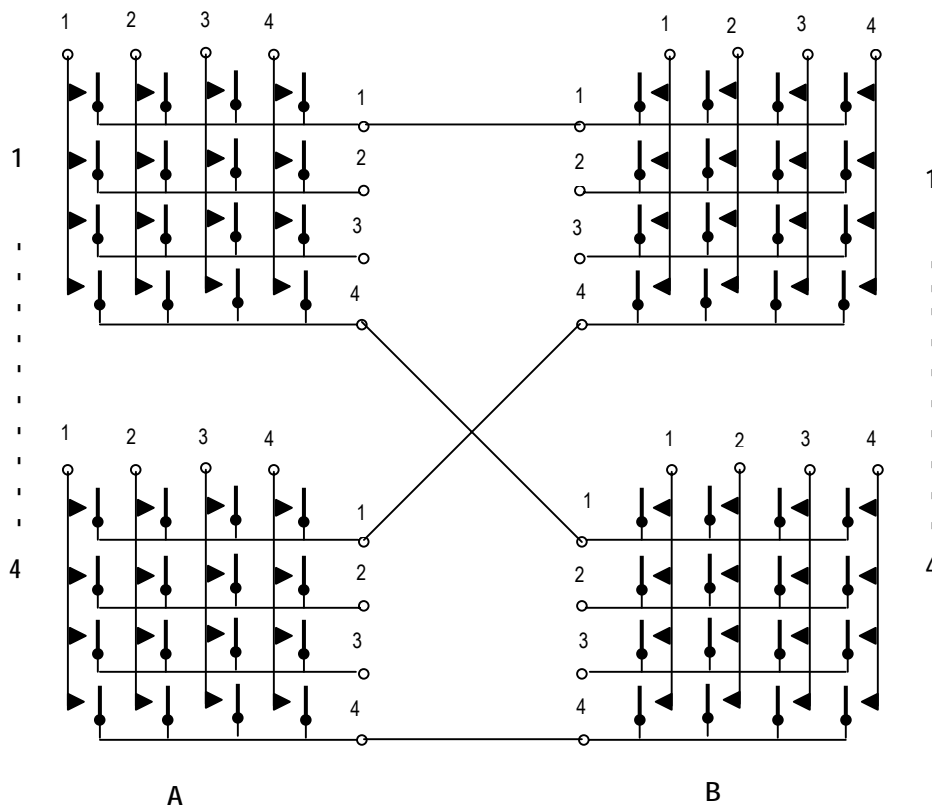
A 3.1.3 ábrán egy-vezetékes, jelfogó érintkező szimbólummal ábrázolt 4x4-es kapcsolómátrixok láthatók, az egyszerűség kedvéért a működtető mágnesek feltüntetése nélkül. (A koordináták metszéspontjában elhelyezett kapcsoló elemet az irodalom keresztpontnak nevezi.) Egy adott be- és kimenet összekapcsolása a metszéspontjukban található keresztpont működtetésével (zárásával) és az összeköttetés ideje alatti zárva tartásával (kapcsolási memória) történik. A függőlegesek számát n -el, a vízszintesek számát m -el jelölve, a keresztpontok egyedi vezérlése $n \times m$ mágnes igényel.

Koincidenciás szelekcióval a mágnesek száma $n+m$ értékre csökkenthető, ha a mágnesek hatását a keresztpontokra valamilyen alkalmas módszer továbbítja, például rudak kis mérvű elfordulása. A **crossbar** kapcsoló ezekről a rudakról kapta elnevezését. (A crossbar gépet a svéd Betulander már 1919-ben megalkotta.) Az oszlop mágnes a rúddal és a függőleges mentén elhelyezett érintkezőket egy közös mechanikai egységként gyártják, az álló érintkezőket multiplikálva lemez vagy huzal formájában. Az egységet hídnak nevezik, amit felfoghatunk, mint egy m rugócsomagos jelfogó. A vízszintes, vagy más néven jelölő mágnes feladata kijelölni, hogy a híd melyik keresztpontja záródjék. A jó minőségű érintkezés céljából az érintkezők nemesfémből készültek, ezért gazdaságossági szempontok kis keresztpont számú (10, vagy 20) hidak alkalmazását indokolták.³ Az egy közös mechanikai vázra szerelt hidakat a hozzátartozó jelölő mágnesekkel és rudakkal nevezik crossbar gépnek. A hidak vízszintes kimeneteinek multiplikálásával tetszőleges méretű mátrix képezhető, a közös mechanikai váz és jelölés a mátrix méretét nem befolyásolja.

Nagyobb kimenetű kapcsolók kis keresztpontszámú hidakból készített kapcsolómátrixok kaszkádba kapcsolásával építhetők. A 3.1.3 ábrán egy 4x4-es mátrixokkal képzett 16x16-os, kétfokozatú linkkapcsolás látható. A beépített keresztpontok száma 128. Ugyanilyen kapacitású kapcsolót megvalósító 16x16-os kapcsolómátrix 256 keresztpontot igényel. A linkkapcsolás csökkenti a kapcsolómezőben szükséges keresztpontok számát, azonban ennek ellentétetele

³ Pl. egy N ívpontos forgó kefések kapcsológéppel létesített kapcsolatnál 1 ívpont van hasznosan lefoglalva és $(N-1)$ fölöslegesen. Foszforbronzból készült ívpontnál ez még elviselhető volt.

van: szabad kimenet választása feltétel függő, azaz az oda vezető link is legyen szabad.

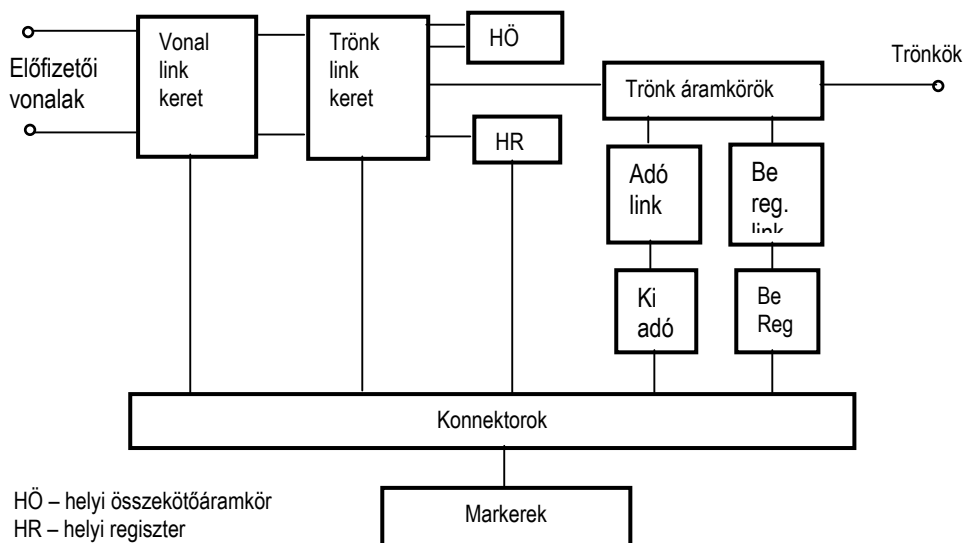


3.1.3 ábra. Kétfokozatú linkkapcsolás

Készíthetők 3, 4 vagy még több fokozatú kapcsolások is. (Ki- és bemenetek számának emelése, vagy az összekapcsolási lehetőségek – utak – növelése céljából.) Linkkapcsolást a crossbar rendszerekben vezették be s azóta minden nagykapacitású kapcsolómező (még a digitális is) ezen az elven készül.

A crossbar rendszerű központok az 1930-as évek végén jelentek meg az USA-ban. Az AT&T crossbar helyi központjának fejlett változata a **No 5 Crossbar rendszer** [3.1.4, 8. Fejezet] megnevezést kapta, s vázlatos blokkdiagramja a 3.1.4 ábrán látható.

A kapcsolómezőt a vonal link és a trónk link modul alkotja. Mindkét modul kétfokozatú linkkapcsolás, a kapcsológép 20 drb 10 keresztponos hidat tartalmaz.



3.1.4 ábra. No. 5 Crossbar egyszerűsített blokkdiagramja

A rendszerben a vezérlési funkciókat tovább bontották. A viszonylag hosszú tartásidejű regiszterekből kiemelték a bonyolult összeköttetés vezérlési funkciókat és azokat a markerek valósítják meg. Ezek tartásideje rövidebb és így sokkal kevesebb kell belőlük, mint regiszterekből. Viszont nagyon bonyolultak. A nagy bonyolultságú marker áramkörök tervezése tudományos módszerek alkalmazását igényelte. Ekkor vette kezdetét a logikai áramkörök tervezésének elmélete.

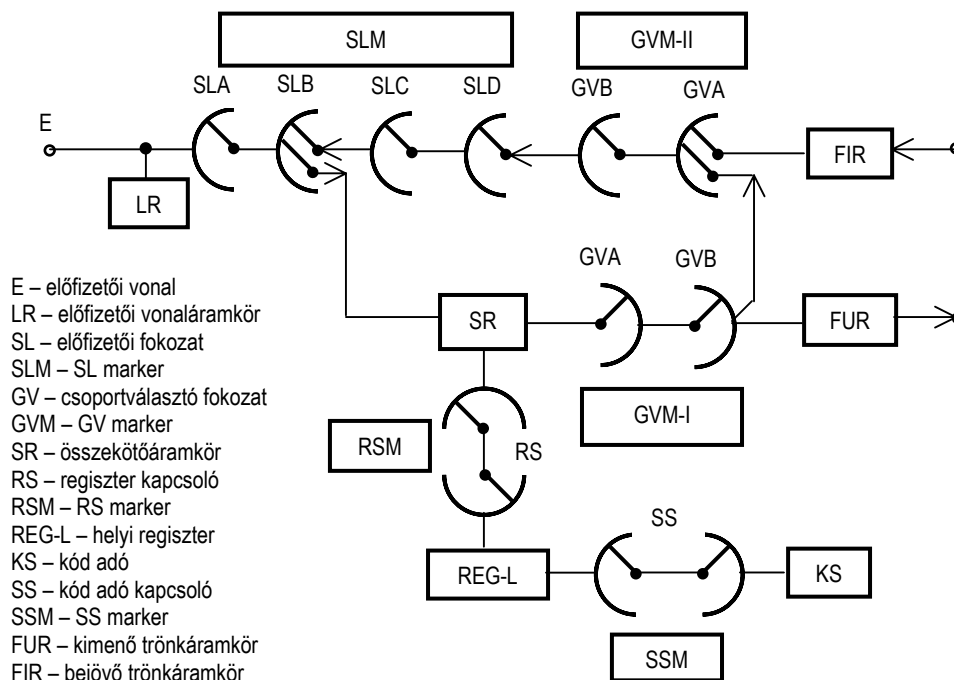
A kapcsolómező vezérlésnél a **közös vezérlési** elvet alkalmazták. Szabad kapcsolási út keresése majd felépítése a két modulban egyidejűleg történik. A közös vezérlésű kapcsolómezőben kevesebb kapcsolási út szükséges, mint a fokozatonként vezéreltben. A markerek a sok érintkezős konnektor áramkörökön keresztül kapcsolódnak a modulokhoz, a regiszterekhez és a jelzés adókhoz.

Európában az első crossbar központot az LM Ericsson helyezte üzembe az 1950-es évek elején. [3.1.1, VIII. Fejezet] Az AR⁴ crossbar család nagyvárosi központjának, az **ARF 102** központnak a blokkdiagramját mutatja a 3.1.5 ábra. Az Ericsson crossbar gép 10 drb 20 keresztponthoz és 10 jelölő és 2 választó mágneset tartalmaz. Az egyszerű áttekinthetőség kedvéért a diagramokon a hidat a forgókefék technikából ismert szimbólummal ábrázolták. A hídnak a kefe, a keresztpontoknak az ívpont szimbóluma felel meg, s így egyszerűen nyomon követhető a fokozatok közötti linkek bekötése.

⁴ Magyarország 1968-ban megvásárolta a rendszer licencét.

3.1.5 ábra. ARF 102 központ blokkdiagramja

Az ARF rendszer fokozatonként vezérelt, aminek eredményeként az egyes fokozatokban valamivel több kapcsolási út szükséges, viszont lényegesen



egyszerűsödnek a marker áramkörök. Az előfizetői fokozat a kimenő forgalmat két fokozattal (SLA-SLB) koncentrálja, a végződő forgalmat pedig 4 fokozaton át expandálja. Az alap kétfokozatú csoportválasztó modul kimeneteinek száma egy harmadik fokozat hozzáadásával tovább bővíthető, a kapacitás és a forgalmi igényeknek megfelelően.

Gazdasságossági megfontolásból és a különböző jelzésrendszerű központok együttműködési követelménye miatt ebben a rendszerben is kiemelésre került a regiszterből a választási információt továbbító funkció, amit a kódadók valósítanak meg. Az AR rendszer regiszterközi jelzésrendszere az R2 MFC jelzésrendszer. A kódadó kapcsoló fokozat segítségével a regiszter hívás felépítés közben is változtathatja a kódadót (jelzésrendszert). A kódadó különválasztása a regisztertől azért is előnyös, mert az üzemeltetés folyamán szükségessé váló változtatásokat kevesebb helyen kell elvégezni.

Crossbar rendszerű központot még számos vállalat dolgozott ki. Ezek rendszertechnikailag nem hoztak lényeges újdonságot az előzőekhez képest. Bár nem nyert tömeges alkalmazást, de említésre érdemes a magyar ipar által az 1960-

as évek első felében kifejlesztett elektronikusan vezérelt rural központ rendszer, az ECR család. [3.1.5]

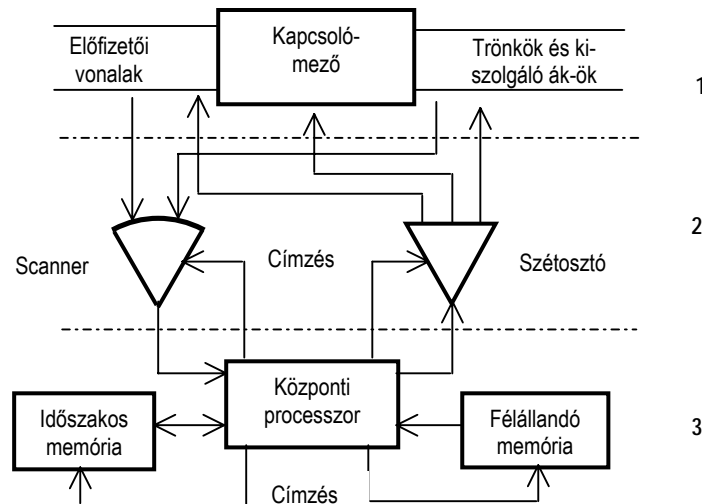
Az első **tárolt-program vezérlésű központ**, A Bell Laboratóriumokban kifejlesztett **No. 1 ESS** (Electronic Switching System) [3.1.5, 11. Fejezet] központot 1965. májusában helyezték üzembe világméretű intenzív kutató munka eredményeként. [3.1.2, II. és V. fejezetek] A kutató munka a telefonközpontok elektronizálására irányult. A huzalozott-program vezérlésű (mai terminológia szerint) crossbar központok bevált rendszertechnikájára alapozva, a nagyobb megbízhatóságú elektronika nagy sebességétől a hardver igény további csökkenését, azaz gazdaságosabban gyártható és üzemeltethető központot reméltek. A kor elektronikai alkatrész választékával (vákuum csövek, gázzal töltött hidegkatódos csövek, korai tranzisztorok és diódák) a teljes elektronizálás nem volt megvalósítható. PI. az elektronikus keresztpontú kapcsolómezőhöz teljesen új készülékeket kellett kifejleszteni, ami a gazdaságosság ellen hatott, mert ebben az időben már hatalmas mennyiségű készüléket kellett volna lecserélni a meglévő központok kiváltásakor. Továbbá a nagy térosztásos elektronikus kapcsolómező nem teljesítette az átviteltechnikai követelményeket sem. (áthallás.)

A Bell Laboratóriumokban felismerték, hogy a gyártó és az üzemeltető követelményei (gazdaságosság, szolgáltatások bővítése és egyszerű bevezetése, stb) a tárolt-program vezérlésű (Stored Program Control) központokkal teljesíthetők. A hívások vezérlése egyszerű logikai (és aritmetikai) műveletek szekvenciájával leírható, amit memóriában lehet tárolni és előhívni. A processzor idejének jó kihasználása érdekében a keresési és választási műveletek ne a tényleges kapcsolómezőn, hanem annak a memóriában leképzett tükörképén történjen, (map-in-memory technika) elkerülendő a gyakori és lassú input/output műveleteket. A rendszer vázlatos blokkdiagramja (3.1.6 ábra) gyakorlatilag a 3.1.1 ábrán látható felosztást (1 és 3 rész) tükrözi vissza, kiegészítve a két rész közötti kommunikáció eszközeivel (2 rész).

A kapcsolómező a rövid áramimpulzussal vezérelhető, mágnes tartású, fémes érintkezőjű ferreed (ferrite + reed) keresztpontú mátrixokból készült.

A központi processzor diszkrét félvezetőkből készült s így nagyon drága volt. Ezért minden információ kiértékelési, feldolgozási és tárolási feladatot ebbe vontak össze, (centralizált vezérlés.), a kapcsolómezőhöz csatlakozó áramkörök csak

minimális hardvert tartalmaztak. A hívások feldolgozásával kapcsolatos adatokat ferrit memória, a programokat és a félállandó (központ függő) adatokat twistor (nem destruktív) memória tárolta.



3.1.6 ábra. No.1 ESS vázlatos blokkdiagramja

A központ biztonságos üzemét (max 2 óra össz kiesés 40 év alatt) a vezérlő rendszer (processzor és memóriák) duplikálásával biztosították. A vezérlők szinkron duplex üzemmódban működnek: mindkét processzor ugyanazt a hívást dolgozza fel, de csak az egyik, az aktív vezérli a telefonos perifériákat. Ha hiba, vagy egyéb (operátori parancsra) ok miatt át kell váltani a másik vezérlőre, ez hívás elvesztése nélkül megvalósítható.

A scanner periódikusan letapogatja a telefonos perifériák állapotát, ezeket a következő periódusig memóriájában megőrzi, hogy a szolgáltatási igényt jelölő állapotváltozásokat meg tudja állapítani. (Eseményt mindig állapotváltozás jelent.) A valós idejű működési követelmény teljesüléséhez hívásdetektálás céljából az előfizetői vonalakat átlagosan 100 ms-ként, a tárcsázási fázisban lévő vonalakat pedig szigorúan 10 ms-ként tapogatta le a processzor. Ez a gyakori, de egyszerű rutin feladat a processzor idejének jelentős részét kötötte le, ami miatt a központ vonalkapacitása jelentősen elmaradt a tervezettől. A hívás feldolgozási kapacitás növelése érdekében a továbbfejlesztett változatban a rutin feladatokat egy előfeldolgozó processzor, a Signal Processzor (szintén duplikált) végezte és adta át az eseményeket további feldolgozásra a központi processzornak.

A technológiai fejlődés eredményeit beépítve (1A processzor, remreed, stb) a rendszer méretei, fogyasztása, gyártási és üzemeltetési költségei jelentősen csökkentek. A 60-as évek második felében több központ gyártó cég fejlesztett ki tárolt-program vezérlésű központot. Ezek rendszertechnikában gyakorlatilag a No. 1 ESS-t követték. Kapcsolómezőben szintén fémes érintkezőt használtak, a reed jelfogó áramtartásos változatát, vagy crossbar elven működő, áram nélkül tartó (mágnesek méretének csökkentése céljából) speciális kapcsolókat. A francia CIT Alcatel cég a duplikált processzorok üzemmódjával a terhelés megosztásos (load sharing) üzemmódot alkalmazta. A mikroprocesszorok árának csökkenését követően a teljesen centralizált vezérlést felváltja a két szintű vezérlés. A hardver közeli funkciók, a rutin műveletek a telefonos periféria vezérlőkbe helyeződnek ki. Ezek a periféria vezérlők a No. 1 ESS szétosztott (distributed) SP processzorának tekinthetők. Ezen központok rendszertechnikáját úgy dolgozták ki, hogy a technológia fejlődés eredményei (pl időosztásos kapcsolás) rendszertechnikai változtatás nélkül beépíthetők legyenek. (l. 3.2 fejezetben ismertetésre kerülő központokat.)

Időosztásos kapcsoló központok.

A távbeszélő központok elektronizálása már a kezdetektől párhuzamosan folyt a térosztásos valamint az időosztásos kapcsolómezővel. Az időosztás esetén nincsenek áthallási problémák és az elemek többszörös kihasználása révén gazdaságosabb kapcsolómezővel kecsegtetett. A kísérleti rendszerek, egy kivétellel, a PAM technikát alkalmazták. Két rendszert érdemes megemlíteni ezek közül: az egyik az 1960-as évek elején kísérleti üzembe helyezett angol Highgate Wood-i központ, [3.1.2, II-5 fejezet] ami teljes kudarccal járt. (A PAM rendszer áthallása miatt.) Ez azért volt jelentős, mert az angol posta úgy döntött, hogy átugorja a crossbar rendszereket és a szükséges hálózati modernizálást időosztásos központokkal valósítja meg. A másik a Bell. Lab. No. 101 ESS nevű alközpontja, amely egyidőben készült el a No. 1 ESS központtal és nagy mértékben támaszkodott a No. 1 ESS technológiájára. [3.1.2, V-1 fejezet].

A PCM átviteli rendszerek elterjesztésével egyidőben a Bell Lab-ban kísérletet folytattak a digitális átviteli utak csatornáinak közvetlen összekapcsolására. A kísérleti rendszert (ESSEX) [3.1.2, VIII-2] az első generációs (koncentrálás térosztásos fokozat végezte) digitális központok előfutárának lehet tekinteni. A

kísérleti modell igazolta a digitális időosztásos kapcsolás megvalósíthatóságát, de a megfelelő alkatrészek hiánya miatt túl költséges volt.

Az olcsó félvezető memóriák tették gazdaságossá a digitális kapcsolást, először a tranzit központokban, ahol vagy már digitalizált átviteli utak, vagy csoportos kodekekkel gazdaságosan digitalizálható analóg trónknyalábok között kell kapcsolatot létesíteni. Az első digitális tranzit központot, a Bell Lab. No. 4 ESS központját 1976-ban helyezték üzembe. A VLSI technika látványos fejlődése a 80-as években, gazdaságosan megvalósíthatóvá tette az egyedi kodekeket, aminek eredményeként a digitális technika az előfizetői vonal csatlakozásáig elér, azaz létrejön az IDN (integrált kapcsolás és átvitel), majd az ISDN.

Irodalomjegyzék

[3.1.1] Robert J. Chapuis, 100 Years of Telephone Switching (1878-1978), Part 1: Manual and Electromechanical Switching (1878-1960's), North-Holland Publishing Company, 1982.

[3.1.2] Robert J. Chapuis, Amos E. Joel, Jr., Electronics, Computers and Telephone Switching. A book of technological history as Volume 2: 1960-1985 of "100 Years of Telephone Switching", North-Holland Publishing Company, 1990.

[3.1.3] Postamérnöki szolgálat 50 éve, 1887-1937, 2. kiadás az eredeti alapján, Budapest, 1990, Távközlési Könyvkiadó.

[3.1.4] Richard A. Thomson, Telephone Switching Systems, Artech House, 2000.

[3.1.5] A Magyar Híradástechnika Évszázada, MTESZ Házinyomda.

3.2. DIGITÁLIS KAPCSOLÓKÖZPONTOK

Szerzők: dr. Seres Péter

Lektor: dr.Frajka Béla

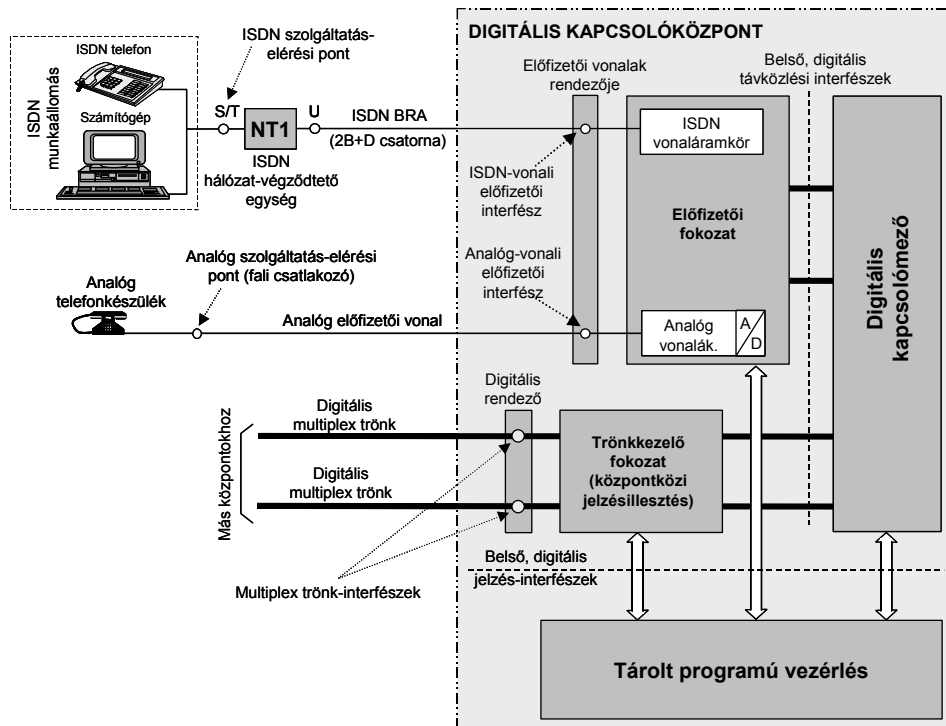
3.2.1. Bevezetés

A *digitális* kapcsolóközpontok – a hálózatban betöltött forgalmi feladataiktól függően – lehetnek előfizetői központok vagy különböző célú tranzit-központok (trónkközpontok), de számos esetben *kombinált központok*ként működnek, egyetlen központban egyesítve az eltérő forgalomtechnikai feladatokat. A kombinált alkalmazást elsősorban a digitális központok tárolt programú vezérlése teszi lehetővé. A tranzit-központi funkcióval kapcsolatban meg kell még jegyezni, hogy a hazai hálózatban ez a funkció (a magyar hálózat sturtúrájából adódóan) egyaránt jelenthet primer-, szekunder- vagy tandem-központi híváskezelést.

A fejezet további szakaszaiban a korszerű, digitális kapcsolóközpontok felépítési elvét (architektúráját) és legfőbb rendszertechnikai jellemzőit tekintjük át

3.2.2. Digitális kapcsolóközpont felépítése

Vizsgálatainkat a 3.2.1. ábrán látható központ-architektúra alapján végezzük el. Az ábrán látható funkcionális egységeknél nem tüntettük fel, hogy azok hardver-, szoftver vagy „vegyes” felépítésűek-e, mert ez erősen rendszerfüggő jellemző. Tárgyalásunk során kizárólag annak elemzésével foglalkozunk, hogy melyek azok a főbb feladatok (funkciók), amelyeket a rajzon árnyékolt vagy árnyékolás nélküli négyszöggként feltüntetett egységeknek végre kell hajtaniuk (az árnyékolás kizárólag azt a célt szolgálja, hogy a funkcionális egységeket egymástól jól látható módon lehessen elkülöníteni).



3.2.1. ábra. Digitális kapcsolóközpont funkcionális felépítése

A feltételezett, *kombinált funkciójú* digitális kapcsolóközpontokhoz mind előfizetők, mind pedig más kapcsolóközpontok (előfizetői és tranzit-központok egyaránt) csatlakozhatnak. A központ ebből adódó feladatait ellátó főbb funkcionális egységek a következők:

- előfizetői fokozatok, amelyek az előfizetői vonalakkal kapcsolatos illesztési és forgalom koncentrálnálási feladatokat látják el,
- trónkkezelő fokozatok, amelyek a közppontközi jelzések kezelését végzik,
- digitális kapcsolómező, amely a kapcsolási funkciókat teljesíti, valamint
- tárolt programú vezérlés (TPV), amely a központ működését (a hívások komplex kezelését) irányítja.

A központban az alábbi, forgalmi esetek alakulhatnak ki, amelyek mindegyikét (bármilyen egyidejű kombinációban fordulnak azok elő) kezelnie kell a vezérlésnek:

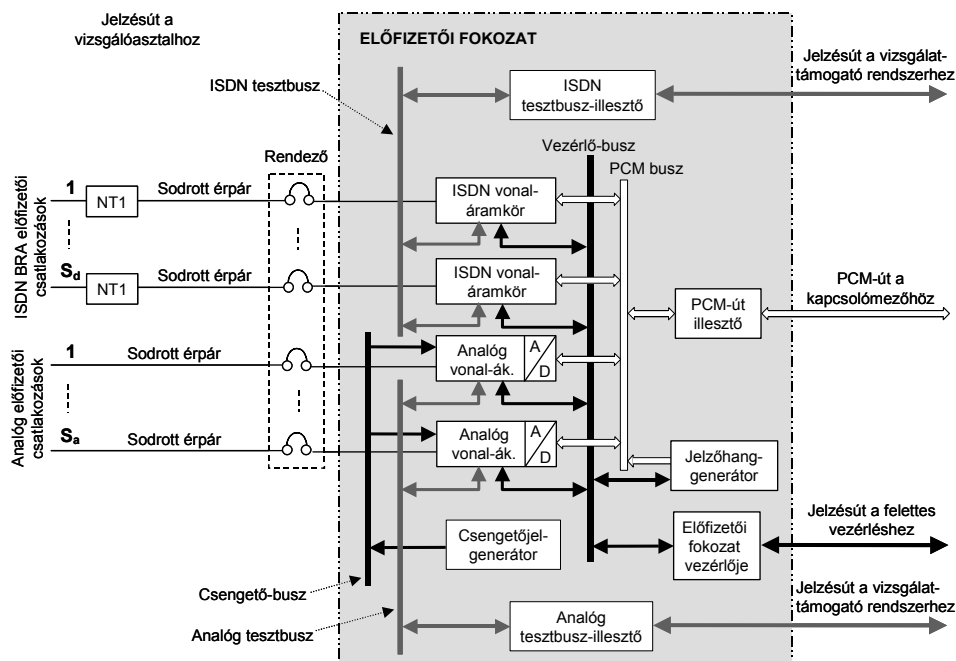
- helyben maradó és kimenő forgalom (kezelése előfizetői központ-funkció),
- bejövő, előfizetői vonalakon végződő forgalom (kezelése ugyancsak előfizetői központ-funkció) és
- bejövő tranzit forgalom (kezelése tranzit-központi funkció).

3.2.3. Főbb kapcsolástechnikai egységek

Ebben a szakaszban a digitális központnak azokat a főbb elemeit tárgyaljuk, amelyek egy-egy összeköttetés *felépítését* valósítják meg.

a) Előfizetői fokozat (digitális/ISDN és analóg előfizetői csatlakozás)

A fokozat funkcionális felépítését a 3.2.2. ábra mutatja be. Látható, hogy a fokozaton belül a kétféle előfizetői csatlakozási módot támogatva – kétféle (vö.: ISDN és analóg) előfizetői *vonáramkör* típus, ennek megfelelően kétféle *vonalkártya* típus különböztethető meg. A kártyákon lévő vonáramkörök száma a központ típusától, illetve ezen belül az alkalmazott gyártási technológiától függ. Jellemzőes a 4, 8 vagy 16 vonáramkört tartalmazó vonalkártyák alkalmazása.



3.2.2. ábra. Előfizetői fokozat funkcionális felépítése

A *digitális* szolgáltatás-elérési pontokhoz kapcsolódó ISDN végberendezések a csatlakozás *D-csatornáján* keresztül, a DSS1 előfizetői jelzésrendszer protokolljának megfelelő szabályok szerint tartanak fent adat-kapcsolatot az előfizetői fokozattal, illetve a központ vezérlőrendszerével.

Az *analóg* szolgáltatás-elérési pontokhoz csatlakozó végberendezések az előfizetői vonalon továbbított *egyenáramú* és *hangfrekvenciás* jelzésekkel kommunikálnak az előfizetői fokozattal, illetve azon keresztül a központ vezérlőrendszerével. Az ehhez szükséges környezeti feltételek megteremtése

céljából, az analóg vonaláramköröknek az ún. BORSCHT funkciókat kell megvalósítaniuk (az alábbi felsorolásban szereplő, zárójelbe tett nagybetűk az érintett funkciók angol elnevezésének kezdőbetűit jelentik):

- gondoskodnia kell az egyenáramú vonaltáplálásról (B),
- a vonal felől érkező nagyfeszültségű lökések elleni védelemről (O),
- a csengetőjel és a beszédjelek útjának szétválasztásáról (R),
- az előfizetői hurok állapotának figyeléséről (S),
- az analóg-digitális átalakítás mindkét átviteli irányban való megvalósításáról (C),
- a 2/4-huzalos átalakításról (H), valamint
- a tesztelés (T) lehetőségéről.

Mindenképpen megjegyzendő azonban, hogy a 3.2.2. ábra sodrott érpárú, *vezetékes* analóg csatlakozást említ, de a gyakorlatban – városi környezetben a gyors telepíthetőség megvalósítása, ritkán lakott területen (pl. tanyák esetében) gazdaságossági szempontok miatt – léteznek *vezeték nélküli* előfizetői csatlakozások is, mint pl. az RLL (Radio in the Local Loop) vagy WiLL (Wireless Local Loop) rendszereken át megvalósuló. A vezeték nélküli előfizetői csatlakozások részleteinek tárgyalásával, és így az ilyen típusú módszerekkel azonban itt nem kívánunk foglalkozni.

A 3.2.2. ábra szerinti fokozat valamennyi előfizetője számára (ISDN és analóg csatlakozásúak számára egyaránt) közös, digitális *jelzőhang-generátor* szolgál a különböző forgalmi esetekben szükséges tájékoztató hangjelzések kiadására.

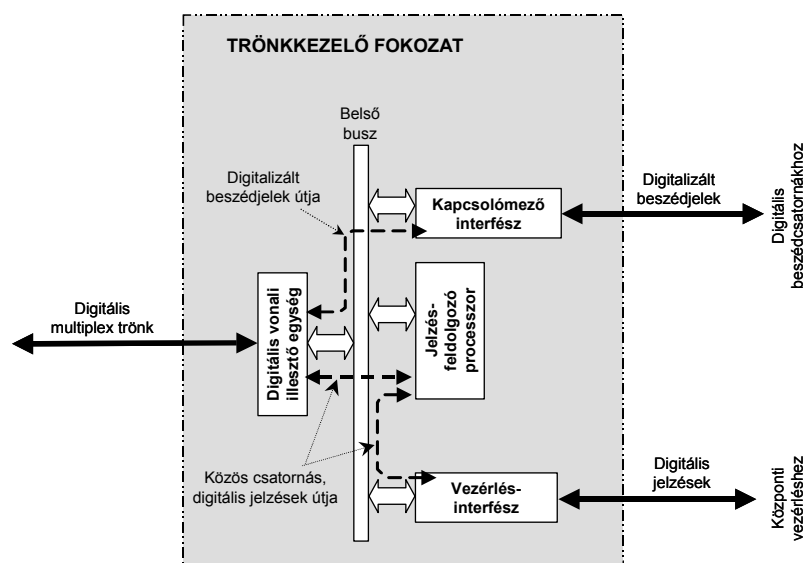
Az analóg vonalakkal csatlakozó hívott előfizetők felcsengetése céljából külön csengetőjel-generátort kell alkalmazni az előfizetői fokozatban. A csengetőjel-generátor jelfrekvenciája és váltófeszültsége olyan értékű, hogy egyaránt alkalmas mind a korszerű, elektroakusztikus *csengetésjelzők*, mind pedig a régi, elektromechanikus *csengők* megszólaltatására.

Az előfizetői fokozat a vonaláramkörökön kívül illesztő egységeket tartalmaz még a digitális kapcsolómező és a központ vezérlőrendszere irányában, valamint a fokozat működési ellenőrzését (tesztelését) támogató központi vizsgálórendszer felé is.

b) Digitális kapcsolómező

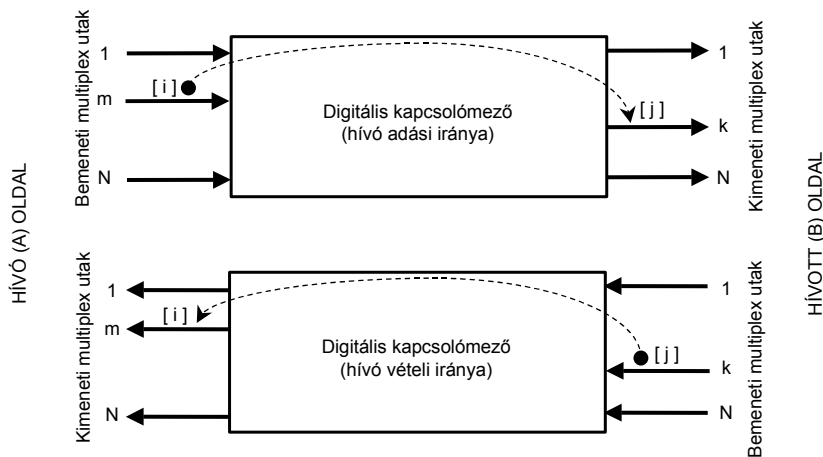
A digitális kapcsolómező funkcionális vázlatát a 3.2.3. ábra mutatja be. A kapcsolómező feladata: bármelyik *bemeneti* csatorna (időrés) *tartalmát* kívánság szerinti *kimeneti* csatornába (időrésbe) tegye át. Ebből következik, hogy a digitális kapcsolómezőnek *időbeli* és *térbeli* helyzeteket kell megváltoztatnia. Ezért a digitális kapcsolómező kétféle típusú *elemi kapcsoló* alkalmazásával építhető:

- időbeli helyzetet megváltoztató kapcsolókkal (T-kapcsolókkal), és
- térbeli helyzetet megváltoztató kapcsolókkal (S-kapcsolókkal).



3.2.3. ábra. Digitális kapcsolómező feladatainak vázlatos ábrázolása

Az elemi kapcsolók közül elsőnek a csatornák időbeli helyzetét megváltoztató *T-kapcsolót* (a név az angol *Time-switch* elnevezésből származik) tárgyaljuk. A T-kapcsoló egy bemeneti és egy kimeneti multiplex út időrései között hoz létre kapcsolatot, amely azt jelenti, hogy bármelyik *bemeneti* (pl. az *i*-edik) időrés tartalmát tetszőleges *kimeneti* időrésben (pl. az *x*-edikben) képes továbbítani. A példa szerinti *i*-edik bemeneti időrésben érkező információnak tehát addig kell *várnia* a T-kapcsolóban, amíg az *x*-edik kimeneti időrés időhelyzete be nem következik. Figyelembe véve, hogy a bemeneti multiplex úton az információ periodikusan (keretekbe szervezett formában) érkezik, ezért a T-kapcsolón belüli várakozás nem lehet hosszabb, mint a keretidő időtartama. Ellenkező esetben ugyanis a várakozó információt felülírja a következő keretben érkező új információ, és ez információvesztést jelent, amely megengedhetetlen. A *kimeneten vezérelt* T-kapcsoló főbb funkcionális elemeit a 3.2.4/a ábrán láthatjuk.



A digitális kapcsolómező adásiirányú feladata:

A hívó beszédjel-mintáit az m-edik bemeneti multiplex út i-edik időréséből át kell kapcsolnia a k-adik kimeneti multiplex út j-edik időrésébe: $m [i] \rightarrow k [j]$

A digitális kapcsolómező vételirányú feladata:

A hívott beszédjel-mintáit a k-adik bemeneti multiplex út j-edik időréséből át kell kapcsolnia az m-edik kimeneti multiplex út i-edik időrésébe: $k [j] \rightarrow m [i]$

A T-kapcsoló elvi működése két memóriaegység (IM információ-tároló, KM kapcsolótároló) és egy időrés-számláló (SZ) együttműködésén alapul.

3.2.4. ábra. Digitális kapcsolóelemek funkcionális felépítése: a) Kimeneten-vezérelt T-kapcsoló; b) Kimeneten-vezérelt S-kapcsoló

A továbbítandó (kapcsolandó) információ a *bemeneti* multiplex út időréséből az IM tárolónak az SZ időrés-számláló által kijelölt rekeszeibe kerülnek. Az IM tárolóból – a kívánt összeköttetés által meghatározott időbeli késleltetés szerinti várakozás után – az SZ által címzett KM kapcsolómemória olvastatja ki a rekeszeket, és továbbítja tartalmukat a kimeneti multiplex út időréséiben. A KM rekeszébe ugyanis azon az IM-rekesz címe van beírva, amely tartalmát a KM-rekesz kiolvasásához rendelt *kimeneti* időrésben kell továbbítani, következésképpen a KM rekeszeibe egy-egy összeköttetés felépítésekor kell a szükséges adatokat beírni.

Az elemi kapcsolók másik típusa a csatornák (vagyis az időrészek) *térbeli helyzetét* megváltoztató kapcsoló (S-kapcsoló – az angol *Space-switch* elnevezés alapján). Ennek feladata, hogy a kapcsolóhoz csatlakozó bármelyik bemeneti multiplex út időrésének tartalmát – kívánságra – tetszőleges kombináció szerint áttegye valamelyik kimeneti multiplex út ugyanazon helyzetű időrésébe. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a bemeneti x-edik időrésben érkező kódszó a kimeneten is az x-edik időrésben fog megjelenni, csak a bemenethez képest más térbeli helyzetben. Ezt az átkapcsolási képességet próbálja érzékeltetni a 3.2.5/b.

ábra vázlatos rajza, amelyen a *kimeneten vezérelt*, szimmetrikus szerkezetű S-kapcsoló felépítését és működését tanulmányozhatjuk.

A szimmetrikus szerkezetű S-kapcsoló bemenetéhez és kimenetéhez egyaránt N darab digitális multiplex út csatlakozik, amelyek lehetnek akár soros, akár párhuzamos működésűek. Az ábra szerinti példában – a működési elv egyszerűbb magyarázata érdekében – mind a bemenetek, mind pedig a kimenetek *soros* átviteli utak.

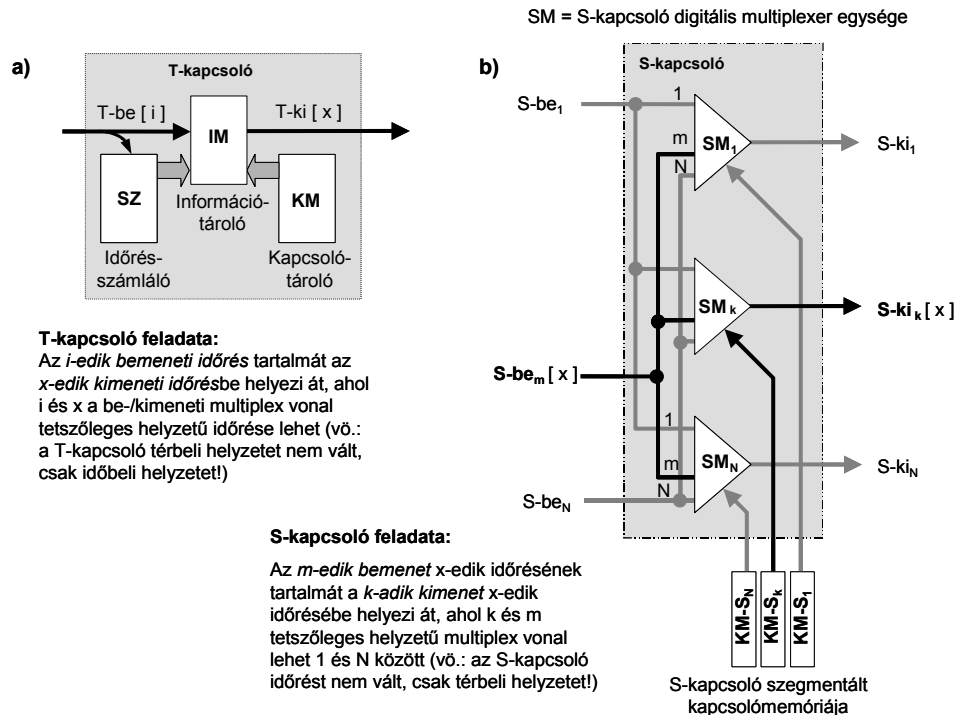
A kapcsolást logikai multiplexer áramkörök végzik (az ábrán SM jelzésűek). A logikai multiplexerek jellemzője, hogy több jelbemenetük, egy címző-bemenetük, és egyetlen jelkimenetük van. A jelkimenetet a címző-bemeneten megjelenő információ kapcsolhatja össze a címmel jellemzett jelbemenettel addig az időtartamig, amíg a címző-bemeneten jelen van a címinformáció. Mivel a rajz feltételezése szerint a kapcsoló kimeneteinek száma megegyezik a bemenetekével, a logikai multiplexerek száma N kell, hogy legyen. A multiplexerek azonos sorszámú bemenetei párhuzamosítva (multiplikálva) vannak.

A multiplexereket az S-kapcsoló szegmensekre osztott KM kapcsolótárolója a szegmensek rekeszeibe írt, majd onnan az SZ által kiolvasott bemeneti sorszámmal címezi meg, amelyeket egy-egy összeköttetés felépítésekor kell oda beírni. A KM szegmenseinek mindegyike egy-egy SM címző-bemenetéhez, míg a szegmens rekeszei (a T-kapcsoló KM-tárolójához hasonló módon) a kimeneti multiplex út egy-egy időréséhez vannak hozzárendelve.

A T- és S-kapcsolókból felépíthető kapcsolómezőket terjedelmi okokból itt nincs módunkban megtárgyalni. Közülük azonban az ún. T-S-T struktúrájú az elterjedtebb, ezért röviden ezt fogjuk a következőkben bemutatni.

A 3.2.3. ábrán már foglalkoztunk egy példa keretében a digitális kapcsolómező feladatával, és ezt a példát folytatjuk a T-S-T struktúrájú kapcsolómező bemutatásakor is. A T-S-T struktúrára az jellemző, hogy bemeneteinél és kimeneteinél T-kapcsolók (bemeneti, illetve kimeneti T-kapcsolók) helyezkednek el, míg a két T-kapcsoló fokozat között találjuk az S-kapcsolót. A *bemeneti T-kapcsolók* egy közbenső, belső időréshez kapcsolják a bemeneti multiplex út időrészeit, az *S-kapcsoló* a belső időrészekkel elvégzi az összeköttetéshez szükséges térbeli változtatást, majd a *kimeneti T-kapcsolók* a belső időrészeket kapcsolják a

kiválasztott kimeneti időréshez. A 3.2.5. ábrán bemutatott struktúra szerint a T-kapcsolók a négyhuzalozású multiplex utak szerint vannak csoportosítva úgy, hogy az azonos sorszámú átviteli út bemeneti és kimeneti T-kapcsolója, valamint az említett



sorszámmal megegyező S-kapcsoló szegmens kapcsolótárolója képezik az azonos csoportba tartozó elemeket. Az ábrán külön van jelezve a példa szerint feltételezett összeköttetés útvonala a bemeneti időréstől egészen a kimeneti időrésig.

3.2.5. ábra. T-S-T struktúrájú kapcsolómező funkcionális elemei

3.2.4. A vezérlési funkció

A digitális kapcsolóközpontban valamennyi összeköttetés felépítését, tartását és bontását tárolt programú vezérlés végzi. Ez a feladat természetesen együtt jár az összeköttetések felépítéséhez szükséges jelzések kezelésének feladatával is.

Az alábbiakban azt fogjuk áttekinteni, hogyan alakulnak a digitális kapcsolóközpontok vezérlőrendszereinek *struktúrái*.

Az osztott hierarchikus vezérlőrendszerekben a feladatokat csoportosítják, és az így struktúrált feladatokat különböző, egymással kapcsolatot tartó processzorok között osztják szét.

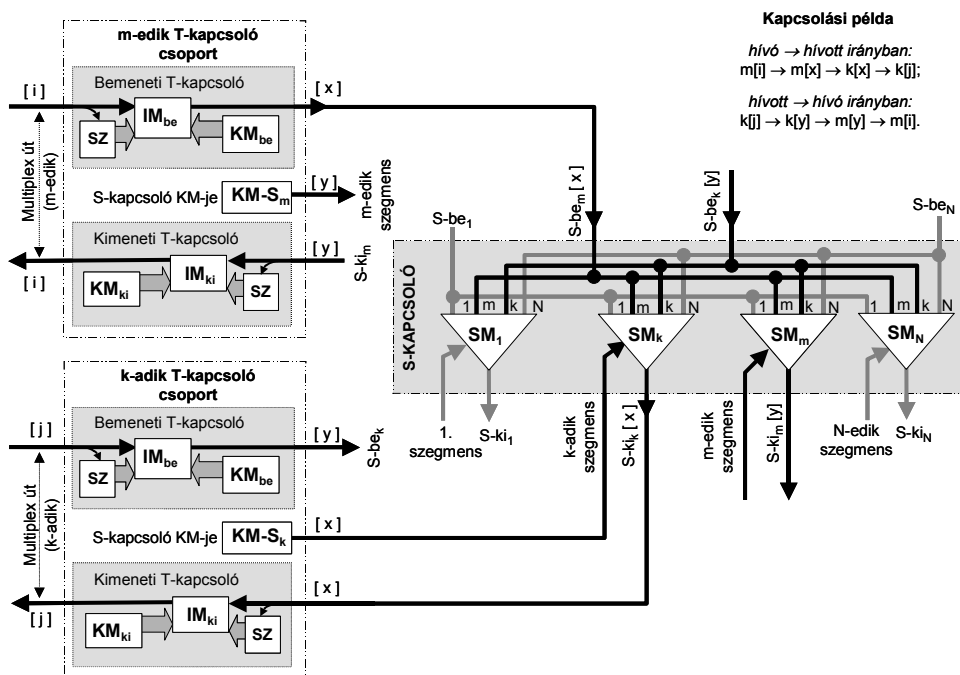
Többprocesszoros vezérlőrendszert elvileg különféle felépítési elv szerint lehet megvalósítani. A gyakorlat próbáját is kiállt struktúrák mindegyikének vannak előnyös, és kevésbé előnyös (hátrányos) műszaki illetve gazdaságossági tulajdonságai. *Mindig a gyártó* dönti el, hogy az általa fejlesztett rendszerben milyen struktúrát célszerű alkalmaznia, vagyis melyik struktúra előnyös tulajdonságait tudja a saját tervezési céljai szempontjából hasznosítani, miközben figyelmen kívül hagyhatja annak hátrányos jellemzőit. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy nem lehet *egyértelműen* kijelenteni egy vezérlési struktúráról, hogy az jobb-, vagy rosszabb, mint a többi. Itt sem teszünk erre kísérletet, hanem minden értékelés mellőzésével bemutatjuk a magyarországi hálózatban megjelent digitális telefonközpont-rendszerekben alkalmazott vezérlési struktúrákat, és röviden foglalkozunk ezeknek a struktúráknak a működési elvével. Ennek megfelelően az alábbi három vezérlési struktúrával fogunk röviden foglalkozni:

- perifériabuszt alkalmazó vezérléssel,
- kapcsolt jelzescsatornákat használó vezérléssel, és
- elosztott struktúrájú vezérléssel.

a) Perifériabuszt alkalmazó vezérlés

A perifériabuszt alkalmazó vezérlés funkcionális vázlatát a 3.2.6. ábrán tanulmányozhatjuk. A rendszer processzorai (vezérlőelemei) *hierarchikus felépítésben* osztják meg egymás között a feladatokat: van egy *központi processzor*, amelynek a működését kiegészítő (periféria-) processzorok támogatják. A központi processzor “előzetesen feldolgozva” kapja meg ezektől a kiegészítő processzoroktól az információt, és ellenkező irányba sem kell minden részletig bezáróan kidolgoznia a teendőket, mert a perifériaprocesszorok a végrehajtás részleteinek kidolgozásában is segítenek.

A struktúra egyik fő jellemzője a *perifériabusz* alkalmazása. A központi processzor és a perifériaprocesszorok között minden utasítás, adat és egyéb információ, amely a teljes vezérlőrendszer működéséhez szükséges, csak ezen a buszrendszeren keresztül továbbítható. Bekapcsoláskor vagy új szoftverváltozatok üzembe helyezésekor először a központi processzort töltik fel a szükséges programokkal és adatbázissal, a többi processzor feltöltését már a központi processzor vezérli.



3.2.6. ábra. Perifériabuszt alkalmazó vezérlés

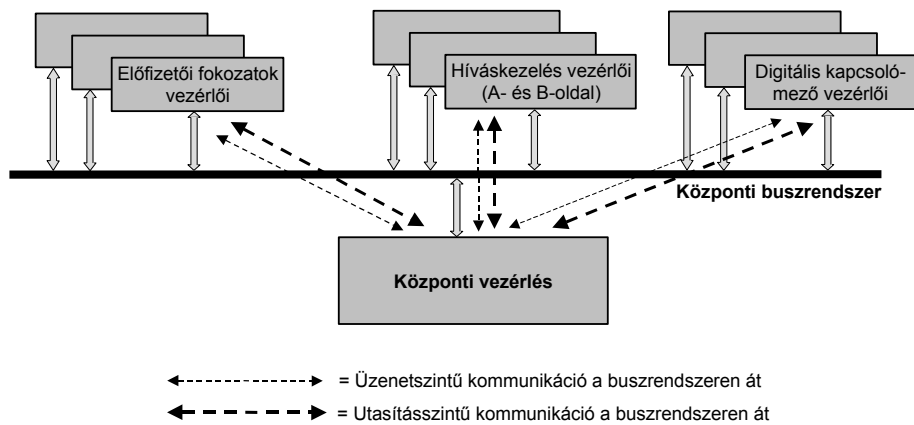
b) Kapcsolt jelzescsatornájú vezérlés

A kapcsolt jelzescsatornákon keresztül kommunikáló vezérlés vázlatos rajzát a 3.2.7. ábra mutatja be. Ez a struktúra is *hierarchikus felépítésű* processzorrendszert valósít meg, de a processzorok közötti információcsere kapcsolt jelzescsatornákon keresztül, a kapcsolómező közreműködésével valósul meg. Bekapcsoláskor vagy új szoftverváltozatok üzembe helyezésekor a programok és az adatbázis betöltésének módja lényegében azonos a perifériabuszt alkalmazó, hierarchikus struktúrájú vezérlésnél említett megoldással.

c) Elosztott vezérlés

Az *elosztott struktúrájú vezérlés* vázlatos felépítését a 3.2.8. ábrán mutatjuk be. Ebben a struktúrában nincs olyan központi vezérlő, amely a hívások minden részletét felügyelné (vagyis nincs hierarchia). Minden kapcsolóegységnek saját, önálló feladatokat megoldani képes processzora van, amely a nála jelentkező használói igényeket a szomszédos processzorokkal együttműködve kezeli. A híváskezelést tehát ezek a processzorok együttműködéses formában hajtják végre. Ebben a vezérlési struktúrában is létezik azonban egy minden processzor által elérhető "közös" processzor, de ez csak *koordináló* feladatokat lát el. Ez azt jelenti,

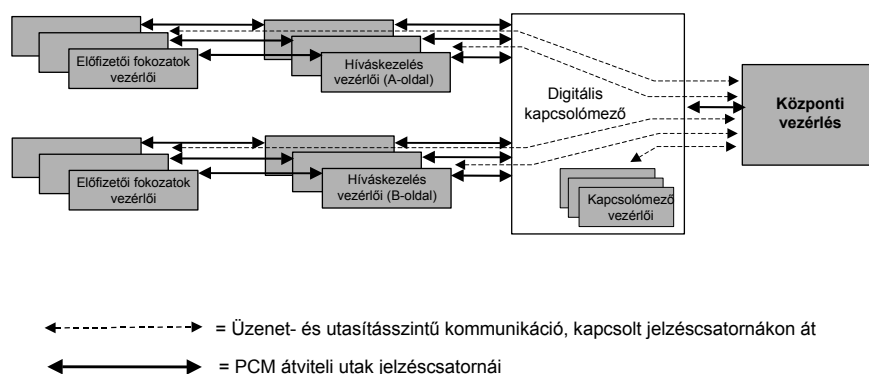
hogy a teljes rendszer adminisztrációs adatait, a rendszer valamennyi kapcsolóelemének pillanatnyi állapotát, és más ehhez hasonló jellegű információt kizárólag ez a processzor képes áttekinteni. Ez a koordinációs processzor “szervezi meg” azt, hogy a többi processzor közül melyek éppen azok, amelyek egy-egy hívásigény kezelése céljából egymással kapcsolatba kerülnek, a híváskezelés vagy egyéb használói igény lebonyolításánál azonban nincs semmiféle más feladata. Jellemző részlete az elosztott vezérlési struktúrának, hogy *nincs benne perifériabusz*.



3.2.7. ábra. Kapcsolt jelzéscsatornákkal működő centralizált vezérlés

Jellemzője még ennek a vezérlési struktúrának az is, hogy bekapcsoláskor-, vagy egy új szoftverváltozat üzembeállításakor bonyolultabb a programok illetve az adatok betöltése, mint a centralizált, hierarchikus struktúra esetében.

3.2.8. ábra. Elosztott felépítésű vezérlés



3.2.5. A megbízható működésről

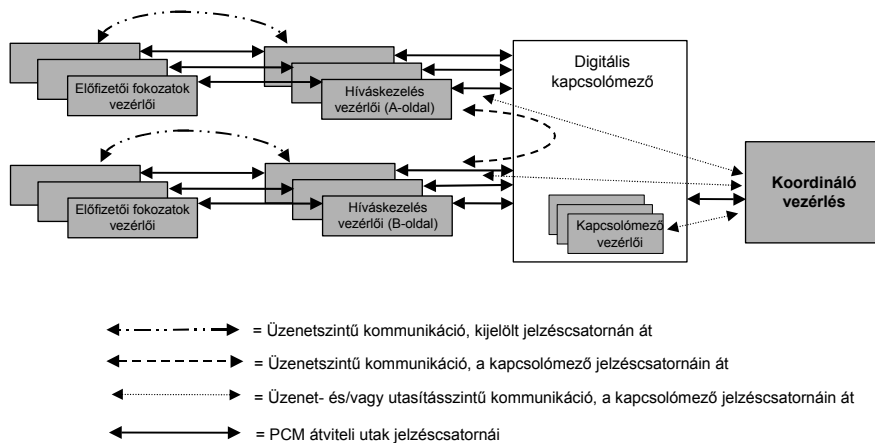
A digitális kapcsolóközpontok elektronikus alkatrészei kisebb-nagyobb valószínűséggel elromolhatnak, ennek következtében az általuk érintett környezet (így akár az egész központ) váratlanul működésképtelenné válhat.

A közcélú telefonközpontok 24-órás, folyamatos üzemben működnek, vagyis megengedhetetlen, hogy a kapcsolórendszer valamilyen hiba bekövetkezése miatt teljesen leálljon, és ezért az előfizetők számára lehetetlenné válják a telefonálás. E veszély ellen a legegyszerűbb megoldás a veszélyeztetett áramkörök valamilyen módon való azonnali (minimális, pl. ms-os nagyságrendű időn belüli) helyettesítése. Az ilyen célok megvalósítását a melegtartalékolásos módszer támogatja.

Melegtartalék alkalmazása azt jelenti, hogy a helyettesítésre szánt (tartalék) funkcionális egység *üzemszerű* állapotban van, és hiba bekövetkezése esetén, annak felderítése után automatikusan kiadott *távvezérlő utasításra* lép az elromlott egység helyébe.

A melegtartalékkal működtetett egységek üzembiztos (leállás nélküli) működtetése azonban csak abban az esetben valósul meg, ha soha nem fordul elő bennük *egynél több hiba*. Ez a feltétel azt jelenti, hogy egy hiba bekövetkezését minél kisebb reakcióidővel kell felfedni, és az ezt követő javítási folyamatnak is minél rövidebb idő alatt kell lebonyolódnia. Ezért – a nagyobb tűrőképesség és gazdaságos megoldások kialakítása érdekében – a telefonközpontokban *nem a teljes rendszerre* kiterjedőn, egyetlen “nagy” tartalék működtetése révén valósítják meg a melegtartalékolást, hanem a rendszer *részegységei* vannak külön-külön tartalékolva. A folyamatos működőképesség szempontjából tehát a tartalékolt részegységekben külön-külön csak egyetlen hiba bekövetkezése megengedett, a teljes rendszerben azonban már egyidejűleg több is létezhet anélkül, hogy az a kapcsolóközpont teljes leállítását eredményezné. A kevésbé bonyolult részegységek működésének figyelése egyszerűbb, a hibák bekövetkezésének észlelése gyorsabb, a hibák kijavítása pedig lényegesen rövidebb időt vesz igénybe, mintha a nagy kiterjedésű és bonyolultabb működésű teljes rendszert tartalékolnánk.

Digitális kapcsolóközpontok tervezésekor célszerűségi szempontok alapján határozzák meg a tartalékolandó részegységek kiterjedését, és az ott működtetett



melegtartalékolási módszert. A gyakorlatban kétféle melegtartalékolási módszert alkalmaznak:

- szinkron üzemmódú tartalékolást és
- terhelés-megosztásos tartalékolást

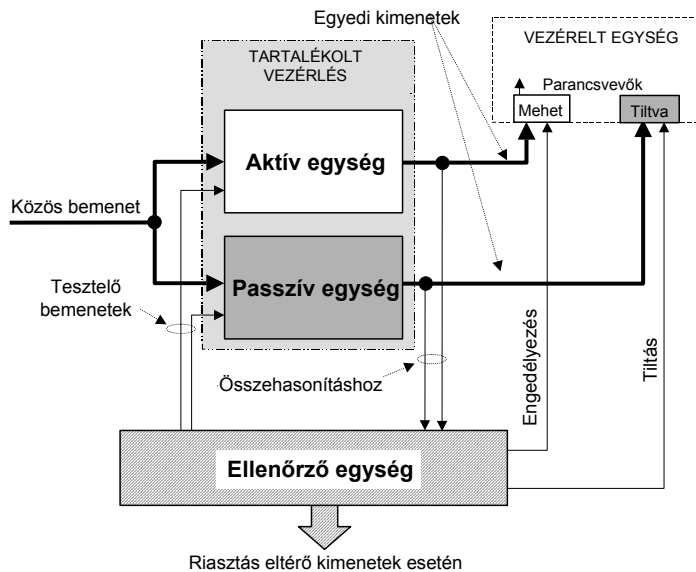
Szinkron üzemmódú tartalékolás esetén a részegységet két, egymással párhuzamosan működő funkcionális egység alkotja, amelyek közül az egyik *aktív*, a másik *passzív* (tartalék) állapotúnak van kijelölve. A két funkcionális egység a bemeneti eseményeket szinkronban dolgozza fel, de a kimenetekről származó adatokat, utasításokat stb. a vezérelt periféria mindig csak az aktív elemből fogadhatja el. A 3.2.9. ábrán egy szinkron üzemmódúan tartalékolott részegységnek és környezetének vázlatos rajzát láthatjuk.

3.2.9. ábra. Szinkron működésű tartalékolás elve

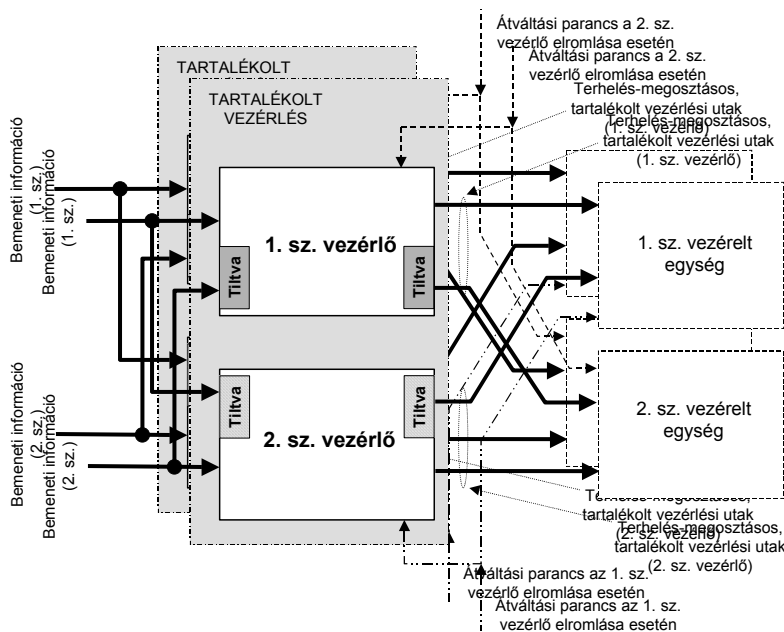
A tartalékolott részegység környezetéhez – a vezérelt perifériákon kívül - egy ellenőrző egység is tartozik, amelynek az a feladata, hogy egyrészt észlelje, ha a két funkcionális egység kimenetén nem azonos az információ (ez mindenképpen arra utal, hogy egyikük rosszul működik), másrészt automatikusan meg kell állapítania, hogy az adott pillanatban melyik funkcionális egység romlott el. Ez utóbbi körülményt természetesen nem képes *abszolút biztonsággal* megállapítani, de arra már képesnek kell lennie, hogy *nagy valószínűséggel* helyesen döntsön (a helytelen döntés ugyanis azzal járhat együtt, hogy a tartalékolott részegység, és ennek következtében a teljes rendszer is csődöt mond). Az említetteken túlmenően az ellenőrző rendszernek informálnia kell a vezérelt perifériákat arról, hogy melyik az aktív és melyik a passzív funkcionális egységhez tartozó kimenet, hiszen a periféria csak az aktívtól fogadhat el információt. Hiba észlelése esetén az ellenőrző egység leválasztja az elromlottnak feltételezett részt a vezérelt perifériáról, kizárólagos

jelleggel aktívvá teszi a jónak feltételezett részt, és – a javítási folyamat céljából – riasztja a karbantartó személyzetet.

A hibás funkcionális egység leválasztása és a hibátlan aktívvá nyilvánítása után a vezérlőrendszer a részegység megszakítás nélkül, változatlan kapacitással működhet tovább annak ellenére, hogy az egyik fele elromlott. A hiba helyének, vagyis az elromlott funkcionális egységen belüli hibás elem pozíciójának meghatározása alatt a részegység természetesen tartalékolás nélkül folytatja a működését. Az eredeti állapot csak akkor fog ismét helyreállni, miután a hibásnak nyilvánított elemet kicserélték, és ellenőrző vizsgálatok után a kijavított funkcionális egységet újra üzembe nem állították. A szinkron üzemmódú tartalékolás lényeges jellemzője tehát, hogy a rendszer hiba esetén is ugyanolyan sebességgel végzi a feladatát, mint hibamentes esetben.



a. kapcsolómező



b. vezérlés

3.2.10. ábra. Terhelés-megosztásos tartalékolás elve

Terhelés-megosztásos tartalékolás esetében legalább két, funkcionális egység (de esetenként lehet több is) egymás tartalékjaként működik párhuzamosan. Hibamentes esetben a funkcionális egységeknek különálló, de persze azonos jellegű funkciója van, és mindegyik végzi a maga feladatát. Ha valamelyikük elromlik, akkor a másik funkcionális egység veszi át az elromlott funkcióját, de ettől kezdve nagyobb terhelés mellett kell korábbi feladatait teljesítenie. Ez a körülmény azt eredményezheti, hogy a működésben maradt funkcionális egység csak lassabban lesz képes hatáskörét ellátni.

A 3.2.10. ábrán – nagyon leegyszerűsített formában és csak az elv bemutatására hagyatkozva – két, egymással terhelés-megosztásos tartalékolásban működő vezérlőegység vázlata látható (vö.: a perifériák nincsenek tartalékolva!). Az ábrázolás egyszerűsítése és a jobb áttekinthetőség érdekében a rajzon csak utalások találhatók arra a környezetre vonatkozóan, amely a vezérlőrendszert abban segíti, hogy zökkenőmentesen tudjon működni. Az egyidejűleg egyetlen hiba eltűrésének feltétele természetesen itt is fennáll, ezért a hiba bekövetkezésének pillanata és az eredeti állapot helyreállítása közötti időtartamnak ennél a megoldásnál is a lehető legrövidebbnek kell lennie.

3.3. Forgalmi modellek és forgalmi méretezés

Szerző: dr. Molnár Sándor

Lektor: dr. Frajka Béla

3.3.1. Bevezetés

A hálózati forgalom természetéről, valamint a forgalomelméleti alapokról az 1.7. fejezetben adtunk áttekintést. Ezeket az alapokat felhasználva ez a fejezet áttekintést ad a legfontosabb forgalmi modellekről amelyek a hálózati forgalom modellezésére alkalmasak lehetnek. Áttekintjük a forgalmi modell típusokat a legegyszerűbbektől a legbonyolultabbakig. A gyakorlatban a modelltípus kiválasztásánál mindig kompromisszumot kötünk, hogy a modell kellően komplex legyen ahhoz, hogy lehetőleg a legjobban leírja a valóságos forgalom természetét, de ugyanakkor a lehető legegyszerűbb legyen, hogy matematikailag is jól tudjuk kezelni. A kiválasztott forgalmi modellt általában valamilyen sorbanállási feladatban alkalmazzuk, amelynek segítségével teljesítményjellemzőket határozhatunk meg.

A fejezetben áttekintést adunk a telefonhálózatok és az adathálózatok forgalomméretezési eljárásairól. Az adathálózatoknál külön hangsúllyal tárgyaljuk az Internet forgalmi méretezését.

3.3.2. Forgalmi modellek

A forgalom általában egyedi vagy több diszkrét egységekből áll (csomagok, cellák, stb.). Matematikailag a forgalmat a *pontfolyamatok* elméletével írhatjuk le. A pontfolyamatoknak két lehetséges leírásmódja létezik: a *számlálófolyamatok* segítségével vagy az *érkezések közötti idők sorozatának* leírásával [3.3.1]. A számláló folyamat $\{N(t)\}_{t=0}^{\infty}$ egy folytonos idejű, nem negatív, egész értékű sztochasztikus folyamat, ahol $N(t) = \max\{n : T_n \leq t\}$ az érkezések száma a $(0, t]$ intervallumban. Az érkezések közötti idők sorozata egy valós értékű véletlen számsorozat $\{A_n\}_{n=1}^{\infty}$, ahol $A_n = T_n - T_{n-1}$ az n -ik és az azt megelőző érkezés közötti idő hossza. A forgalmat batch folyamatnak nevezzük kötegelt érkezések esetén. A batch

folyamatok leírására definiálunk batch érkezési folyamatot $\{B_n\}_{n=1}^{\infty}$ ahol B_n az érkezések száma az n -dik batchben. Hasonlóan hasznos leírófolyamat az ún. *munkahátralék folyamat* $\{W_n\}_{n=1}^{\infty}$. Ez leírja az n -dik érkezésben mennyi W_n munka érkezett a rendszerbe.

A következőkben forgalmi modelleket ismertetünk, melyek forgalom generálására használhatóak és jellemezhetőek a következő sorozatok valamelyikével: $\{N(t)\}_{t=0}^{\infty}$, $\{A_n\}_{n=1}^{\infty}$, $\{B_n\}_{n=1}^{\infty}$, $\{W_n\}_{n=1}^{\infty}$.

A **felújítási folyamatban** $\{A_n\}_{n=1}^{\infty}$ független és azonos eloszlású valószínűségi változók sorozata [3.3.1], [3.3.2]. Ez a modell egyszerű, de sok esetben nem valóság-hű, mert nem tudja modellezni a valódi forgalom erős korrelációs struktúráját.

A **Poisson folyamat** [3.3.1], [3.3.2] olyan felújítási folyamat, melynél az érkezések közötti idők $\{A_n\}_{n=1}^{\infty}$ exponenciális eloszlásúak λ paraméterrel. A Poisson folyamatot definiálhatjuk a számláló folyamat segítségével is, ahol $\{N(t)\}_{t=0}^{\infty}$ folyamatnak független és stacionárius növekményei vannak Poisson határeloszlással: $P\{N(t) = n\} = \exp(-\lambda t)(\lambda t)^n / n!$ A Poisson folyamatot egyszerűsége és néhány elegáns matematikai tulajdonsága miatt gyakran használják a forgalomelméletben. A telefonhívások érkezését a telefonhálózatokban általában Poisson folyamattal modellezzik.

A **Bernoulli folyamatok** [3.3.1], [3.3.2] a Poisson folyamatok diszkrét idejű analóg folyamatai. Ebben a modellben az érkezés valószínűsége minden időrésben p és független a többi érkezéstől. A k darab időrésben vizsgált érkezések száma binomiális eloszlású: $P\{N(t) = n\} = \binom{k}{n} p^n (1-p)^{k-n}$ és az érkezések közötti idő geometriai eloszlású: $P\{A_n = j\} = p(1-p)^j$

A **fázis típusú felújítási folyamatok** [3.3.1], [3.3.2] olyan speciális felújítási folyamatok, melyeknél az érkezések közötti idő eloszlása fázis típusú eloszlás. Ez egy fontos modellosztály, mert analitikusan jól kezelhető és ugyanakkor minden eloszlás tetszőleges pontossággal közelíthető fázis típusú eloszlásokkal.

A **Markov-i forgalmi modellekben** [3.3.1], [3.3.2] függőségi viszonyt modellezhetünk az A_n véletlen sorozatban. A modell konstrukciója a következő:

tekintsünk egy diszkrét állapotterű Markov folyamatot $M = \{M(t)\}_{t=0}^{\infty}$. M a következőképpen viselkedik: az i -dik állapotban marad λ_i paraméterű exponenciális eloszlású tartásideig. Vegyük észre, hogy az eloszlás paramétere egyedül az állapottól függ. Ezután j -dik állapotba ugrik p_{ij} valószínűséggel. A Markov folyamat minden ugrásához rendelünk egy érkezést, így az érkezések közötti idő exponenciális. Ez a legegyszerűbb *Markov-i forgalmi modell*.

A **Markov-i felújítási folyamat** [3.3.1], [3.3.2] sokkal általánosabb, mint az egyszerű Markov folyamat. Ennek ellenére ez a folyamat még mindig analitikusan kezelhető. A Markov felújítási folyamatot $R = \{(M_n, \tau_n)\}_{n=0}^{\infty}$ az $\{M_n\}$ Markov lánc és ennek az ugrásai közötti idő $\{\tau_n\}$ segítségével definiálhatjuk. A következő szabályt vezetjük be: az (M_{n+1}, τ_{n+1}) pár eloszlása csak a jelenlegi állapottól M_n függ és nem függ a korábbi állapotoktól vagy a korábbi ugrások közötti időktől. Ebben a modellben szintén az ugrásokhoz rendelünk érkezéseket.

A **Markov-i érkezési folyamatok** (Markov arrival processes) (MAP) [3.3.1], [3.3.2], [3.3.3] a Markov felújítási folyamatok egy nagy osztályát képezik. A MAP folyamatokban az érkezések közötti idő fázis típusú és az érkezések a Markov folyamat abszorpciós állapotaiba ugrálásakor történnek. A folyamatot olyan eloszlásból indítjuk újra, ami az adott abszorpciós állapottól függ. A MAP folyamatok analitikusan kezelhetőek és egy nagyon jó modellezési tulajdonságokkal bírnak.

A **Markov modulált folyamatoknál** egy Markov lánc pillanatnyi állapota határozza meg az érkezések generálásának szabályát [3.3.1], [3.3.2]. Tekintsünk egy folytonos idejű Markov folyamatot $M = \{M(t)\}_{t=0}^{\infty}$ ahol az állapotter: $1, 2, \dots, m$. Amíg az M folyamat k állapotban van, az érkezések generálásának szabálya kizárólag a k állapottól függ. Amikor M egy másik állapotba kerül pl. j , akkor amíg ebben az állapotban van egy új, csak ezen állapot által meghatározott generálási szabály lesz érvényes. Másképp fogalmazva az érkezési szabályokat M modulálja. A moduláló folyamat természetesen a Markov folyamatnál jóval bonyolultabb is lehetne, de akkor a modell analitikusan kevésbé volna jól kezelhető.

A **Markov modulált Poisson folyamat** (Markov Modulated Poisson Process) (MMPP) [3.3.1], [3.3.2], [3.3.3] a leggyakrabban használt Markov modulált forgalmi modell. Ebben a modellben, amíg a moduláló Markov folyamat k állapotban van, az

érkezések Poisson folyamat szerint történnek, amelyeknek intenzitása λ_k . A legegyszerűbb Markov modell a kétállapotú MMPP, ahol az egyik állapotot "ON" bekapcsolt állapotnak értelmezzük valamilyen Poisson intenzitással, a másik állapotot "OFF" kikapcsolt állapotnak nulla intenzitással. Ezt a modellt megszakított Poisson folyamatnak is hívják. Az ON-OFF modellek gyakran használatosak beszédforgalom modellezésére, ahol az ON állapot a beszéd, az OFF állapot a szünet modellezésére szolgál.

A **Markov-i állapotátmenet modulált folyamatokban** [3.3.1], [3.3.2] a Markov folyamat $M = \{M(t)\}_{t=0}^{\infty}$ állapotátmenet ugrásai modulálják az érkezők generálásának szabályát. Az állapotátmeneteket egy állapotpár segítségével írhatjuk le: az ugrás előtti és az ugrás utáni állapottal. Az érkezők száma B_n az n időrésben teljesen szabályozva van a moduláló lánc ugrásaival: $P\{B_n = k | M_n = i, M_{n+1} = j\} = t_{ij}(k)$ és teljesen független a múlt bármely más állapotinformációjától.

Az **általánosan modulált determinisztikus folyamatokban** (Generally Modulated Deterministic Process) (GMDP) [3.3.3] a forrás bármely állapotban lehet a lehetséges N állapotból. Amikor j állapotban van, a forgalom állandó λ_j intenzitással generálódik. A j állapotban eltöltött időt tetszőleges eloszlás meghatározhatja, de a gyakorlatban legtöbbször geometriai eloszlást használnak, hogy a modell analitikusan könnyen kezelhető legyen. A kétállapotú GMDP, ahol az egyik állapotban nulla a generálási intenzitás, a diszkrét megfelelője a már tárgyalt ON-OFF modellnek.

A **folyadék forgalmi modellezési technikában** a forgalmat egy folyamatosan áramló folyadéknak modellezzük és eltekintünk a valódi forgalom diszkrét egységekből álló természetétől [3.3.1], [3.3.2], [3.3.3]. Ez a modellezés akkor elfogadható, ha a forgalomnak a vizsgált időskálán rengeteg diszkrét egységét, pl. csomagokat figyelhetünk meg. A modell előnye az, hogy sokkal egyszerűbb, mint azok a modellek, melyek a forgalom diszkrétizált egységei közötti struktúrát próbálják leírni. A legegyszerűbb folyadékmodellek két állapotot feltételeznek: egy ON állapotot, amikor a forgalom egy állandó λ rátával áramlik, és egy OFF állapotot, amikor nincs forgalom továbbítás. Az egyszerű analitikus kezelhetőség érdekében

sokszor az ON és OFF állapotokat független exponenciális eloszlású valószínűségi változókkal modellezzük. Ebben az esetben a modell egy alternáló felújítási folyamat.

Az **autoregresszív forgalmi modellben** a múltban bekövetkezett forgalmi változások explicit függvénye határozza meg a jelenben bekövetkező forgalmi változásokat [3.3.1], [3.3.2], [3.3.3]. Ezen modellcsalád tipikus példái a *lineáris autoregresszív (AR) folyamatok*, a *mozgó átlag (MA) folyamatok*, az *autoregresszív mozgó átlag (ARMA) folyamatok* és az *autoregresszív integrált mozgó átlag (ARIMA) folyamatok*. Ezek a modellek nagyon hasznosnak bizonyultak VBR videó forgalom medellezésére.

A **TES modellek** (*Transform-Expand-Sample*) [3.3.1], [3.3.2] olyan modellcsalád, mely a következő követelményeknek felel meg: a határeloszlást és az autokorrelációs függvényt illeszti az empirikus adatokra. A TES modellek jól használhatóak pl. MPEG videó modellezésére.

A **fraktális Gauss zaj** (Fractional Gaussian Noise, FGN) [3.3.1] egy másodrendben önhasonló folyamat H hasonlósági paraméterrel, ahol $\frac{1}{2} < H < 1$. Ez egy stationer Gauss folyamat $X = \{X_k\}_{k=1}^{\infty}$, a következő autokorrelációs függvénnyel:

$$\rho_X(k) = \frac{1}{2} (|k+1|^{2H} - 2|k|^{2H} + |k-1|^{2H}), k \geq 1. \text{ Az FGN egyúttal hosszú idejű összefüggő}$$

folyamat (LRD) H paraméterrel: $\rho_X(k) \approx H(2H-1)|k|^{2H-2}, k \rightarrow \infty$. Az FGN egy jó forgalmi modell aggregált LRD forgalom modellezésére.

A **fraktális ARIMA folyamatok** (fractional ARIMA, FARIMA) [3.3.1] a klasszikus ARIMA(p, q, d) modellre épülnek, de a differencia operátor d parametere tört értékeket is felvehet. A FARIMA modellek sokkal rugalmasabbak, mint az FGN modellek, mert nem csak az LRD struktúrát, de egyúttal a rövid idejű összefüggőségi struktúra (short-range dependent, SRD) is jól modellezhető vele.

Az **M/Pareto modellben** λ intenzitású Poisson folyamattal érkeznek Pareto eloszlású börsztrók [3.3.4]. A börszt ideje alatt az állandó intenzitású r rátával történnek érkezések. A börszt hosszát a Pareto eloszlás határozza meg, melynek

$$\text{paraméterei: } 1 < \gamma < 2, \delta > 0: P\{X > x\} = \begin{cases} \left(\frac{x}{\delta}\right)^{-\gamma}, & x \geq \delta \\ 1, & \text{egyébként} \end{cases} . \text{ A modell LRD forgalmat}$$

generál $H = (3 - \gamma) / 2$ paraméterrel.

Az **alkalmazásorientált forgalmi modellek** azok, melyekkel közvetlenül valamilyen gyakorlati alkalmazás forgalmát modellezhetjük. Az eddig felsorolt forgalmi modellek (vagy ezek kombinációi) alkalmazhatóak számos alkalmazás forgalmának modellezésére. A következő táblázat tervezési irányelveket ad arra, hogy a legnépszerűbb alkalmazások modellezésére milyen típusú forgalmi modelleket használhatunk [3.3.5].

Alkalmazás	Modell	Eloszlás
TELNET	igény érkezések közötti idő	Exponenciális
	teljes hossz	Lognormális
	csomag érkezések közötti idő	Pareto
	csomag méret	többnyire 1 byte-os csomagok
FTP	igény érkezések közötti idő	Exponenciális
	elemek száma	Empirikus
	elemek mérete	Lognormális
CBR hang	igény érkezések közötti idő	Exponenciális
	teljes hossz	Exponenciális
	csomag érkezések közötti idő	Állandó
	csomag méret	Állandó
VBR videó telekonferencia	keret érkezések közötti idő	Állandó
	keret méret	Gamma
MPEG videó	keret érkezések közötti idő	Állandó
	jelenet hossz	Geometriai
	keret méret	Lognormális
WWW	igény érkezések közötti idő	Exponenciális
	dokumentum méret	Pareto

3.3.1. táblázat. *Forgalmi modellek felhasználási területe és jellemzői*

3.3.3. Klasszikus telefonhálózatok forgalomelméleti méretezése

A forgalomelmélet kulcsszerepet játszott a kezdetektől fogva a telefonhálózatok tervezésében és méretezésében. A telefonhívások modellezésére, a stacioner Poisson folyamatot feltételezve, a forgalom és a teljesítőképesség közötti

$$B = E(a, n) = \frac{a^n / n!}{\sum_{i=0}^n a^i / i!}$$

kapcsolatot a jól ismert Erlang veszteségi formula fejezi ki. Ez a formula megadja a hívásblokkolás valószínűségét B , ha a felajánlott forgalom a és a rendelkezésre álló vonalak száma n .

A formula kifejezi, hogy a blokkolási valószínűség a felajánlott forgalom egyszerű függvénye. Fontos megjegyeznünk, hogy a blokkolási valószínűség nem érzékeny a forgalom egyéb jellemzőire, pl. a hívás tartási idejének eloszlására. (A

formula minden $M/G/n/n$ sorbanállási rendszerre érvényes.) Ezt a formulát használták legtöbbször a forgalomelmélet történetében. A telefonhívásokat egymástól független módon, véletlenszerűen kezdeményezik, ezért a véletlen modellek, amelyek a forgalmas órákra stacioner forgalmat feltételeznek, alkalmasak voltak a mérnöki tervezésre. Mivel a telefonhívások pont-pont közötti állandó sáv szélességet lefoglaló kapcsolatok, az Erlang formula kiválóan alkalmas a telefonhálózatok tervezési feladataira.

Az Erlang formulának számos továbbfejlesztett változata van a legkülönbözőbb hálózati helyzetekre adaptálva, de az Erlang veszteségi formula (és a kapcsolódó Erlang késleltetési formula) mind a mai napig a mérnökök jól felhasználható eszköze. Kétség nélkül állíthatjuk, hogy az Erlang formula aratta eddig a legnagyobb sikert a forgalomelmélet történetében.

Az Erlang veszteségi és késleltetési formulákon kívül számos technikát fejlesztettek még ki a telefonhálózatok tervezési problémáinak megoldására. Ilyenek például az ekvivalens véletlen módszer, mely Wilkinson nevéhez fűződik, a forgalom borsztösségének különféle leírásai a csúcosság funkcionállal és diszperziós indexekkel, az Engset modell, stb. [3.3.11].

3.3.4. Az Internet forgalomelméleti méretezése

Jelenleg épp az Internet forgalomelméletének a születési pillanatait látjuk annak újdonságaival és szülési fájdalmaival együtt. Az Internet hálózatának tervezésében ma még a forgalomelmélet nem játszik jelentős szerepet és sokszor a hálózatok tervezői csak néhány tervezési ökölszabályt alkalmaznak. Amint azt a 1.7.2. fejezetben tárgyaltuk, az adatforgalom természete jelentősen eltér a beszédforgalom természetétől, és olyan hasonló univerzális szabályokat nem lehet találni, mint amilyenek a beszédforgalom modellezésénél nagy segítséget jelentettek. Új technikákat és modelleket kell kifejleszteni, hogy megbirkózzanak ezekkel a kihívásokkal. A következőkben áttekintjük az Internet forgalomelméleti tervezésének két valószínűsíthető alternatíváját. Az egyiket "nagy sáv szélesség filozófiájának", a másikat a "menedzselt sáv szélesség filozófiájának" fogjuk hívni [3.3.12].

3.3.4.1 A nagy sávszélesség filozófiája

Egy széleskörben elterjedt és jelentős álláspont manapság az, hogy nincs is igazából szükség komplikált forgalomelméletre az Internethez. Ennek az iskolának a képviselői azt állítják, hogy annak ellenére, hogy az Internet forgalma drasztikusan növekszik, a linkek kapacitása és a kapcsoló eszközök annyira olcsóak lesznek a jövőben, hogy az erőforrások túlméretezése kivitelezhető lesz. Ez a *“nagy sávszélesség filozófiája”*. Érdemes egy kicsit részletesebben megvizsgálnunk ennek az álláspontnak a realitását.

Az állítás képviselőinek a várakozása szerint az Internet átviteli és információs technológiája követni tudja az Internet forgalmának évenkénti duplázódási trendjét [3.3.10], továbbá ez a technológia olcsó megoldásokat tud majd kínálni. Technológiai szempontból ez a várakozás reálisnak mondható, legalább is a közeljövőt illetően. Gondoljunk bele, hogy ha a mai Internetben csak annyi változás történne, hogy a linkek kapacitása megnövekedne, akkor egy olyan csomagkapcsolt hálózat állna rendelkezésünkre, amely lehetővé tenné valós idejű kommunikációt mindenféle QoS támogatás nélkül! A jelenlegi “best effort” típusú Internet erre képes lenne!

Egy másik fontos tényező az adatok lokalitásának elve. Ez azt jelenti, hogy rengeteg adat helyileg lesz fontos és így a “caching” fontossága is megnő [3.3.10]. Amennyiben elképzeljük azt, hogy az összes bitet, amit ma hard drive-okon tárolnak, továbbítani szeretnénk, akkor ehhez 20 évre lenne szükség. Ez a lokalitási trend egy relatív csökkenést fog várhatóan okozni a teljes továbbítandó információ tömegben.

Egy további tényező az, hogy a “streaming” típusú forgalom, ami lényeges QoS támogatást igényel, várhatóan nem lesz domináns az Interneten [3.3.10]. Sokan várták azt, hogy ezen forgalom nőni fog, de mindez ideig ezek a várakozások nem teljesültek be és várhatóan nem is fognak. A statisztikák azt mutatják, hogy az igény ez iránt a forgalom iránt nem nő annyira, mint ahogy a linkek kapacitása nő. Vizsgáljunk meg egy egyszerű példát: legyen 1% “streaming” forgalmunk, ami QoS támogatást igényel. Két megoldási alternatíva kínálkozik. Kieépíthetünk egy QoS architektúrát, amivel megoldjuk a QoS támogatást vagy egyszerűen csak megnöveljük a linkek kapacitását 5%-al. A “nagy sávszélesség filozófia” hívei szerint a második megoldás olcsóbb. Továbbá azzal is érvelnek, hogy a multimédia alkalmazások “tárolj és továbbíts” technikát fogják használni a valós idejű “streaming”

helyett. Ezt az álláspontot támogatja az is, hogy a mágneses tárolók kapacitása ugyanolyan arányban növekszik, mint a linkek kapacitása. Mindezekon túl a különféle hálózati szűk keresztmetszetek miatt (pl. vezeték nélküli átvitel) is fontos lesz az adatok lokális tárolása.

Nagyon tanulságos az is, ha az elmúlt évek kapacitásnövekedési trendjeinek okait vizsgáljuk. Megfigyelhetjük azt, hogy az emberek általában nem azért fizetnek ADSL vagy modem hozzáférésért, mert annyi adatot akarnak továbbítani, hogy szükségük van a nagy kapacitásra, hanem azért, mert amikor ráklikkelnek egy hiperlinkre, akkor azt az oldalt azonnal akarják látni a képernyőjükön! Tehát a nagy kapacitás nem a sok adat továbbítása miatt kell, hanem a gyors hozzáférés (kis késleltetés) miatt. Ugyanez az oka annak, hogy az elmúlt tíz évben a LAN-ok átlagos kihasználtsága tizedére csökkent. Az emberek a nagy kapacitást a kis késleltetésű hozzáférés miatt fizetik meg!

Valóban az erőforrások túlméretezése lesz a megoldás a jövő Internetében? Ezt ma még senki sem tudja. Azért is meglehetősen nehéz jóslásokba bocsátkozni, mert ez a kérdés nem csak technológiai tényezőktől függ, hanem politikai és gazdasági tényezők is jelentősen befolyásolják. Azért, ha egy óvatos becslést e sorok írója megtehet, akkor az mondható el, hogy ha az erőforrások túlméretezése megoldás is lesz a gerinchálózatokban, az kevésbé valószínű, hogy a hozzáférési hálózatokban ugyanez megtörténik. Azokban az esetekben pedig, ahol a túlméretezés nem megoldás, a rendelkezésre álló erőforrásokkal kell ügyesen bánnunk. Ez vezet a második alternatívához, a *“menedzselt sávszélesség elvéhez”*.

3.3.4.2 A menedzselt sávszélesség elve

Amennyiben korlátozott hálózati erőforrás áll rendelkezésünkre, valamilyen forgalmi szabályozásra van szükség a megfelelő link kapacitás és router memória hozzárendeléséhez ahhoz, hogy a kívánt QoS követelményeket minden forgalom számára biztosítani tudjuk. A QoS követelményeknek három fő kategóriája van: transzparencia, hozzáférhetőség és throughput [3.3.7]. A *transzparencia* a továbbított adatok időbeli és szemantikai integritását fejezi ki. Például az adatátvitel szemantikai integritása általában követelmény, de a késleltetés nem annyira fontos. A *hozzáférhetőség* méri a hozzáféréskérés elutasítási valószínűségét és a kapcsolat felépítési késleltetést blokkolás esetén. Ebben a kategóriában a blokkolási

késletetés a tipikus példa, ami egy gyakran használt jellemző telefonhálózatokban. A *throughput* a legfontosabb QoS mérték adathálózatokban. Például a mai Interneten egy 100Kbit/s *throughput* biztosítani tudja a legtöbb web lap kvázi azonnali továbbítását (egy másodperc alatt).

A forgalmi típusok természetük szerint két nagy csoportba oszthatóak: stream forgalom és elasztikus forgalom [3.3.7]. A *stream forgalom* olyan folyamokkal írható le, amelyeket időtartamuk és sebességük jellemez. A stream forgalom tipikus példái az audio és a valós idejű videó alkalmazások: telefon, interaktív videó szolgáltatások és videó konferencia. A stream forgalom idő integritását fontos megőrizni. A veszteség, a késletetés és a dzsitter fontos QoS jellemzők ezen forgalomtípus esetén.

Az *elasztikus forgalom* digitális objektumokból (dokumentumok) áll, melyeket egyik helyről egy másikra szeretnénk továbbítani. A forgalom elasztikus, mert a folyam sebessége változhat külső hatások következményeképpen (pl. szabad kapacitás). Tipikusan elasztikus alkalmazások a web, az e-mail és a file transzfer. Elasztikus forgalom esetén a szemantikus integritást fontos megőrizni. Az elasztikus forgalom leírható az igények érkezési folyamatával és az objektumok méretének eloszlásával. A *throughput* és a válaszadási idő a tipikus QoS mértékei ennek a forgalomtípusnak.

A következő két alfejezetben áttekintjük a stream és az elasztikus forgalom menedzselésének alapelveit.

3.3.4.3 A streaming forgalom nyílt hurkú szabályozása

A streaming típusú forgalmat általában forgalmi szerződésre alapuló *nyílt hurkú, megelőző forgalmi szabályozás* módszereivel szabályozzák [3.3.7]. A forgalmi szerződés egy olyan sikeres megállapodás a felhasználó és a hálózat között, melyben a felhasználó forgalmi igényeit leíró paraméterek, és az igényelt QoS paraméterek szerepelnek. Ezen információk segítségével a hálózat végrehajt egy belépés szabályozási algoritmust, amely a kapcsolatot csak akkor fogadja el, ha az igényelt QoS biztosítható és a meglévő kapcsolatok QoS paraméterei sem sérülnek.

A szabályozás hatékonysága nagymértékben függ attól, hogy a teljesítményjellemzők milyen pontosan becsülhetőek a *forgalom leíró paraméterek*

segítségével [3.3.6]. A gyakorlat azt mutatja, hogy nem könnyű jó forgalmi jellemzőket találni. A forgalmi jellemzőknek *egyszerűnek* (érthetőek legyenek a felhasználó számára), *hasznosnak* (erőforrás allokációs szempontból) és *szabályozhatónak* (a hálózat számára ellenőrizhetőnek) kell lenniük. A gyakorlat azt mutatja, hogy mindhárom szempontból ideális forgalomleíró lehetetlen találni. Például az ATM és az Internet szabványosítási törekvéseiben az elfogadott *token bucket forgalomleírók* jól szabályozható és ellenőrizhető forgalomleírók, de kevésbé hasznosak erőforráshozzárendelés szempontjából. A felhasználók használhatnak eljárásokat (pl. forgalomsimítás), amikkel biztosíthatják a deklarált forgalmi jellemzők betartását. A hálózat pedig a belépési pontokon alkalmazhat eljárásokat (forgalom felügyelet), amik ellenőrzik a deklarált forgalmi jellemzőket. Ezek az eljárások legtöbbször a már említett token bucket módszerekre épülnek.

A legfontosabb típusai a nyílt hurkú forgalomszabályozásnak jelentősen eltérnek attól függően, hogy statisztikus multiplexálási nyereséget akarunk-e elérni vagy nem [3.3.7]. A következő tábla mutatja a fő kategóriákat:

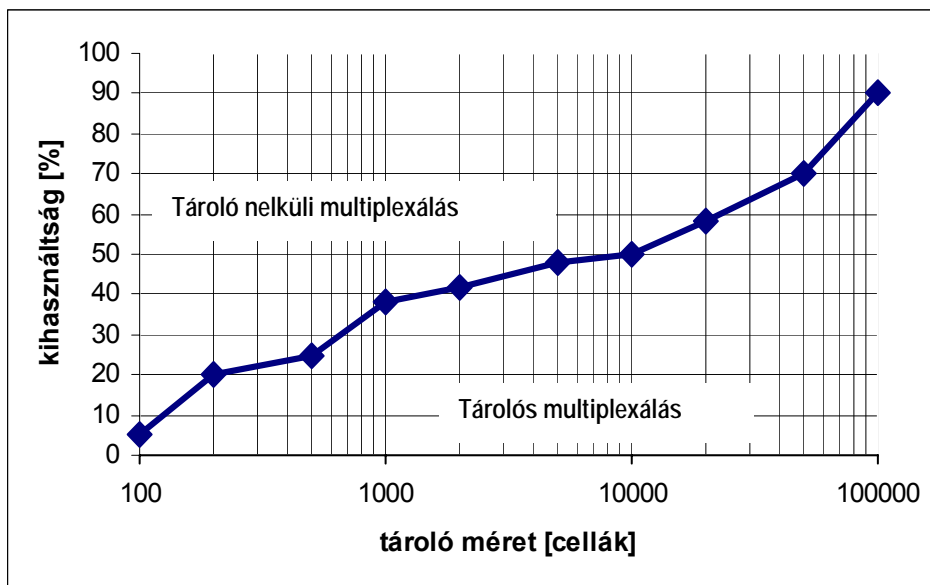
Eljárás	Tároló megosztás	Sávszélesség megosztás
cúcssebességű kapacitás hozzárendelés	NEM	NEM
sebesség burkoló multiplexálás	NEM	IGEN
kapacitás megosztás	IGEN	IGEN

Amennyiben multiplexálási nyereséget nem kívánunk elérni, a legegyszerűbb eljárást, a csúcssebességű kapacitás kiutalást alkalmazhatjuk. Ez a módszer egyszerűen minden kapcsolat számára annak maximális sebességének megfelelő sávszélességet foglal le. A módszer előnye, hogy az egyetlen forgalmi jellemző a csúcssebesség. A beléptetési szabályozás nagyon egyszerű, csak azt kell ellenőrizni, hogy az igényelt csúcssebességek összege meghaladja-e a teljes kapacitást. A fő hátránya ennek a módszernek, hogy nagyon pazarló a kapacitással, mert statisztikailag csak az idő igen kis hányadában fordul az elő, hogy az összes kapcsolat csúcssebességgel továbbít.

Ha a sávszélességet statisztikailag megosztjuk a kapcsolatok között, de a tárolókapacitást még nem, akkor a *rate envelope multiplexing* (sebesség-burkoló multiplexálás) esetéhez jutunk [3.3.6], [3.3.7], [3.3.8]. Az eljárást *tárolónélküli multiplexálásnak* is hívják, mert a folyadékmodelles analízisében nincs tárolóra

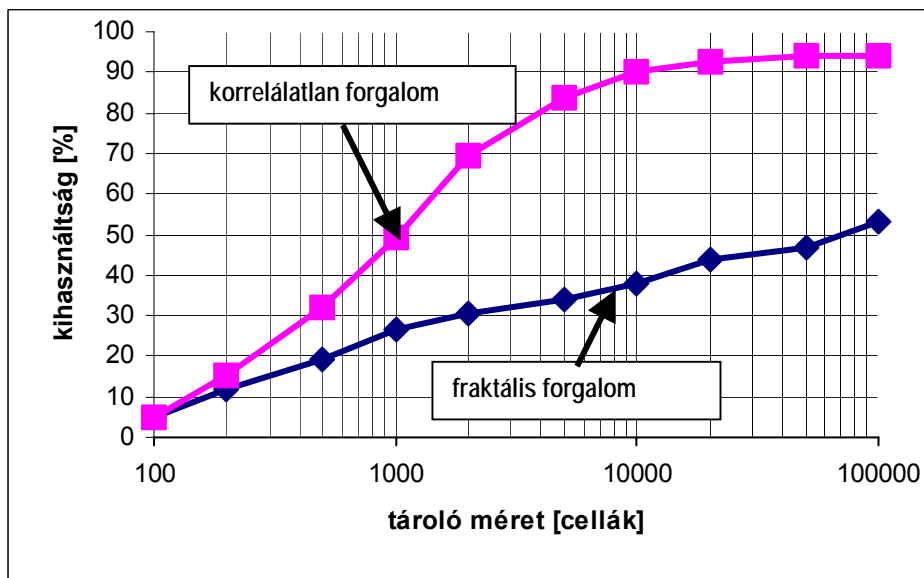
szükség. A rate envelope multiplexing módszer esetében a cél az, hogy az aggregált folyam sebessége a teljes kapacitás alatt maradjon. Annak az eseménynek a valószínűsége, hogy az aggregált sebesség meghaladja a kapacitást, adott érték alatt kell maradjon, $P(\Lambda_t > c) < \varepsilon$, ahol Λ_t az aggregált forgalom sebessége, c a link kapacitása és ε a megengedett túlcsoordulási valószínűség. A valóságban tárolók mindig kelljenek, hogy az egyszerre érkező csomagok ne vesszenek el (cella szintű torlódás). A túlcsoorduló forgalom elveszik és az átlagos veszteségi ráta: $E[(\Lambda_t - c)^+ / E(\Lambda_t)]$. A veszteségi ráta csak Λ_t stacioner eloszlásától függ, és nem függ annak időbeli függőségi struktúrájától. Ez egy fontos tényező, mert ez azt jelenti, hogy a korrelációs struktúrának nincs hatása a veszteségre. Ennek pedig az a fontos következménye, hogy a forgalommodellezés azon nagyon nehéz feladatára, hogy a korrelációs összefüggéseket pontosan leírjuk, nincs szükség. A forgalmi struktúrának valójában van hatása a teljesítményjellemzőkre, de ezek elhanyagolhatóak, ha a veszteség kicsi. Például LRD forgalom eredményezhet hosszabb veszteségi periódusokat mint SRD forgalom, de ez a hatás elhanyagolható kis veszteségnél. A legfőbb hátránya ennek a módszernek, hogy az elérhető kihasználtság még mindig nem olyan jó.

Amennyiben a link kihasználtságot tovább akarjuk növelni a tárolót is statisztikusan meg kell osztanunk, lásd a 3.3.1. ábrát. Ez a *rate sharing* (kapacitás megosztás) módszere [3.3.6], [3.3.7], [3.3.8] amit *tárolós multiplexelésnek* is hívnak. A módszer ötlete az, hogy a tároló segítségével is eliminálhatunk néhány túlcsoordulási veszteségi periódust. A cél a tárolóban levő sorhossz adott alacsony valószínűség alatt tartása, $P(Q > q) < \varepsilon$, ahol q a megengedett sorhossz is, Q az aktuális sorhossz és ε a megengedett valószínűsége annak, hogy a sorhossz meghaladja a megengedett sorhosszt. Ezzel a módszerrel sokkal nagyobb multiplexálási nyereség és kihasználtság érhető el.



3.3.1. ábra. Statisztikus multiplexálási alternatívák

A rate sharing (kapacitás megosztás) legfőbb hátránya az, hogy a veszteség adott tárolóméretnél és link kapacitásnál elég bonyolult módon függ a forgalmi jellemzőktől, beleértve a korrelációs struktúrát is. Például a veszteségi és késleltetési jellemzők nagyon bonyolultan számíthatóak, ha a forgalom LRD. Ez az oka annak, hogy a hívás belépést engedélyező eljárások sokkal bonyolultabbak, mint a rate envelope multiplexing esetében [3.3.8]. További probléma, hogy a komplex forgalomszabályozás dacára az elérhető kihasználtság még ennél az esetnél sem olyan nagy, ha a forgalom fraktális természetű, erős SRD és LRD tulajdonságokkal, lásd a 3.3.2. ábrát.



3.3.2. ábra. A korrelációs struktúra hatása

Sokféle hívés belépést engedélyező eljárást dolgoztak ki mind a rate envelope multiplexing, mind a rate sharing esetére [3.3.8]. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legeredményesebb eljárások a mérés alapú módszerek, ahol az egyetlen forgalomleíró a csúcssebesség és a pillanatnyi elérhető sebességet valós időben becsüljük.

3.3.4.4 Az elasztikus forgalom zárt hurkú szabályozása

Az elasztikus forgalmat általában *reaktív zárt hurkú forgalomszabályozó módszerekkel* menedzselik [3.3.6], [3.3.7]. Ez az elve a TCP-nek az Interneten és az ABR-nek az ATM-ben. Ezek a protokollok a maximális szabad sáv szélesség kihasználtságra törekcsenek úgy, hogy a fennálló kapcsolatok között a sáv szélességet fair módon osszák szét. Most a TCP-t vizsgáljuk meg, ami az Internet általánosan használt átviteli protokollja. A TCP-ben egy additív növelési és multiplikatív csökkentési algoritmust implementáltak. Amíg nincs csomagvesztés, a sebesség lineárisan nő, de csomagvesztés esetén a csomagtovábbítási sebességet az algoritmus felezi. Az algoritmus megpróbál egy olyan átlagsebességre beállni, ami a kapacitás és a pillanatnyi forgalom jellemzőitől függ. Az elérhető sáv szélesség közelítőleg fair módon oszlik meg a TCP folyamatok között.

A TCP-nek az egyszerű modellje [3.3.9], ami a legfontosabb viselkedését leírja, a jól ismert négyzetgyökös összefüggés a throughput (B) és a csomagvesztés (p) között:

$$B(p) = \frac{c}{RTT\sqrt{p}},$$

ahol RTT a TCP folyam körülfordulási ideje, és c egy konstans. Fontos megjegyeznünk, hogy ez az egyszerű formula csak számos feltétel mellett igaz: RTT állandó, p kicsi (1% alatt van) és a TCP forrásnak mindig van adata továbbításra. A TCP eljárásról feltételezzük, hogy a fast retransmit és recovery eljárások működnek (nincs timeout) és a slow-start fázist nem modellezzük. Ennél sokkal bonyolultabb TCP modellek is ismertek, de a négyzetgyökös összefüggés egy elég általános szabálya a TCP-nek.

Hívásbelépési eljárások kifejlesztése elasztikus forgalmakra egy nem lezárt kutatási terület [3.3.6], [3.3.7]. Ezekben az eljárásokban a szabályozásoknak úgy kell működniük, hogy biztosítsák a megfelelő throughput-ot túlterheléses állapotokban is, de másrésztől elkerüljék a folyamatok visszautasítását normális terhelési viszonyok között.

3.3.5. Záró gondolatok a forgalmi méretezésről

A megfelelő forgalmi modell választásának az a tétje, hogy milyen pontosan tudjuk megragadni a forgalom legfontosabb jellemzőit. Az így kiválasztott a forgalmi modellt alkalmazzuk a legtöbb forgalomelméleti rendszerben, ami a leggyakrabban egy sorbanállási rendszer. A legfontosabb kérdés az alapvető összefüggés a forgalmi jellemzők, a hálózati erőforrások és a teljesítményjellemzők között. Több sorbanállási rendszer analitikusan kezelhető (pl. Poisson, MMPP, MAP, stb.), de van több olyan is, amik nagyon nehezen analizálhatóak analitikusan (pl. ARIMA, TES, FGN, stb.). Jelenleg is fontos kutatási feladat olyan új technikák és modellek kifejlesztése, amelyek jól kezelhetőek és ugyanakkor jól megragadják a valóságos rendszer jellemzőit.

A fenti áttekintésünk mutatja, hogy az Internet forgalmi méretezése még nem megoldott feladat és számos nyitott probléma vár megoldásra. Ellentétben a telefonhálózatok forgalomelméletével, ami egy kiforrott és jól megértett terület, az

Internet forgalomelmélete és méretezési eljárásai a jövő kutatási feladatai közé tartoznak.

Irodalomjegyzék

- [3.3.1] D. L. Jagerman, B. Melamed, W. Willinger: Stochastic modeling of traffic processes, In J. Dshalalow, ed., *Frontiers in Queueing: Models, Methods and Problems*. CRC Press, 1997. pp. 271-320.
- [3.3.2] V. S. Frost, B. Melamed: Traffic Models for Telecommunications Networks, *IEEE Communications Magazine*, March 1994. pp 70-81.
- [3.3.3] G. D. Stamoulis, M. E. Anagnostou, A. D. Georganas: traffic sources models for ATM networks: a survey, *Computer Communications*, vol. 17, no. 6, June, 1994. pp. 428-438.
- [3.3.4] R. G. Addie, M. Zukerman, T. D. Neame: Broadband Traffic Modeling: Simple Solutions to Hard Problems, *IEEE Communications Magazine*, August 1998. pp. 88-95.
- [3.3.5] B. O. Lee, V. S. Frost, R. Jonkman: NetSpec 3.0 source Models for telnet, ftp, voice, video and WWW traffic, 1997.
- [3.3.6] J. Roberts, Traffic Theory and the Internet, *IEEE Communications Magazine*, January 2000.
- [3.3.7] J. Roberts, Engineering for Quality of Service, in the book of *Self-Similar Network Traffic and Performance Evaluation*, (eds. K. Park, W. Willinger), Wiley, 2000.
- [3.3.8] J. Roberts, U. Mocchi, J. Virtamo (eds.), *Broadband Network teletraffic*, Springer-Verlag, 1996.
- [3.3.9] J. Padhye et al. Modeling TCP Throughput: A Simple Model and Its Empirical validation, *Proc. SIGCOMM'88*, ACM, 1998.
- [3.3.10] A. Odlyzko: The history of communications and its applications for the Internet, available at <http://www.research.att.com/~amo/doc/complete.html>, 2000.
- [3.3.11] H. Akimaru. K. Kawashima: *Teletraffic, Theory and Applications*, Springer-Verlag, 1999.
- [3.3.12] S. Molnár, IP hálózatok forgalmi méretezése, *Magyar Távközlés*, September 2000.

3.4. A közös csatornás jelzésrendszeri koncepció

Szerző: dr. Adamis Gusztáv

Lektor: dr. Csopaki Gyula

A hagyományos, csatornához rendelt jelzésrendszerek, vagyis, amikor a beszédutat felépítő jelzések a későbbi beszédútvonalon haladnak, nem megfelelőek az ISDN hálózatok számára.

A jelzések és a beszélgetések (adatok) továbbítása eltérő követelményeket támaszt az átvivő közeggel szemben.

A beszélgetés során viszonylag hosszú időn keresztül nagyon pontosan ütemezve (125 μ s-onként) kell továbbítani egyenként 1 bájtos, de összességében jelentős mennyiségű információt.

A jelzések viszont nem igénylik a szigorú ütemezést, információtartalmuk viszonylag csekély és az egyes jelzések között akár hosszú idő is eltelhet.

Ez a felismerés adta az ötletet, hogy válasszuk szét egymástól a beszéd- (ISDN) hálózatot és a jelzeshálózatot.

A jelzeshálózaton megoldható, hogy amíg egy beszédkapcsolat következő jelzését nem tudjuk elküldeni, addig ebben az "üres" időben más beszédkapcsolat(ok) jelzéseit tudjuk továbbítani ugyanazon az útvonalon.

Ha a jelzéseket digitális formátumban továbbítjuk, akkor a jelzések gazdagon paraméterezhetőek, viszonylag komplikált szerkezetűek lehetnek, amely lehetővé teszi, hogy ugyanaz a jelzésrendszer többféle szolgálat jelzési igényeit ki tudja elégíteni.

A beszéd- illetve a jelzeshálózatoknak eltérő biztonsági követelményeknek kell megfelelniük. Hiszen - sarkítva fogalmazva - amíg egy hiba a beszédhálózatban csak egy (néhány) beszélgetés megszakadásával jár, addig egy elvesztett jelzésüzenet akár azt is okozhatja, hogy például egy beszédösszeköttetés "soha" nem bontódik le, sokkal nagyobb veszteséget okozva. A beszéd- és a jelzeshálózat szétválasztásával megteremtődik annak a lehetősége, hogy ki tudjuk elégíteni a jelzeshálózat szigorú biztonsági követelményeit anélkül, hogy feleslegesen ugyanilyen követelményeknek

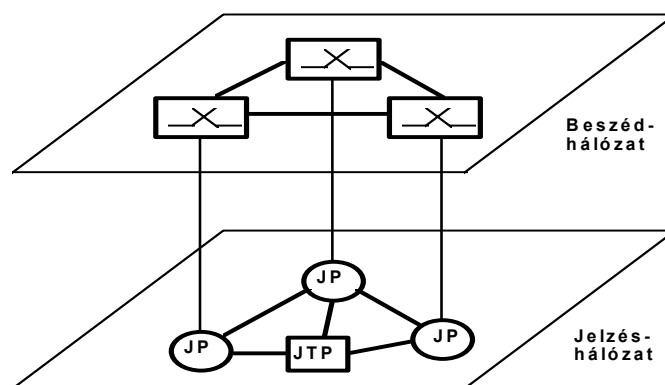
megfelelően építenénk ki a beszédhálózatot is. Az elkülönült jelzeshálózat továbbá alkalmas lehet egyéb, belső hálózati információ (fenntartás, teljesítmény monitoring, hálózatmenedzselés stb.) továbbítására is.

Ugyanakkor meg kell említenünk néhány jelentős hátrányt is:

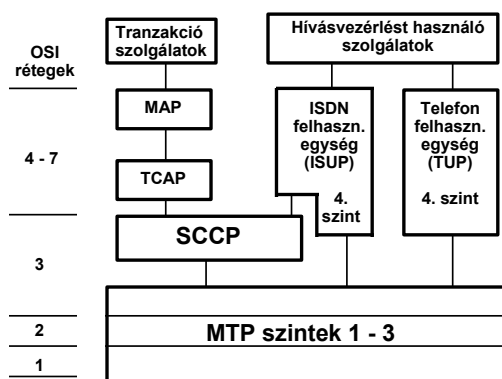
Az elkülönült jelzeshálózat kiépítése, fenntartása plusz költséggel jár. A jelzések szerkezete bonyolultabb lesz, hiszen azonosítani kell tudni, hogy melyik jelzés melyik kapcsolatra vonatkozik, valamint, többé nem biztos, hogy a jelzeshálózaton "megbeszél" beszédútvonal tényleg felépült, azt esetleg külön ellenőrizni kell. (A csatornához rendelt jelzések esetén ilyen probléma nem volt, hiszen, ha egy jelzés megérkezett, akkor ugyanazon az úton később a beszélgetés is lebonyolódhat majd.).

Mindezen hátrányok azonban eltörpülnek az előnyök mellett, így a közös csatornás jelzésrendszer egyre nagyobb jelentőséggel bír.

Az 3.4.1. ábrán a közös csatornás jelzés koncepciót láthatjuk. A telefonközpontok mindegyike tartalmaz egy elkülönült funkcionális egységet, amely a jelzéseket kezeli. Ezek az (ábrán körrel jelölt) jelzéspontok (JP). Mint az ábrából látható, a jelzésösszeköttetések független útvonalon mehetnek a beszédútvonalakhoz képest, sőt a hálózat optimalizálása, biztonságának növelése céljából további, (ábrán négyzettel jelölt) jelzéstovábbító pontokat (JTP) is tartalmazhatnak.



3.4.1. ábra. A jelzeshálózati koncepció



3.4.2. ábra. A CCSS7 architektúra

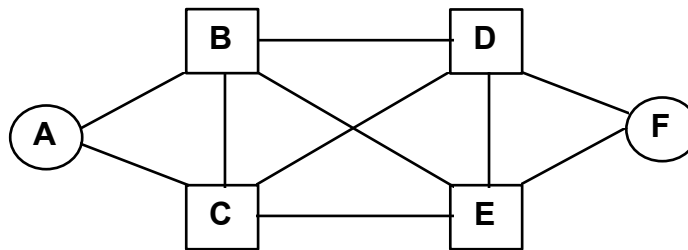
A CCITT/ITU-T kidolgozott és elfogadott egy nemzetközileg szabványos közös csatornás jelzésrendszert, ez a CCSS7 (Common Channel Signalling System 7).

A CCSS7-es leegyszerűsített architektúráis felépítése a 3.4.2. ábrán látható. Felépítése - az OSI modellhez hasonlóan - hierarchikus, de az egyes hierarchia szintek nem pontosan egyeznek meg az OSI modell rétegeivel. Ezért itt a réteg (layer) helyett a szint (level) kifejezést használják.

Az alsó három szint - az úgynevezett üzenettovábbító egység (Message Transfer Part - MTP), - a jelzésüzeneteknek ugyanazon jelzeshálózat tetszőleges pontjától tetszőleges más pontjára való eljuttatásáért felelős. A 4. szinten találhatók a felhasználói egységek (User Part - UP), amelyek a jelzéseket generálják a tranzakciós szolgálatok (pl. GSM), illetve a hívásvezérlést használó szolgálatok (telefon, ISDN) számára. Az SCCP feladata logikai jelzés összeköttetések kialakítása, elsősorban a tranzakciós szolgálatok számára.

Mint már említettük, a jelzeshálózatnak szigorú megbízhatósági követelményeknek kell eleget tennie. Ezért nagy fontossággal bír az, hogy tetszőleges két jelzéspontra között több lehetséges útvonal is létesülhessen. A 3.4.3 ábrán bemutatjuk azt a hálózati topológiát, amelyet a nemzetközi hálózatban ki kell alakítani két tetszőleges (az ábrán A és F) jelzéspontra között. A hálózat lényege, hogy minden pontban - legalább - két lehetséges továbbvivő útvonalnak kell lennie (például A-ból az AB és az AC, B-ből a BD és a BE stb.) és ezeken az útvonalakon - normális körülmények között - 50%-os terhelésmegosztást kell alkalmazni, tehát például a A-ból F felé menő forgalom egyik felét az AB, a másik felét az AC szakaszra kell irányítani, stb. A biztonság fokozása érdekében a jelzéstovábbító pontok között haránt összeköttetéseket is kialakítanak (BC és DE szakaszok),

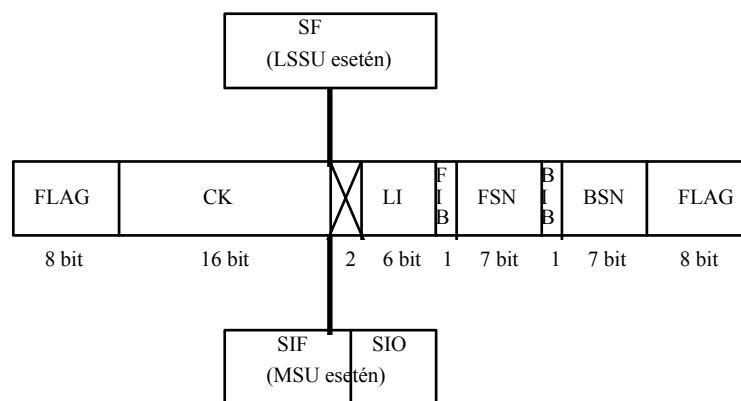
amelyeken - normális körülmények között - az adott irányban (jelen példánkban A-F között) nem halad forgalom.



3.4.3. ábra. A jelzeshálózati szabványhálózat

MTP 1. szint: Jelzskapcsolat (Signalling Data Link level) szint a jelzésszakaszok fizikai, elektromos jellemzőit, jelalakjait, hozzáférési módjait, csatlakozóit stb. specifikálja. A CCSS7 a duplex 64 kb/sec korlátozás nélküli digitális transzparens csatornára optimalizált, de lehetőség van más - akár analóg - átvivő közegek használatára is.

MTP 2. szint: Jelzésszakasz (Signalling Link level) szintjének feladata, hogy két szomszédos jelzéspontot összekötő jelzésszakaszokon biztosítsa a jelzésinformáció hibamentes átvitelét. Ezt úgy oldja meg, hogy a magasabb szintek felől érkező jelzésinformációt kiegészíti jelzésszakasz vezérlő résszel, mely a következő részekből áll (3.4.4. ábra):



3.4.4. ábra. MTP 2. szintű jelzéselem formátum

- F: flag, értéke: 01111110. Ennek feladata az egyes jelzésüzenetek egymástól való elválasztása. Természetesen meg kell oldani, hogy a jelzésüzenetekben máshol ne alakulhassanak ki ilyen alakú oktettek, ezt a jól ismert mechanizmussal, a minden öt egymást követő 1-es után történő 0 beszúrással érik el.
- BSN: hátra sorszám. Az utoljára vett jelzésüzenet sorszáma (modulo 128), egyben (pozitív) nyugtát is jelent az adott és az azt megelőző üzenetekre.

- BIB: hátra indikátor bit. Ha a jelzéspont hibás jelzésüzenetet vesz, akkor ennek a bitnek az invertálásával jelezheti ezt az ellenoldalnak ("negatív nyugta").
- FSN: előre sorszám. A küldött jelzésüzenet sorszáma (modulo 128).
- FIB: előre indikátor bit. Ennek invertálásával jelezheti a jelzéspont egy korábban már elküldött jelzésüzenet megismétlését.
- LI: hosszindikátor, mely az üzenet információs részének hosszát jelzi oktettekben mérve. Ennek alapján lehet különbséget tenni a háromféle üzenettípus között.

A kitöltő jelzésem (FISU - Fill-In Signal Unit) nem tartalmaz információs mezőt; akkor használják, ha pillanatnyilag nincs küldeni való, "hasznos" üzenet.

A periodikusan küldött szakaszállapot jelzésem (LSSU - Link Status Signal Unit) esetén az 1 vagy 2 oktettes információs mezőt szakaszállapot mezőnek hívják, ez az adott szakasz állapotát jelzi (pl. használható, torlódott stb.).

A harmadik típus a felhasználói jelzésinformációt hordozó üzenet jelzésem (MSU - Message Signal Unit). Ilyenkor az információs mező két részre oszlik: a szolgálat információs oktett (SIO) jelzi, hogy az adott jelzésüzenet milyen felhasználói egységnek szól, míg a másik, a jelzésinformációs mező (SIF) tartalmazza magát a jelzésinformációt + a címet.

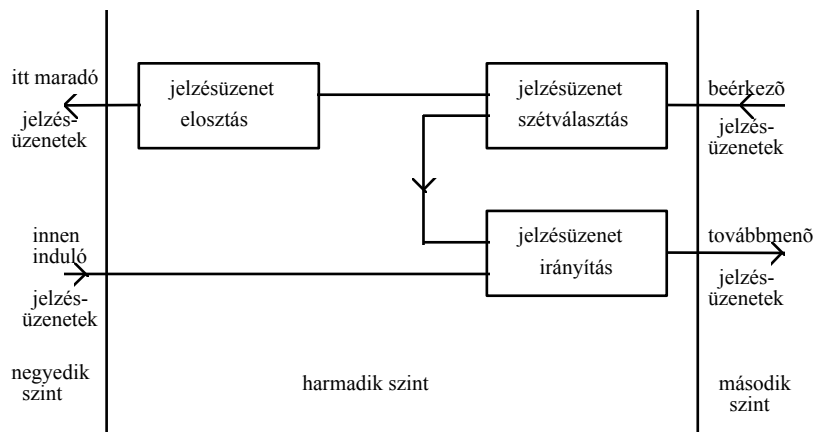
- CK: 16 bites ellenőrző összeg.

Mint a fentiekből látható, a második szinten a hagyományos forgóablakos protokollt használják (FSN, BSN) 127-es ablakmérettel, explicit negatív nyugtázási lehetőséggel (BIB invertálás).

MTP 3. szint: Jelzeshálózat (Signalling Network level) szint feladata kettős. Az egyik feladata az, hogy a jelzeshálózatban belül el tudja juttatni a jelzésüzeneteket tetszőleges jelzésponttól tetszőleges másik jelzéspontig. Ezt a feladatot végzi el a jelzésüzenet kezelési (Signalling Message Handling) funkció. A másik funkciója pedig az, hogy a jelzeshálózat struktúrájában (pl. hiba, javítás, új elemek betétele stb. miatt) fellépő változások nyomán átkonfigurálja az irányítási rendszert. Ezt a feladatot a jelzeshálózat menedzselési (Signalling Network Management) funkció látja el.

Jelzésüzenet kezelés blokkvázlata az 3.4.5. ábrán látható. A beérkező üzenetekről az üzenet szétválasztási funkció dönti el, hogy az adott jelzéspontnak szól-e vagy pedig továbbítani kell más jelzéspont felé. Ha az adott jelzéspontnak szól az üzenet, akkor azt, hogy az melyik felhasználói egységnek szól (ISUP stb.), az

üzenet elosztási funkció dönti el. Az adott jelzőpont által küldött, illetve az üzenetszétválasztás által továbbítandónak talált üzenetek elküldéséért az üzenet irányítási funkció felelős.



3.4.5. ábra. A jelzésüzenet kezelés funkcionális blokkvázlata

Az üzenetek irányítására a 3.4.6. ábrán látható címzési rendszert használják. A már említett szolgálat információs oktett (mely azt a felhasználói egységet választja ki, amelynek az üzenet szól) követi az ügynevezett iránycímke. Az iránycímke három részre osztható. A rendeltetési (DPC - Destination Point Code) és a kezdeményező pont (OPC - Originating Point Code) kódja egyaránt 14 bites. Az iránycímke harmadik eleme a jelzésszakasz kiválasztó (SLS - Signalling Link Selection) kód, mely 4 bites. Ez azt a célt szolgálja, hogy két jelzőpontot összekötő (a biztonság növelése illetve a terhelésmegosztás céljából kialakított) legfeljebb 16 különböző útvonal közül kiválasszon egyet.

SLS	Kezdeményező pont kód (OPC)	Rendeltetési pont kód (DPC)	Szolgálat információs oktett (SIO)
4 bit	14 bit	14 bit	8 bit

3.4.6. ábra. Az MTP harmadik szint címzési formátuma

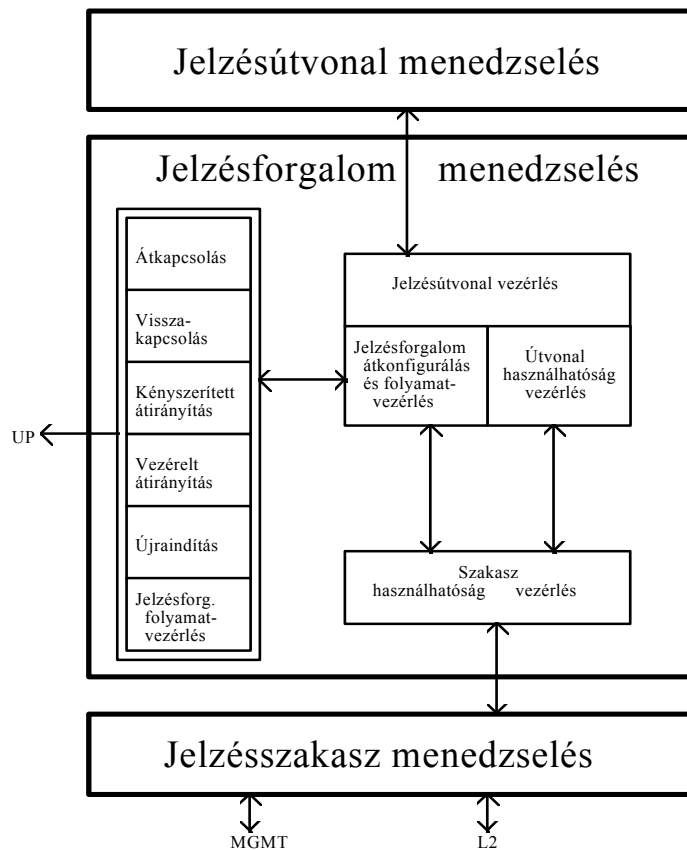
Jelzeshálózat menedzselés

A jelzeshálózat menedzselés blokkvázlata a 3.4.7. ábrán látható.

3.4.7. ábra. A jelzeshálózat menedzselés blokkvázlata

A jelzésszakasz menedzselés (Signalling Link Management - SLM) feladata, hogy az operátoroktól ("menedzsment" - MGMT) illetve a 2. szint (L2) bithiba-arány figyelő funkciója felől érkező jelzések alapján detektálja a szakaszok használhatóságában bekövetkező változásokat és ezeket jelentse a jelzésforgalom menedzselés számára.

A jelzésforgalom menedzselés (Signalling Traffic Management - STM) feladata egyrészt az, hogy nyilvántartsa az adott jelzéspontból kiinduló illetve oda érkező jelzésszakaszok és jelzésútvonalak állapotát, másrészt az, hogy a



jelzésszakasz menedzseléstől kapott információ alapján módosítsa saját irányítási tábláit.

A jelzésútvonal menedzselés (Signalling Route Management - SRM) feladata pedig az, hogy a jelzésforgalom menedzselés által végrehajtott változásokat a hálózatban a változtatásban közvetlenül nem érintett jelzéspontok felé is "elterjessze".

Összetettsége miatt nézzük meg a jelzésforgalom menedzselés felépítését részletesebben!

A szakasz használhatóság vezérlés (Link Availability Control) tartja nyilván az egyes szakaszok használhatósági állapotait táblázatok segítségével. Ez az az eljárás, amely a jelzésszakasz menedzseléstől kapott információ alapján módosítja a táblázati bejegyzéseket, illetve kezdeményezi a szükséges szakasz irányítás módosítási eljárásokat.

Hasonló szerepe van az útvonal használhatóság vezérlés (Route Availability Control) eljárásnak az útvonalakat tekintve.

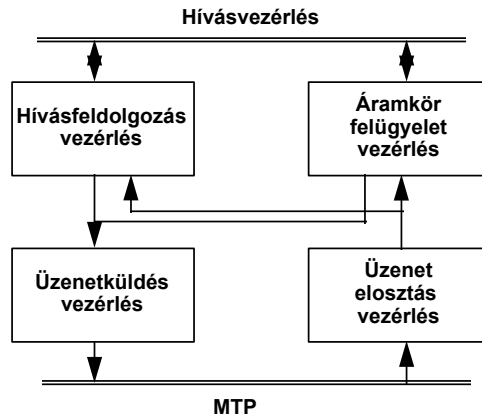
A jelzésútvonal vezérlés eljárás szerepe az, hogy ha az állapotváltozások - a változásokban közvetlenül érintetteken kívül - más jelzéspontokat is érintenek/érinthetnek, akkor kezdeményezze a jelzésútvonal menedzselésnél a megfelelő (átvitel letiltás illetve átvitel engedélyezés) eljárást.

A jelzésforgalom átkonfigurálás és folyamat vezérlés eljárás feladata az igények alapján az irányításmódosítási eljárások tényleges indítása. Ezek az eljárások a következők:

- Átkapcsolás (Changeover). Egy nem használhatóvá váló szakaszból a forgalom áterelése egy használhatóra.
- Visszkapcsolás (Changeback). Egy használhatóvá váló szakaszra a forgalom visszaterelése.
- Kényszerített átirányítás (Forced Rerouting). Egy nem használhatóvá váló útvonalról az adott útvonal forgalmának áterelése egy használhatóra.
- Vezérelt átirányítás (Controlled Rerouting). Egy használhatóvá váló útvonalra a forgalom visszaterelése.
- Újraindítás (Restart). A jelzéspont újraindítása.
- Jelzésforgalom folyamatvezérlés (Signalling Traffic Flow Control). Célja, hogy jelzésponthoz tartozó felhasználói egységeket értesítse a jelzeshálózatban fellépő torlódásról és felkérje őket az általuk generált forgalom mérséklésére.

4. szint: ISDN felhasználói egység (ISUP)

Eddig azt láttuk, hogy a CCSS7 hogyan tudja eljuttatni az üzeneteket a hálózat egyik pontjától a másikig, most nézzünk meg egy felhasználói egységet. Ez legyen az ISUP (ISDN User Part), amely generálja az ISDN (és azon belül a telefon) jelzéseket a központ hívásvezérlési funkciója utasításainak alapján. (3.4.8. ábra)



3.4.8. ábra. Az ISUP felépítése

A hívásfeldolgozással kapcsolatos tevékenységek és üzenetek mellett szükség van az áramkörfelügyeleti (értsd beszédáramkör-felügyeleti) tevékenységekre és üzenetekre is azért, hogy jelzések segítségével a beszédáramköröket is menedzselhessük. A másik két blokk (üzenetküldés vezérlés és üzenet elosztás vezérlés) önmagáért beszél.

Az ISUP jelzések felépítése

Az ISUP jelzései funkcionálisan sokban hasonlítanak a hagyományos telefonos, központok között használt jelzésrendszerek jelzéseire. A fő különbség a digitális formátum, és az egyes jelzések gazdag paramétereizhetősége. Ezt illusztrálendő, nézzük meg egy általános ISUP üzenet felépítését (3.4.9. ábra)!

Iránycímke
Áramkör azonosító kód
Üzenettípus kód
Az 1. kötelező fix hosszú pm. értéke
Az utolsó kötelező fix hosszú pm. értéke
Pointer az 1. köt. változó hosszú pm-re
Pointer az utolsó köt. változó hosszú pm-re
Pointer az opcionális rész elejére
→ Az 1. köt. vált. hosszú pm. hossza
Az 1. köt. vált. hosszú pm. értéke
→ Az utolsó köt. vált. hosszú pm. hossza
Az utolsó köt. vált. hosszú pm. értéke
→ Az 1. opcionális pm. neve
Az 1. opcionális pm. hossza
Az 1. opcionális pm. értéke
Opcionális paraméterek vége mező

3.4.9. ábra. ISUP üzenet formátum

Minden egyes ISUP üzenet tartalmazza a már említett iránycímket, illetve egy (beszéd)áramkör azonosító kódot, amely segítségével azonosítani lehet azt a beszédáramkört, amelyre az adott ISDN jelzés vonatkozik.

Ezt a mezőt követi az üzenet típusát azonosító kód.

Minden egyes üzenet több paramétert tartalmazhat. Ezek közül lehetnek olyan paraméterek, melyeknek kötelezően szerepelniük kell az adott üzenetben. (Például egy címüzenetben a tárcsázott szám kötelező paraméter.) A kötelező paraméterek között lehetnek olyanok, melyek hossza mindig azonos és előre tudható, illetve olyanok, amelyek hossza különböző lehet (például a már említett tárcsázott szám is ilyen, hiszen különböző helyekre - Budapest, vidék, nemzetközi - szóló telefonszámok hossza különböző). Ezek figyelembe vételével beszélhetünk kötelező fix hosszúságú és kötelező változó hosszúságú paraméterekről.

A kötelező paramétereket követ(het)ik az opcionális paraméterek. Az opcionális paraméterek olyan paraméterek, amelyek nem kötelezően tartozékaik egy-egy üzenetnek, hanem például attól függően vannak az üzenetben, hogy egy bizonyos szolgáltatást igénybe vettünk-e vagy sem. (Például a már említett címüzenet opcionális paramétere a hívó fél száma.)

Az egész jelzésüzenetet egy, az opcionális paraméterek végét jelző kód zárja.

Az ISUP jelzések osztályozása

Az ISUP jelzések funkciójuk szerint négy csoportba oszthatók:

1. Hívásfelépítési, -felügyeleti és -elbontási üzenetek
2. Felépített hívás módosítási üzenetek
3. Áramkör és áramkörcsoport felügyeleti üzenetek
4. Vég-vég üzenetek (jelenleg nem használják).

A legfontosabb hívásfelépítési, -felügyeleti és -elbontási üzenetek

IAM - első címüzenet (impliciten a kimenő beszédáramkör lefoglalása is) - előre

SAM: - további címüzenet (ha a hívószámot több részletben továbbítjuk, akkor a hívószám második stb. részletét viszi).

ACM - cím teljes - előre

CPG - hívás folyamatban (például hívás átirányításnál használjuk) - hátra

ANM - a hívott válaszolt (ennek vételekor kezdődik a díjazás) - hátra

REL - bontás (bármely irányban)

RLC - bontás nyugtázása (bármely irányban)

A legfontosabb felépített hívás módosítási üzenetek

FAR - szolgáltatás kérés

FAA - szolgáltatás kérés nyugtázás (teljesítés)

FRJ - szolgáltatás kérés elutasítása

A legfontosabb áramkörfelügyeleti üzenetek

CCR - folytonosság vizsgálat kérés (annak az ellenőrzését kéri, hogy a felépített beszédút valóban folytonos-e).

LPA - visszahurkolás (nyugta a CCR-re)

OLM - túlterhelés

SUS/RES - felfüggesztés / visszavétel

BLO/BLA - blokkolás kérés / nyugta

UBL/UBA - blokkolásból felszabadítás kérés / nyugta

CCITT Specifications of Signalling System No. 7. Recommendations Q.704. - Q.705.

ETSI Integrated Services Digital Network: Application of the ISDN user part of CCITT Signalling System No. 7. for international ISDN interconnections - CCITT Recommendation Q.767.

3.5. TCP/IP hálózatok és IP telefonia

Szerző: Szabó Róbert

Lektor: dr. Réthy György

3.5.1. Definíció

„Az Internet telefonia (IPT) jellemezhető az Interneten történő hívás megvalósítással függetlenül attól, hogy a hívásban szereplő eszközök közt hagyományos telefonhálózati eszközök is szerepelnek-e; valamint hogy a kommunikációs út csak egy részében vagy teljes egészében az Interneten keresztül húzódik.” – követve Jiri Kuthant.

3.5.2. Áttekintés

Az IP telefonia mögötti hajtóerőt leginkább a *költség- takarékoság*, illetőleg az újszerű szolgáltatások könnyű megvalósíthatósága jelenti. A költséghatékonyság nyilvánvaló, ha az integrált szolgáltatású hálózati trendeket követjük, ahol ugyanazt az egyszeresen kiépített hálózati infrastruktúrát – esetünkben az IP alapú gerinchálózatot – használjuk többszörös céllal: mint Internet és telefon szolgáltatás nyújtásának alapját. A felmerülő probléma azonban esetünkben két hagyományosan eltérő technológiának az összevonásában rejlik, hiszen a hagyományos áramkörkapcsolt technológia verseng a csomagkapcsolt hálózattal. Természetesen a jövő csomagkapcsolt hálózatának nagyon sok áramkörkapcsolt tulajdonsággal kell rendelkezni, ha versenyképes alternatívát kíván adni; ilyenként említhetjük a garantált minőségű szolgáltatások nyújtását, melyben az Internet igencsak elmaradt. Az is nyilvánvaló, hogy csakis csomagkapcsolt hálózatok képesek hatékonyan támogatni mind a karakterisztikailag erősen ingadozó sávszélességű adatfolyam igényeket, mind pedig a beszédátvitelt. Ezen az irányvonalon el is juthatunk a költséghatékonysághoz, hiszen a csomagkapcsolt hálózatok kiaknázzák az egyes folyamatok multiplexálásával elérhető nyereséget, mely révén megszüntethető a hagyományos POTS hálózatok többszörös túlméretezettsége. Remélhetőleg a költséghatékonyságból nemcsak a szolgáltatók, hanem az előfizetők is profitálnak a szolgáltatások árszínvonalának csökkenésével.

A mai Internet másik nyilvánvaló előnye az árpolitikájából adódik. Jelenleg az Internet szolgáltatók úgynevezett egységes (flat) árrendszert használnak, melynek alapja nem a kommunikációs távolság, hanem az átalánydíj, esetleg forgalom alapú számlázás. Ezzel szemben a telefonhálózaton hierarchikus számlázási struktúrát használnak, melyben a távolsági hívások jelentősen drágábbak a helyi hívásokhoz viszonyítva. Ebből az anomáliából adódóan a távolsági hívások Interneten keresztüli lebonyolítása jelentős költségmegtakarítást eredményez, persze csak ha a minőség elfogadható. Pontosan ez az a tényező, amiért a mai Internetes beszédátvitel még sokkal olcsóbb, mint a hagyományos áramkörkapcsolt beszédkommunikáció. Az előrejelzések előrevetik, hogy a minőségi paraméterek javulásával (nyilván az Internetet érinti) az árak is kiegyenlítődnek [3.5.5].

Másrészről a költségtakarékosság az Internetes telefonia szoftver alapú fejlesztéséből is profitál, hiszen így a beruházási költségek relatív olcsón tarthatóak. Továbbmenve, a szoftver alapú fejlesztések további előnyeként értelmezhető, hogy egyszerűen integrálhatóak más szoftveres alkalmazásokkal, illetőleg viszonylag egyszerűen tovább bővíthetőek. Ilyen kibővített alkalmazásokra mutatnak példát a hangos levelek, Web alapú hívasközpontok, a különböző felületmegosztó programok stb...

Azonban a szembeűnő előnyök ellenére is az IP telefonia széleskörű elterjedését mindezidáig hátráltatja az a tény, hogy az IP alapú hálózatokban nincsenek szolgáltatás-minőséget biztosító hordozó szolgálatok; vagyis hiányzik az úgynevezett minőség vagy QoS biztosítás. A minőségbiztosítási problémákon felül még olyan technikai kérdésekkel is megoldásra várnak, mint a biztonság, számlázás vagy felhasználói mobilitás mint extra tényező. A betárcsázásos hálózati hozzáférés sem ideális az IP-s telefoniának, hiszen nem biztosít állandó elérhetőséget. Ezen probléma azonban a kábeltévés vagy a különböző digitális előfizetői hurkokkal (xDSL) megoldódni látszik, hiszen ezek állandó Internet kapcsolatot biztosítanak.

3.5.3. Szabványok és architektúrák

Ha IP fölötti telefoniáról beszélünk, akkor napjaink egyik domináns szereplője az ITU⁵ által elfogadott H.323 keret-ajánlás, amely különböző más ITU ajánlások

⁵ International Telecommunication Union

összefogásával határozza meg, hogy milyen rendszer alkotóelemekből, milyen vezérlési üzenetekkel és milyen folyamatokkal építhető ki multimédia kommunikáció nem garantált minőségű csomagkapcsolt hálózatokon – mint pl. az Internet. Másrészt persze az IETF⁶, az Internet specifikáló szervezete is kidolgozta ajánlását multimédia kommunikáció kiépítésére és lebontására. Ezt az ajánlást kapcsolat kezdeményező protokollnak hívhatjuk, eredeti nevén pedig Session Initiation Protocol vagy SIP. A SIP specifikációhoz szorosan kapcsolódva jelenik meg a hordozóvezérlési információkat kezelő kapcsolat leíró protokoll (Session Description Protocol) [3.5.9], de többnyire SIP-ként globálisan hivatkozzák az IETF-es specifikációt. SIP is mint a H.323 helymeghatározási és hívás menedzsment szolgáltatást nyújt a végfelhasználók részére. Mindkét ajánlás elsődlegesen az IETF specifikálta valós-idejű átviteli protokollt (real-time protocol – RTP) [3.5.6] használja a multimédia adatfolyamok továbbítására. Az Internet szabad szelleméből adódóan egyik ajánlás sem köti magát az RTP-hez, jóllehet használata javasolt, hanem támogatnak bármely szállító rétegbeli protokollt mint TCP vagy UDP. [3.5.1], [3.5.2]

H.323 protokollok

Az áttekintés kedvéért az alábbi felsorolás tartalmazza az ITU H.32x ajánlássorozat elemeit. Az egyes ajánlások a különböző hálózati infrastruktúra feletti multimédia szolgáltatás nyújtást definiálják:

Ajánlás	IP	Rövid leírás
H.320	-	Keskenysávú, digitális ISDN hálózatokra
H.321	-	Szélessávú, digitális ISDN és ATM hálózatokra
H.322	-	Sávszélesség biztosítással rendelkező csomagkapcsolt hálózatokra
H.323	X	Nem minőségbiztosított csomagkapcsolt hálózatokra
H.324	-	Analóg telefonhálózatokra (POTS)

A fenti ajánlássorozatból is látszik, hogy a H.323-at az Internetes best-effort jellegű, vagyis minőségbiztosítás nélküli, szolgálta tervezték eredetileg. [3.5.4]

A H.323, mint a bevezetőben is említettük több szabványosított protokoll együttműködését definiálja, ezért keret (esernyő) ajánlásnak is nevezik (lásd: 3.5.1 ábra). Jelentősebb protokoll ajánlások a H.323 általános funkcionális leíráson belül a következők:

H.225.0 CC – hívás- és erőforrás-vezérlési protokoll.

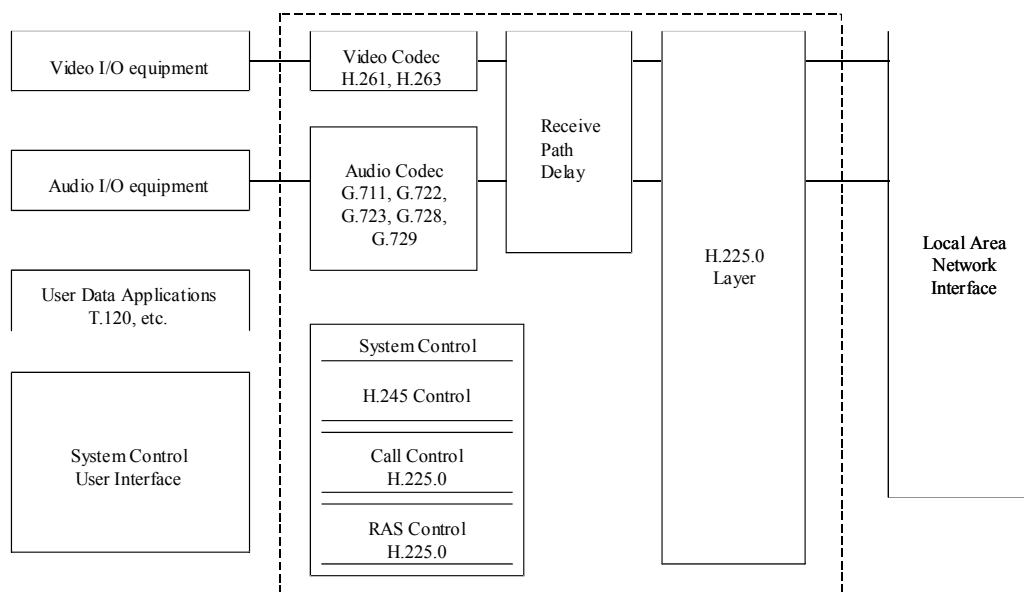
⁶ Internet Engineering Task Force

H.225.0 RAS – Ez a protokoll definiálja a regisztrációs, hívásengedélyezési és státusz jelzések formátumát. (RAS - registration, admission and status)

H.245 – hordozóvezérlési funkciókat tartalmaz; a H.323-as terminálok ezen jelzés segítségével nyitják meg a hang és videó kommunikációs csatornáikat.

T.120 – rögzíti az egyéb adatfolyamok csomagolási és küldési mechanizmusához tartozó formátumokat (pl.: adatkonferencia).

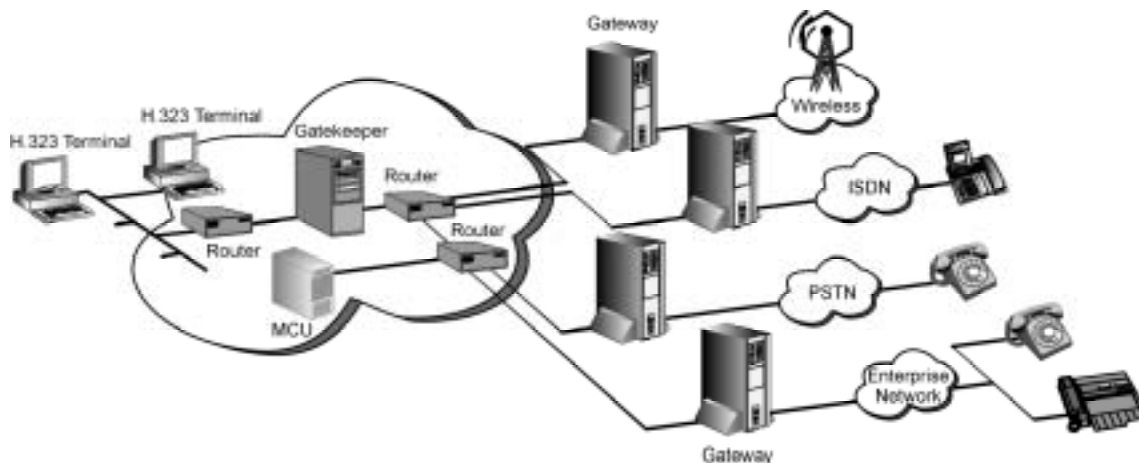
H.450.x – többletszolgáltatások meghatározása



3.5.1 ábra. H.323 protokollcsalád

H.323 összetevők

A H.323-as megvalósítások tipikusan négy logikai összetevőt különböztetnek meg, ezek név szerint: végberendezések (terminals), átjárók (gateways), zónavezérlők (gatekeepers) és többpont vezérlőegységek (multipoint control units – MCU) (lásd: 3.5.2 ábra). A *végberendezések* jelentik a H.323-as rendszerek végberendezéseit; beleértve mind az adat, mind pedig a jelzési kommunikációt. A beszéd (hang) kommunikációs képességet kötelezően támogatniuk kell, míg videó vagy más multimédia támogatás opcionális. A H.323-as rendszerben az *átjárók* biztosítják a különböző hálózatok közötti adat és jelzési információk átalakítását; a különböző kódolási rendszerek közötti átalakítást. Az átjárók nem kötelező elemei a rendszernek. A *zónavezérlők*- szintén opcionális elemként- irányíthatják a H.323-as zóna működését. Feladatuk a megbízható kommunikáció biztosítása. A



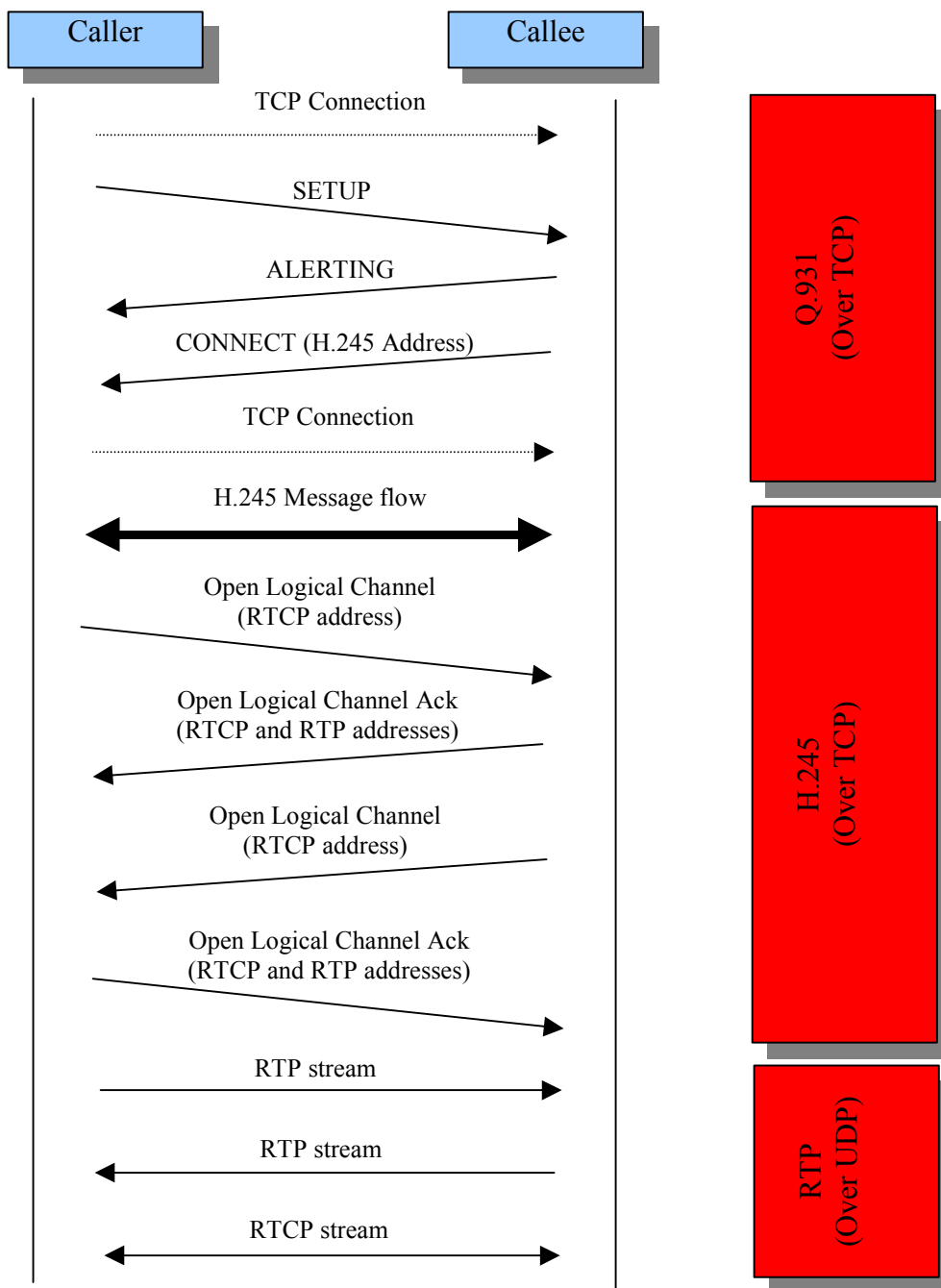
zónavezérlőkre úgy tekinthetünk, mint a H.323-as rendszer központosított fő logikai egységeire. Ha jelen vannak a rendszerben, akkor a zónához tartozó összes H.323-as eszköznek regisztrálnia kell magát a vezérlőben. Ezért cserébe kiterjedt cím translációt nyújt; hívás engedélyezést és hozzáférés vezérlését végez a végberendezések számára; sávszélesség biztosítást és útvonal-választási támogatást nyújt valamint felhasználói mobilitást és egyéb felügyeleti funkciók ellátását is végrehajtja [3.5.3]. Jegyezzük meg, hogy annak ellenére hogy a zónavezérlő nem kötelező eleme a H.323-as hálózatnak nem csak „kényelmi” szolgáltatásokat nyújt hanem általános működési irányelvek meghatározását végzi, ezért a legkisebb hálózatoktól eltekintve szinte kötelező hálózati elemnek is tekinthetjük. A *konferencia egységek* (MCU) feladata a terminálok közötti konferenciák támogatása. Ezen egység is nélkülözhető a hálózatból egyszerű konferenciahívásoknál, azonban a később részletezendő többletfunkciókhoz használata nélkülözhetetlen. Az MCU-k két alapvető építőelemből állnak, i) a kötelező vezérlőből (multipoint controller – MC) és a ii) tetszőlegesen választott számú konferencia processzorból (multipoint processors – MP). A vezérlő feladata a konferencia hívások felépítése, míg a konferencia processzorok az adatfolyamokon hajtják végre a szükséges összeadást, keverést, kapcsolást és egyéb feldolgozást igénylő műveleteket. Az MCU használata szükség a hatékonyság növelése érdekében, ha különböző adatformátumok szerinti konverziók kell végrehajtani, különböző konferenciaszolgáltatások igénybevételéhez mint például elnöki vezérlés vagy egy képben több helyszín megjelenítése.

3.5.2 ábra. H.323 összetevők

H.323 hívásfelépítés

A H.323-as protokoll legegyszerűbb hívás-felépítési módusa is megmutatja, hogy milyen erős kapcsolódás van a protokollcsalád különböző, akár önállóan is tekinthető protokolljai között. Ez a H.323 protokollcsaládot meglehetősen komplexé és monolitikussá teszi. A hívásfelépítés illusztrációja a 3.5.3-as ábrán látható; mely két H.323-as terminál kapcsolatfelépítését mutatja.

Megjegyzendő, hogy a kapcsolat-felépítési idő, amely a hasznos adatfolyam megjelenéséig tart (RTP stream), számottevő; esetünkben a körbefordulási idő (round-trip time) többszöröse. Pontosan a fenti hátrány kiküszöbölésére, a H.323-as szabvány 2-es verziójában vezették be az ún. gyors kapcsolatkiépítést (Fast Connect), mely esetében a hasznos kommunikáció rögtön a CONNECT üzenet után megindulhat. Természetesen ezt csak úgy valósíthatták meg, hogy a képességek kicserélése, valamint a logikai csatorna megnyitásának javaslata is belekerült a SETUP ill. a CONNECT üzenetekbe. A H.323 2-es verziója a fent említett javításon túl további javításokat is tartalmazott, valamint többlet szolgáltatásokat definiált. A H.323 protokollszabvány jelenleg a 4-es verzióánál tart, melyet 2000. novemberében fogadtak el.



3.5.3 ábra. H.323-as direkt kapcsolatfelépítés

Session Initiation Protocol (SIP)

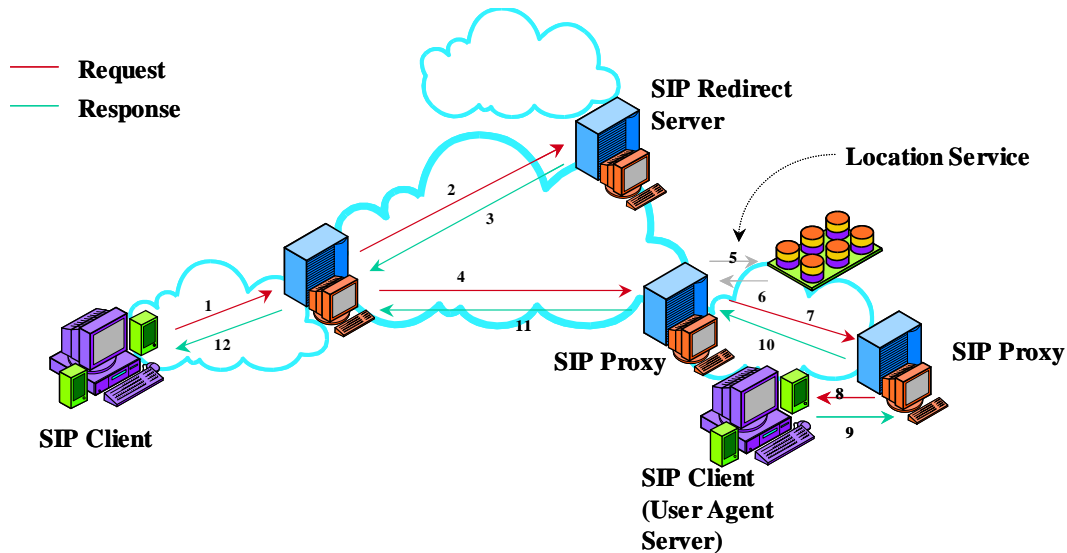
A SIP, melyet az IETF specifikált, egy egyszerű, szöveg alapú kérés-felelet protokoll. A SIP esetében a ügyfelek hívás kezdeményezést a kiszolgálók pedig a hívások fogadását végzik (ügyfél-kiszolgáló architektúra). A leggyakoribb megvalósítások mind az ügyfél, mind pedig a kiszolgáló funkciókat tartalmazzák. Maga a kliens-szerver kommunikáció tetszőleges alsó rétegbeli protokoll felett létrejöhet, ezáltal használva akár TCP, STCP vagy UDP protokollokat. Maga a

kapcsolatfelépítés közbenső elemeken keresztül történik (lásd alább), azonban a végpont-végpont kapcsolat kiépülte után az adatfolyamok közvetlenül a végpontok közvetlenül kommunikálnak egymással. A SIP protokoll nem tekinti feladatának, hogy akár erőforrás menedzseléssel vagy adatküldéssel és fogadással foglalkozzon; netán pont-többpont kapcsolatok adatfolyamát vezérelje. Ezeket az moduláris felépítése miatt más IETF specifikációra bízza, míg a SIP kizárólag multimédia kapcsolat vezérléssel foglalkozik. Ezek közé tartozik a hívástovábbítás (call forwarding), hívó és hívott címeinek kezelése, felhasználói mobilitás támogatása, végpont képességek egyeztetése, hitelesség ellenőrzés és dinamikus konferencia vezérlés. A konferencia vezérlés csak hívásszintű funkciókat foglal magába mint csatlakozás kiépítése, képességek egyeztetése, kilépés és bontás de nem érinti a konferencia adatküldést. [3.5.7]

SIP összetevők:

Hasonlóan a H.323-as hálózati felépítéshez, a SIP hálózat is különböző alap építőelemekből tevődik össze. A felhasználói ügyfél (user agent client – UAC) az a logikai egység, amely SIP kéréseket állít össze és küld. Ez a szerep egyetlen tranzakcióra vonatkozik. A felhasználói kiszolgáló ügynök (user agent server – UAS) az a logikai egység, mely fogadja és válaszol a SIP kérésekre. A SIP kérésekre tipikusan három válasz érkezik: elfogadás, visszautasítás vagy átirányítás. Ez a szerep szintén egy tranzakció idejére korlátozódik. Egy felhasználói ügynök (user agent – UA) tipikusan magába foglalja mind az UAC-t, mind pedig az UAS-t. A SIP végpont mindig tartalmaz egy felhasználói ügynököt (UA), és ezenfelül támogatnia kell valós idejű kétirányú kommunikációt más SIP terminállal. SIP proxy-k tipikus közbenső elemei a SIP hálózatnak, melyek feladata, hogy kéréseket és válaszokat továbbítsanak. Két fő típusát különböztethetjük meg: állapotinformációt tároló és nem tároló egységeket. Az állapotinformációt nem tároló proxy-k kizárólag üzenetek továbbítását végzik, míg a másik típus az üzenetek feldolgozását is elvégezheti. Egy másik elem a SIP hálózatban az átirányító kiszolgáló (redirect server), mely SIP kérések célcíme alapján meghatároz néhány új (lehet nulla is) lehetséges címet és ezeket visszaküldi az ügyfél számára. Ezek az átirányító kiszolgálók a proxy kiszolgálókkal ellentétben kizárólag SIP kérésekre képesek válaszolni, önmaguk nem kezdeményeznek kéréseket. A SIP hálózatokban helymeghatározás támogatására alkalmazhatnak helymeghatározó szolgáltatást (location service) is. Ez a logikai

egység nyújt információt mind a proxy, mind pedig az átirányító kiszolgálóknak a végfelhasználó helyzetét illetően. Tipikus megvalósításában egybeépítik valamely más SIP szolgálattal (proxy vagy átirányító kiszolgáló). Egy lehetséges SIP hálózati struktúrát mutat be a 3.5.4-es ábra. [3.5.7]



3.5.4-ábra. SIP összetevők és kliens felderítés

SIP hívásfelépítés

SIP kliensek hat fajta kérdéstípust küldhetnek a szerverek felé [3.5.7]:

INVITE	Híváskezdeményszerző üzenet, melyben a hívó fél közli preferenciáit: kommunikációs médium, port számok stb...
ACK	Híváskezdeményszerző megerősítése (elfogadása); szintén tartalmazza a fogadó fél preferenciáit (lásd INVITE)
OPTIONS	Kiszolgáló által nyújtott szolgáltatások lekérdezése
REGISTER	A felhasználói elérhetőség bejegyzése szerverekbe
BYE	Hívásbontás
CANCEL	Egy sikertelen felhasználó felderítés lezárása

A fenti kérésekre szintén hat fajta válaszüzenet érkezik [3.5.7]:

- 1xx Információ közlésre
- 2xx Kérés elfogadva (successful)
- 3xx Átirányítás (redirection)
- 4xx Kérés elutasítva (request failure)
- 5xx Szerver hiba (server failure)
- 6xx Globális hiba (global failure)

A fenti ábra (3.5.4) tartalmaz egy hívás-felépítési folyamatot is. A folyamatban lejátszódó protokollüzenetek a következők:

Legelőször a SIP kliens az (1-INVITE) üzenettel megkezdi a kapcsolatfelépítést. Az első közbenső elem egy SIP proxy szerver, mely a kezdeményező SIP ügyfél szerepében helymeghatározási szerepet végez. Ez a proxy kiszolgáló egy új (2-INVITE) üzenetet küld az átirányító kiszolgálóhoz. Az átirányító kiszolgáló válaszában tudatja a kérdező proxyval a felhasználó új helyzetét (3-3xx). Az átirányításnak megfelelően az első proxy kiszolgáló egy új (4-INVITE) üzenettel próbálkozik a frissen kapott cél felé. Vegyük észre, hogy az átirányítást a proxy kiszolgáló kezelte le és nem a kezdeményező SIP ügyfél. A címzésben következő proxy kiszolgáló egy helymeghatározó kiszolgálóhoz fordul (5-ös és 6-os üzenet), majd az adatbázisból nyert információ alapján folytatja a hívásfelépítést (7-INVITE). Mielőtt a cél klienst elérnénk még egy hasonló proxy szerveren keresztül megy üzenetünk (8-INVITE), majd elérkezünk a kívánt klienshez. A hívott fél ezután egy pozitív nyugtát (ACK) küld vissza a proxy útvonalon a kezdeményező klienshez (9, 10, 11 és 12-es üzenetek). Az ACK üzenet megérkezésével tekinthetjük a hívást kiépültnek.

Valós idejű protokoll (Real-Time Protocol - RTP)

Az RTP protokoll célja, hogy valós idejű információt szállítson mint pl. beszéd- és képátvitel azáltal, hogy kiegészíti az UDP/IP fejléccet. Példaként az RTP hasznos adat (payload) azonosítást nyújt, hogy az alkalmazások meghatározhassák a vett média típusát. Az RTP fejléc tartalmaz sorszámot és időbélyeget, hogy a vevő oldal visszaállíthassa a csomagok sorrendjét vagy észlelhessen a csomagvesztést; illetőleg a kép-hang szinkront vagy egyéb multimédia folyamatok szinkronizálását elvégezhesse. Az RTP továbbá támogat pont-többpont kapcsolati kommunikációt is. [3.5.6]

3.5.4. A H.323 és a SIP összehasonlítása

Általánosságban elmondható, hogy mindkét protokoll gyorsan alkalmazkodik a felmerülő igényekhez, és hogy a két protokoll közötti kezdeti teljesítménybeli különbségek mára már elenyészők. Jelenleg is különböző azonban az üzenetcsomagok kódolásának megvalósítása: míg a H.323 az ASN.1-es és

táblázatos bináris üzenatkódolást alkalmaz, addig a SIP szöveges HTTP alapú üzenatkódolást használ. Természetesen mindkét protokoll profitálni próbál az őt támogató és körülvevő környezetből. A H.323 erőssége a távközlési világ szabványosítási múltjában rejlik: következetes és precíz ITU-T szabványok, együttműködési tesztek és körültekintően kidolgozott átjárhatóság a hagyományos telefonhálózat felé (POTS és PSTN). Másrészt a SIP előnyére válhat az a flexibilis és gyors specifikációs lehetőség, amely az Internetet magát jellemzi; valamint az Internetes társadalom bizonyos mértékű „ellenállása” külső szabványokkal szemben.

3.5.5. Az IP telefonia jövője

Alapvetően elmondható, hogy az Internet telefonia bármilyen széleskörű kereskedelmi elterjedésének egyelőre gátat szabnak a felmerülő együttműködési problémák (azonos protokollok különböző gyártói között is); a hiányzó minőségi, számlázási, biztonsági, jelzés átalakítási (SS7), stb... támogatások. Az is elmondható, hogy a jelenlegi IP-s multimédia piac beszédátvitelre korlátozott, hiszen sok a modemes, alacsony sebességű és betárcsázásos hozzáférés. Másrészt a technológia aránylag új; időnek kell eltelnie, amíg megbízható, együttműködő és minőségi termékek jelennek meg a piacon. A jövő szempontjából talán az ár a legfontosabb: IP fölött jelenleg olcsóbban lehet telefon szolgáltatást nyújtani, miáltal még a hagyományos – tipikusan nagy – szolgáltatókat is újszerű versenyre lehet készíteni. Természetesen az átállás a PSTN rendszerről az IP-s telefoniára időt vesz igénybe; abban azonban biztosak lehetünk, hogy a jövő technikai fejlesztéseitől nemcsak beszéd, hanem videó és egyéb multimédia kommunikációt várnak. [3.5.8]

3.5.6. Összefoglaló

Összefoglalásként azt mondhatjuk, hogy az IP-s telefonia jelen van, bár széleskörű elterjedését még néhány hiányossága gátolja. Két jelentős, versengő szabvány küzd a piacért: az egyik az ITU-T által szabványosított H.323 protokoll míg a másik az IETF-en szabványosított SIP protokoll. A piaci helyzetet tekintve a H.323 protokoll előnyösebb pozíciókkal bír, azonban a verseny még korántsem eldőlt. A 3. generációs mobil rendszerek bevezetése még elősegítheti a SIP szélesebb körű elterjedését is.

Mindazonáltal, talán az egyik legfontosabb kérdése az IP-s telefoniának a minőségi szolgáltatás nyújtásának kérdése. Hiszen míg a hagyományos telefonrendszerekben ezen kérdés hatékonyan kezelt, addig a mai Interneten ezek a problémák még korántsem megoldottak. Erőfeszítéseket tesz az Internetes társadalom ezen irányban, melynek eredményei remélhetőleg a közeljövőben felvirágozhatják az IP-s telefoniát.

A másik számottevő probléma az együttműködési kérdések megoldatlansága. Ez a kérdés túl azon, hogy heterogén IP-s telefonia hálózatokat és a hagyományos hálózattal való együttműködést érinti, még azonos szabványok különböző gyártói között sem teljesen megoldott. Különböző szervezetek léteznek, melyek a fenti problémát próbálják orvosolni, ezek közül a teljesség igénye nélkül néhány megemlítve: ETSI's TIPHON, iNOW!, IMTC stb...

A biztonság mint harmadik megoldandó problémakör helyet követel magának. Mindkét protokoll ajánl megoldásokat, azonban ezek még korántsem tekinthetők kielégítőnek. A biztonság problémakörét a jövőben mindkét protokollnak figyelembe kell vennie.

Összességében elmondhatjuk, hogy az IP-s telefoniát tekinthetjük akár az első lépésként a valós idejű, integrált multimédia szolgáltatások felé.

Irodalomjegyzék

- [3.5.1] Bo Li, Mounir Hamdi, Dongyi Jiang, Xi-Ren Cao, Y. Thomas Hou "QoS-Enabled Voice Support in the Next-Generation Internet: Issues, Existing Approaches and Challenges" IEEE Communications Magazine, April 2000
- [3.5.2] D. Bergmark, S. Keshav "Building Blocks for IP Telephony" IEEE Communications Magazine, April 2000
- [3.5.3] Trillium, "H.323 Tutorial," 1999, 20 pages, <http://www.webproforum.com/h323/>
- [3.5.4] Lasse Huovinen, Shuanghong Niu, "IP Telephony", <http://www.tml.hut.fi/Opinnot/Tik-110.551/1999/papers/04IPTelephony/voip.html>
- [3.5.5] Communications Industry Researchers, Inc, <http://www.cir-inc.com/>
- [3.5.6] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", Internet Engineering Task Force, Internet Standard, RFC 1889, January, 1996
- [3.5.7] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg "SIP: Session Initiation Protocol", Internet Engineering Task Force, Internet Standard, RFC 2543, March, 1999
- [3.5.8] H.323 forum at <http://www.h323forum.org>

[3.5.9] M. Handley, V. Jacobson “SDP: Session Description Protocol”, Internet Engineering Task Force, Internet Standard, RFC 2327, April, 1998

3.6. ATM, IP ATM felett, ATM-LAN és MPLS

Szerző: dr. Cinkler Tibor

Lektor: dr. Henk Tamás

Az ATM kifejtése: Asynchronous Transfer Mode, vagy magyarul: aszinkron átviteli mód.

Az ISDN technika kidolgozásánál az volt a cél, hogy a hagyományos távbeszélő hálózatok legdrágább és legkevésbé kihasznált részét, az előfizetői vonalt újrahasznosítsák. Ebből adódott az ISDN hátránya is - keskenysávú lett, ezért sokszor N-ISDN azaz keskenysávú (Narrow-band) néven emlegetjük. (A határt a keskeny és szélessávú vezetékes hozzáférésnél 2Mbit/s-ra teszik.) Az ISDN előnye viszont az volt, hogy viszonylag olcsón a távbeszélő szolgálat mellett adatátvitelre, videokonferenciára, jobb minőségű és gyorsabb fax küldésre illetve értéknövelt szolgáltatások nyújtására is lehetőség nyílt.

Ahhoz, hogy az egyre növekvő igényeket kiszolgálhassák, az ITU-T kezdett dolgozni a B-ISDN azaz szélessávú (Broad-band) ISDN ajánlásokon. Az elvárás az volt, hogy olyan szélessávú integrált szolgáltatású digitális hálózatot alakítsanak ki, ahol a pont-pont kapcsolatok mellett pont - több-pont illetve több-pont - több-pont összeköttetéseket is lehet létrehozni, illetve támogatja mind a kapcsolt mind az állandó összeköttetéseket, úgy mint az áramkör és csomagkapcsolt szolgáltatásokat is, illetve mind az egyirányú mind a kétirányú (szimmetrikus vagy asszimmetrikus) összeköttetéseket is.

A B-ISDN-hez az ITU-T definiált referenciamodellt, az ISDN-éhez hasonló jelzésrendszert, és az ATM-et találta legmegfelelőbbnek a B-ISDN követelményrendszerének kielégítésére.

3.6.1. Érvek az ATM mellett

A forgalom az adatátviteli és távközlő hálózatokban mind térben mind időben eloszlik. Nappal a munkahelyeken nagy a forgalom, munka után és hétvégén a lakóközrzetekben. Ha a különféle forgalmakat összefogjuk és egy hálózaton szállítjuk, akkor azok hatékonyabban kezelhetők. Így nem kell az adat, távbeszélő és

műsorszétoztó hálózatainkat mind csúcsforgalomra méretezni, hanem a térbeli és időbeli eloszlás miatt az erőforrásokat megosztjuk.

A korábbiakban alapvetően két hálózattípussal találkoztunk. Az áramkörkapcsolt hálózatok a távbeszélő hálózatokban bevált, elterjedt megoldás, míg a csomagkapcsolás a számítógép illetve adatátviteli hálózatokban használatos.

Áramkörkapcsolás esetén igény szerint létrehozunk egy adott kapacitású összeköttetést (áramkört) melyet csak az adott felek használnak. Miután véget ért az információátvitel az áramkört bontjuk, és az addig foglalt erőforrásokat átengedjük más összeköttetések számára. Ez lehetővé teszi a minőségi garanciák biztosítását (QoS: Quality of Service, pl. kis késleltetés, kis adatvesztés), feltéve., hogy az összeköttetés létrehozása nem ütközött erőforráskapacitás korlátba. Másrészt viszont, ha a rögzített sávszélességű lefoglalt csatornán csomós ("börstös") adatot küldünk az az idő jelentős hányadában kihasználatlan lesz, sőt lehet, hogy az átvitel kapacitás csak az egyik irányban lesz kihasználva.

Csomagkapcsolás esetén a helyzet a fordított, csak akkor küldünk csomagot, ha összegyűlt "elegendő mondanivalónk". Ezt várakozás nélkül tehetjük, de hogy biztosítsuk csomagunk célbajutását azt "megcímezzük", azaz hozzáteszünk egy fejlécszt. Így jobb erőforráskihasználást tudunk elérni ritkán de sokat küldő források esetén, ám minőségi garanciákat nem biztosít a hálózat.

Minőséget csak akkor tudunk biztosítani, ha lefoglaljuk a szükséges erőforrásokat ÉS ellenőrizzük, hogy forgalomforrásaink betartják-e e foglalást. Ezért az ATM ötvözi a fenti technikákat, és úgynevezett virtuális áramkörkapcsolást használ míg az információt kis, rögzített méretű csomagokba, cellákba tördeli.

Így lehetőség nyílik a determinisztikus multiplexelés kiváltására statisztikus multiplexeléssel. Ma az ATM az egyetlen technika mely QoS garanciák mellett jó erőforráskihasználást biztosít, mind a hozzáférői, mind a gerinchálózatban a 2 Mbit/s - 2.5 Gbit/s bitsebesség tartományban.

Az ATM legfontosabb előnyét, az együttes QoS biztosítást és hatékony erőforráskihasználást a rendszer bonyolultságával fizettük meg (lásd 4.2 fejezet). Az IP hálózatokban jelenleg az egyik legfontosabb törekvés a minőség biztosítás, elsősorban a valós idejű alkalmazások miatt, pl. beszédátvitel IP hálózat felett (VoIP:

Voice over Internet Protocol). Ezt csak úgy érhetik el, ha növelik a rendszer bonyolultságát a DiffServ illetve IntServ megoldások bevezetésével.

3.6.2. Az ATM jellemzői

Az ATM tömören az alábbiakkal jellemezhető:

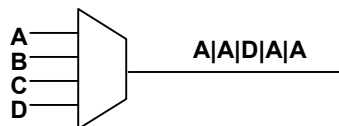
- Az ATM a B-ISDN (szélessávú ISDN) ajánlott átviteli technológiája.
- Cellakapcsolt, az adatok rögzített méretű, kis csomagokban továbbítódnak.
- Virtuális áramkör kapcsolást használ, ezért útvonal-választást csak egyszer kell végezni, utána csak a cellák egyszerű továbbítása szükséges.
- A kapcsolat hardverből történik, sem folyamatszabályozás, sem javítás nincs a csomópontokban, csak a hálózat peremén.
- Statisztikus multiplexelés révén tetszőleges sáv szélesség foglalható illetve használható az adott hozzáférési sebesség tartományban.
- Tetszőleges minőséget tud biztosítani jó erőforrás kihasználtsága mellett.

Tekintsük át az ATM-et megalapozó műszaki fogalmakat és megoldásokat, hogy fény derüljön a fenti jellemzőkre!

3.6.3. Műszaki alapok

Mitől *aszinkron* átviteli mód az ATM?

Multiplexeléskor különböző sebességű csatornák is összefoghatók, és a kimenten tetszőleges szabad időrést használhatnak az adategységek, azaz nincsenek egy keretszervezéshez szinkronizálva. De ahhoz, hogy vételi oldalon



szét tudjuk válogatni ezeket az egységeket mindegyiket felcímkézzük.

3.6.1. ábra. aszinkron nyalábolás

Hogyan épül fel az adatátvitel egysége a cella?

VPI		
VPI	VCI	
VCI		
VCI	PT	CLP
HEC		

48 oktet rakomány

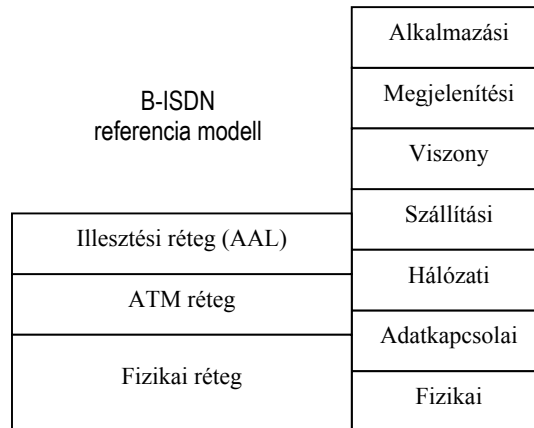
3.6.2. ábra. Az ATM cella felépítése

Az ábrán látható egy cella felépítése egy hálózati interfészen (NNI: Network to Network Interface). Az egyes sorok okteteket jelentenek, balról jobbra, majd fentről soronként lefelé haladva olvassuk ki tartalmát. Az első 12 bit a VPI (Virtual Path Identifier: virtuális út azonosító), mely azt jelzi, hogy az adott cella mely csoporthoz (VP-hez: Virtual Path) tartozik. A következő 16 bit a VCI mező (Virtual Channel Identifier: virtuális csatorna azonosító), mely a VPI értékkel jelölt csoporton belül azonosítja az összeköttetést. A három bites PT (Payload Type) mező a rakomány azonosításában illetve torlódásvezérlésben játszik szerepet, míg a CLP (Cell Loss Priority) mező jelöli, hogy az adott cella eldobható-e, azaz magas vagy alacsony prioritással dobható el ha a hálózatban torlódás keletkezik. A HEC (Header Error Control) mező funkciója kettős: egyrészt fejrészhiba észlelésére és javítására, másrészt a cellahatárok észlelésére szolgál. Az 5 oktetes fejrészt 48 oktet hasznos adat követi, így a cella teljes mérete 53 oktet.

Amennyiben nem hálózati interfészt, hanem felhasználó és hálózat közti interfészt (UNI) vizsgálunk akkor a cella első 4 bitje a GFC (Generic Flow Control) mező lesz melyet forgalomszabályozási funkciók megvalósítására terveztek.

Hogyan illeszkedik az ATM az ISO OSI referenciamodelljéhez?

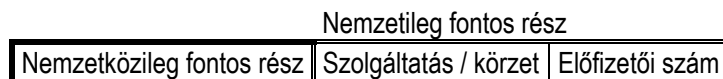
Az ATM az ITU-T által definiált B-ISDN referenciamodellnek felel meg, mely egy bonyolultabb háromdimenziós modell. Az ábrán csak egy dimenziót emeltünk ki. Az ATM-nél az ITU-T három réteget definiált csak. Látjuk, hogy az OSI referenciamodellhez képest az ATM fizikai rétege többet tud, és ez az elcsúszás a többi rétegnél is érzékelhető. Illesztési rétegből több féle van, legelterjedtebb az AAL5 (ATM Adaptation Layer 5) mely igen egyszerű, kevés funkciót valósít meg, elsődleges feladata a magasabb szintű adataegységek tördelése az adásnál, illetve ezek újraegyesítése a vételnél. Az IP, FR illetve primér PDH fogalmata az illesztési réteg segítségével helyezük az ATM hálózatra.



3.6.3 ábra. Az OSI és B-ISDN referenciamodellek összevetése

Milyen címzést használnak ATM hálózatokban?

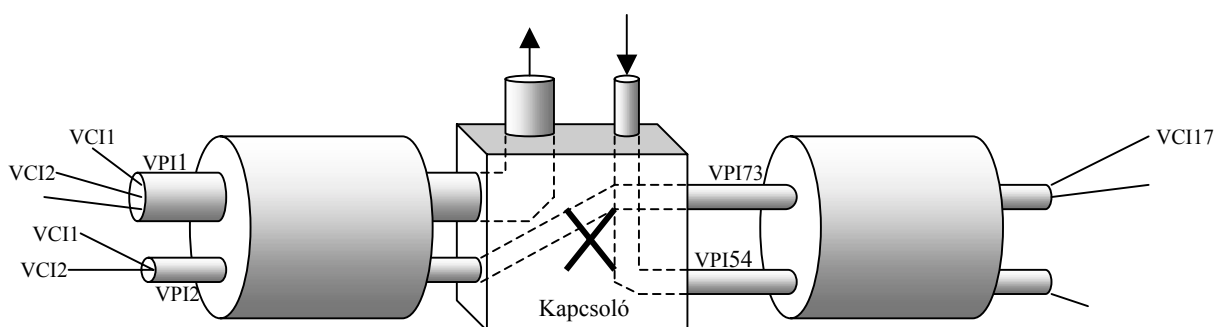
Nyilvános ATM hálózatokban a távbeszélő hálózatokban is használatos ITU-T E.164 ajánlást használják. A magánhálózatokban használatos címzés ettől eltér.



3.6.4 ábra. ATM címzés

Milyen "összeköttetések" vannak ATM hálózatokban?

Egy adatforgalmat szállító összeköttetés két végpont között egy "látszólagos áramkör" vagy tükörfordításban egy "virtuális csatorna összeköttetés" (VCC). Ez a VCC több szakaszon keresztül több VP-t (látszólagos utat) használva valósul meg.



3.6.5 ábra. VP és VC kapcsolás, illetve rendezés

Egy virtuális csatorna összeköttetés lehet állandó (PVC) vagy kapcsolt (SVC). Míg a PVC konfigurálással hálózat- vagy hálózati elem menedzsment rendszer révén hozható létre, az SVC-t az előfizető kezdeményezésére jelzésrendszer révén hozzák létre.

A pont - pont összeköttetések mellett az ATM támogatja a pont - több-pont összeköttetéseket is, sőt ATM-beli összeköttetések felett összeköttetés mentes alkalmazások is megvalósíthatók.

Forgalommenedzsment

Az ATM hálózatoknak kiváló forgalommenedzsmentje van. Mint említettük, az ATM egyetlen olyan megoldás, mely tetszőleges minőségi garanciák biztosítása mellett jó erőforráskihasználást valósít meg.

Az ATM forgalommenedzsment specifikációk *forgalmi* és *minőségi* igényeik alapján több csoportba sorolja a forrásokat. Ezek közül a 4.1 fejezet többet részletez, itt csak felsoroljuk:

- CBR: Constant Bit Rate:
 - o Állandó bitsebesség jellemzi, példaként a bérelt vonalat említhetjük.
- rt-VBR: Variable Bit Rate, vaklós idejű változó bitsebességű forrás.
- nrt-VBR: nem valós idejű VBR
- ABR: Available Bit Rate: rendelkezésre álló bitsebességű forrás, ahol az adási sebesség a hálózat forgalmi terheltségének függvényében visszacsatolással szabályozható
- UBR: Unspecified Bit Rate. Forrás, ahol nincsenek minőségi paraméterek megadva.
- GFR: Guaranteed Frame Rate: Olyan forrás, mely nagyobb méretű keretek továbbítását igényli. Itt a cellákra tördelt keretek összefüggését nyilvántartják.

A forgalmi és minőségi paraméterek alapján történik az erőforrásfoglalás és betartásukat a felhasználó, illetve a hálózat részéről felügyelik az összeköttetés teljes időtartama alatt.

3.6.4. Hogyan lehet ATM fölött számítógép-hálózatot kialakítani?

Ennek több módja van:

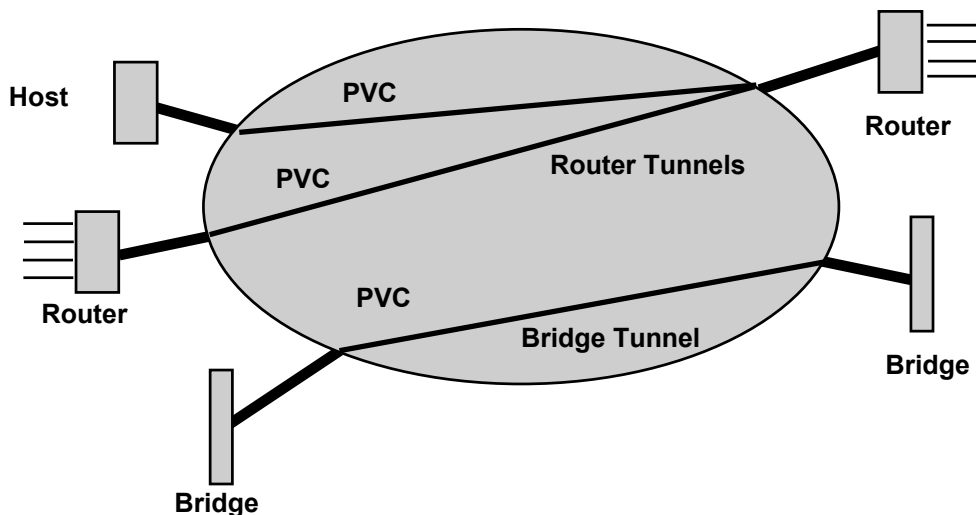
1. Több-protokollós beágyazás (multi-protokoll encapsulation) (IETF RFC 1483)
2. Hagyományos IP ATM felett (Classical IP over ATM, CLIP) (IETF RFC 1577)

3. LAN emuláció (LAN Emulation over ATM Version 1.0) (ATM Forum LANE 1.0)
4. ATM alkalmazásprogramozó interfész (ATM Application Programming Interface) (ATM API)
5. Hagyományos IP és címfeloldás ATM felett (Classical IP and ARP over ATM) (IETF RFC 2225)
6. Több protokoll ATM felett (Multi-Protocoll over ATM) (ATM Forum MPOA)
7. LAN emuláció 2.változata (ATM Forum LANE 2.0)
8. Többprotokollos címkekapcsolás (MultiProtocol Label Switching) (IETF MPLS)

E technikák csoportosíthatók az alapján, hogy mire van kiélezve. Míg a 3., 6. és 7. módszert elsősorban LAN keretek szállítására dolgozták ki, addig a 2, 5, és 8 módszereket elsősorban az IP csomagok közvetlen szállítására. Az 1. módszer mind LAN mind IP keretek szállítására alkalmas. Ennek megfelelően a LAN jellegű megoldások a közeghozzáférés függvényében kisebb távolságok áthidalására, míg a közvetlen IP csomagok szállítását célzó megoldások nagyobb távolságok áthidalására szolgálnak.

3.6.5. Több-protokollos beágyazás (IETF RFC 1483)

Ez az első megoldás, mely lehetővé tette az IP alapú kommunikációt ATM hálózatok felett. A megoldást az IETF dolgozta ki, alapjait az 1993 júliusában elfogadott RFC 1483 tartalmazza. A megnevezésben azért szerepel a *többprotokollos*, mert több különböző LAN keret és protokoll oszt egy PVC-t. Az egyetlen használt beágyazás az LLC (Link Layer Control) beágyazás. Az RFC 1483-ban rögzített megoldás csak PVC-eket, azaz állandó virtuális csatornákat használ. Így minden, a kommunikációban résztvenni kívánó félnek állandó csatornát alakítunk ki, függetlenül, hogy az szállít-e adatot vagy sem. Ezeket a PVC-eket alagutaknak (tunnel) nevezzük, hiszen ez csak egy biteket szállító cső. Egy hálózatban 2 munkaállomás noha tud közvetlenül kommunikálni, a teljes PVC-szövevény elkerülése érdekében jellemzően bridge vagy router segítségével kommunikál egymással. Egy alagút vagy hidak (bridgek), vagy útválasztók (routerek) összekötését szolgálja, de mindkettőt egyidőben nem.



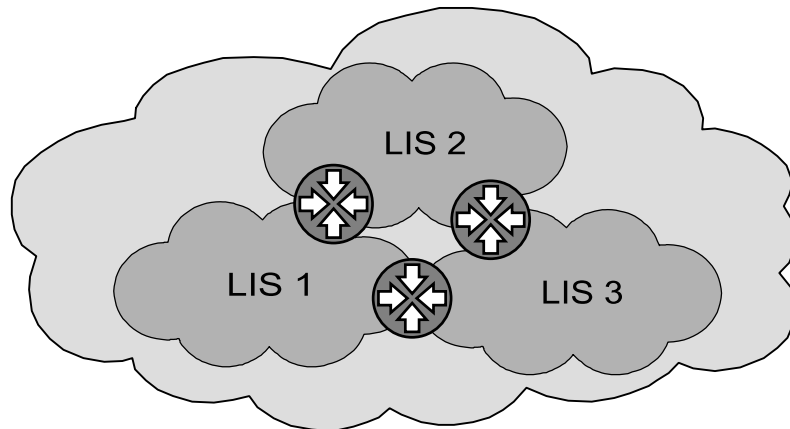
3.6.6 ábra. "Alagutak" a többprotokollos beágyazásnál.

E megoldás egyik hátránya, hogy az állandó VC-k (PVC-k) állandóan lefoglalják az erőforrásokat, beleértve a VPI/VCI címet is. Másrészt figyelmen kívül hagyja az ATM VC-kapcsoló (SVC) és útvonalválasztási képességeit.

3.6.6. Hagyományos IP ATM felett (IETF RFC 1577 és RFC 2225)

Ez már egy bonyolultabb, de egyben rugalmasabb megoldás is, mely a kapcsolt VC-k (SVC-k) előnyeit is képes kihasználni. Hátránya viszont, hogy csak az IP-t támogatja, egyéb hálózati protokollokat nem. Mint a nevéből is kiderül a TCP/IP csomagok ATM hálózaton való átküldését és a címmegefeleltetést tartalmazza. Alapjait az IETF (Internet Engineering Task Force) által specifikált RFC 1577 illetve 2225 rögzítik.

Az IP csomagok tördelését az adási oldalon illetve ezek újraegyesítését a vételi oldalon az AAL5 illesztési réteg végzi. E technika mind PVC mind SVC alapú összeköttetéseket támogat.



3.6.7 ábra. Logikai IP alhálózatok és kapcsolatok.

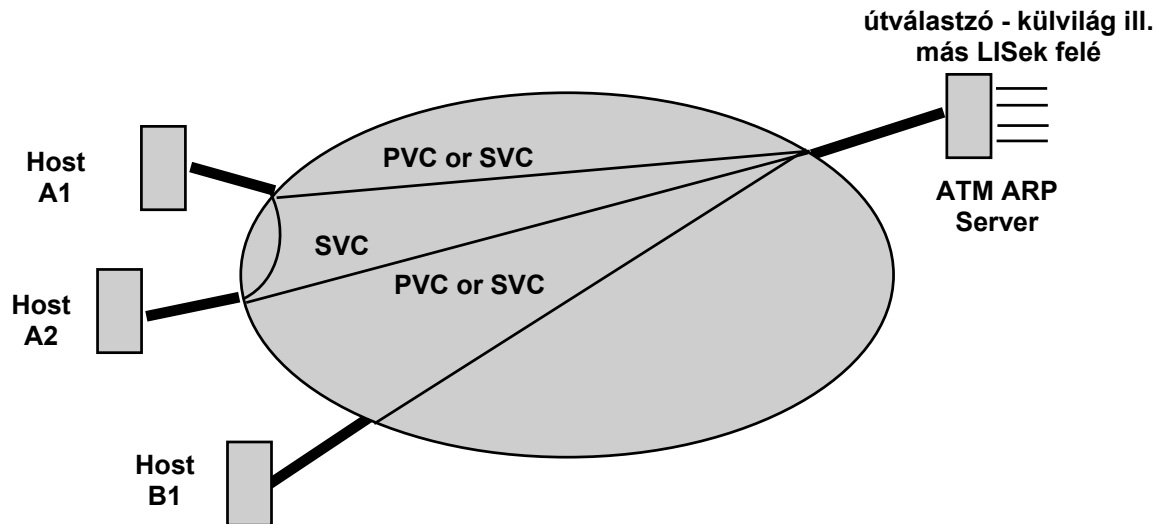
Azon gépeket melyek egymással közvetlenül kell kapcsolatot létesítsenek logikai IP alhálózatokba soroljuk (LIS: Logical IP subnet). Három ilyen LIS-t szemléltet a fenti ábra. Míg a LIS-en belüli munkaállomások képesek közvetlen ATM összeköttetést (SVC) kialakítani egymás között, addig a különböző alhálózatba tartozók csak több SVC-n keresztül útválasztók (routerek) segítségével érik el egymást.

A továbbiakban az egyes LIS-eken belüli kapcsolat kiépítését vizsgáljuk. Minden IP munkaállomás melyet szeretnénk hálózatba kötni ATM hálózat felett, kell rendelkezzen egy ATM címmel. Amennyiben PVC-t használunk (például ha a hálózat nem támogat jelzésrendszert), minden munkaállomásnak van saját címfeloldási táblázata, azaz minden IP címnek megfelel egy adott VPI/VCI címke. Amennyiben SVC-t használunk minden LIS-en belül kell legyen egy címfeloldó szerver (ARP: Address resolution Protocol).

Nézzük, hogyan épül ki egy IP folyam.

Először is a kliens kiépít egy összeköttetést az ARP szerver felé, mely vagy egy külön munkaállomáson, vagy gyakrabban egy ATM kapcsolón "fut". Az ARP szerver címe konfigurálható, vagy dinamikusan lekérhető. Ezt követően az ARP szerver egy inverz ARP kéréssel lekéri a csatlakozó munkállomás ATM címének megfelelő IP címet is. Így tartja karban az ARP szerver a címmegfeleltetési táblázatot. Ezt követően, ha például az A1 munkaállomás az A2 munkaállomást szeretné elérni annak IP címe alapján, akkor megnézi a saját ideiglenes címmegfeleltetési tárában, ha ott nem találja az ARP szervertől lekéri A2 ATM címet, majd egy ATM SVC-t épít ki A2 felé. Ezt adatátvitel követi, majd hosszabb

átvitelmentes időszak után az SVC bontódik. Ha rövidesen A1 ismét szeretné elérni A2-t, helyi címmegfeleltetési tárában ezúttal megtalálja annak ATM címét, ezzel is gyorsítva a kapcsolatkiépítést, illetve csökkentve az ARP szerver terhelését.



3.6.8 ábra. Hagyományos IP ATM felett: egy LIS.

Amennyiben A1 egy olyan munkaállomást (pl. B1) szeretne elérni mely nem ugyanabban a LIS-ben van, akkor ezt routeren keresztül teheti csak meg. Ábránkon az ARP szerver és útválasztó egybeesik, de ez a gyakorlatban nem feltétlenül valósul meg így.

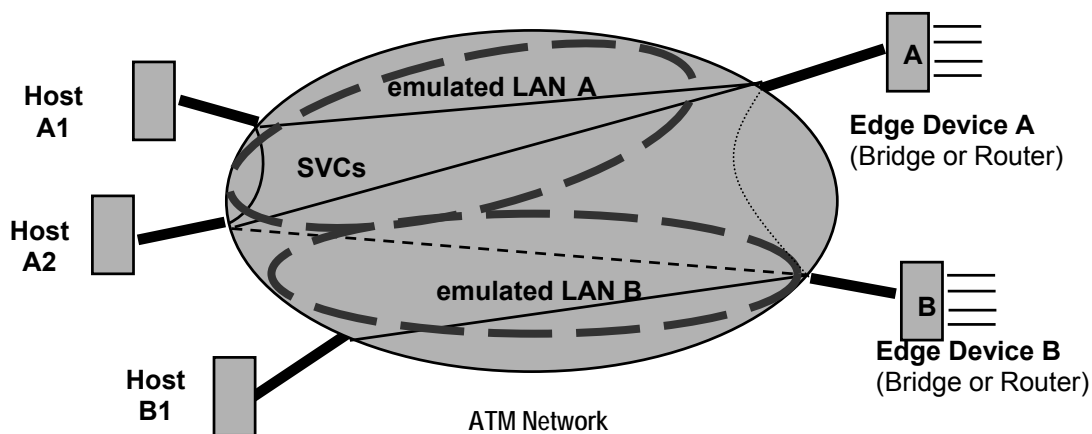
A pont - több-pont összeköttetéseket a hagyományos IP ATM felett nem támogatta. E funkciót úgy valósították meg, hogy minden csomópont kialakított egy pont-többpont összeköttetést az összes többi felé. Ennél erőforráskímélőbb megoldás a szétosztó-szerver (MCS: MultiCast Server) használata, ahol a szerver bármely csomóponttól kapott üzenetet szétküldi minden végpontnak. Ehhez egy IP multicast csoport címhez több ATM címet feleltet meg.

Az RFC 2225 több, adatbázisaikat egymással állandóan szinkronizáló ARP szerver használatát javasolja, mely meghibásodások ellen védettebbé teszi a hálózatot.

A hagyományos IP ATM felett megoldás előnye, hogy az IP hálózat számára is lehetőség nyílik az ATM biztosította minőségi garanciák kihasználására.

3.6.7. LAN emuláció (ATM Forum LANE 1.0 és LANE 2.0)

A LANE emuláció, szemben a CLIP megoldással, nem csak az IP forgalom átvitelére szolgál, hanem, mint neve is mondja LAN-t (pl.Ethernet-et vagy Token Ring-et) emulál, így minden 3. rétegbeli protokoll változtatás nélkül használható, például IPX, DecNet, Novell Netware Client, NetBEUI, stb.



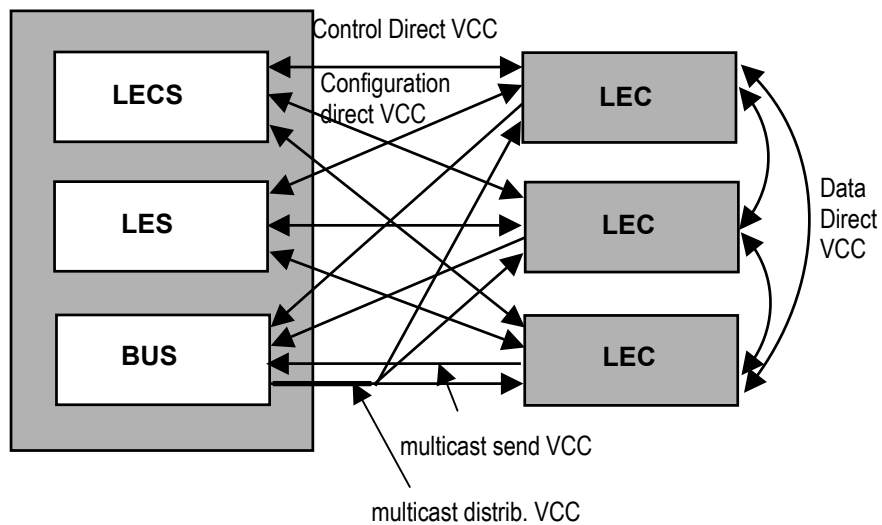
3.6.9 ábra. Emulált LAN-ok és viszonyuk LANE-ban.

Egy ATM hálózat felett létrehozhatunk emulált vagy virtuális LAN-okat (ELAN-okat), melyekbe ATM interfészkártyával rendelkező munkaállomásokat vagy ATM interfésszel rendelkező bridgek révén egész alhálózatokat csatlakoztathatunk. Itt is, egy adott ELAN-ba tartozó munkaállomások közvetlenül, SVC-ken keresztül kommunikálnak egymással, míg külön ELAN-okba tartozó állomások csak routereken keresztül képesek erre, ahol a routerek közti összeköttetés is egy ATM kapcsolókon/rendezőkön áthaladó ATM összeköttetés. E megoldás másik hátránya, viszont, hogy nincs lehetőség minőségi garanciák biztosítására, hiszen olyan LAN-t emulálunk mely maga sem képes erre.

A LAN-emuláció megvalósításhoz kliensekre (LEC: LAN Emulation Client) és 3 modulból álló kiszolgálóra van szükség. E három modul a:

- **LECS:** LANE konfiguráció szerver (LANE Configuration Server)
- **LES:** LANE szerver (LANE Server); fő funkciói a tagok nyilvántartása (azonosítás, vezérlési funkciók) illetve a címfeloldás.
- **BUS:** Ismeretlen célcímű és szórt küldésre szolgáló szerver (Broadcast and Unknown Server); Ez olyasmi mint az MCS a CLIP-nél. Fő funkciója a szórás megvalósítása (pont-többpont). Amennyiben ismeretlen célcímű csomagot küldünk az osztott közeget emulálja, és míg nem jön létre közvetlen VCC a két végállomás között a kommunikáció is erre folyik.

A LEC és a LANE szolgálatot megvalósító server közti interfész a LUNI (LAN Emulation UNI).



3.6.10 ábra. A LANE kliensek és a LANE-t megvalósító server elemei.

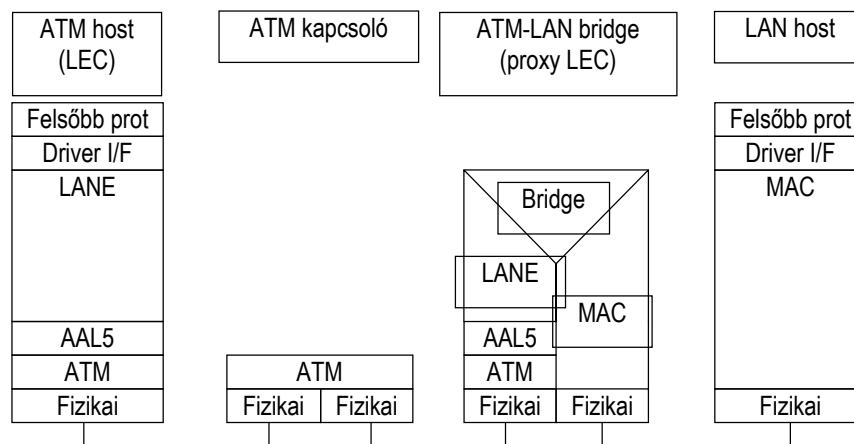
Nézzük, hogyan működik a LANE. Az adatátvitelt üzembehelyezés, illetve az adatátvitelhez szükséges összeköttetések kiépítése előzi meg jelzésüzenetek révén.

A LEC először a LECS-hez fordul konfigurációs információért. Ehhez egy ideiglenes "Configuration Direct VCC"-t hoz létre, majd egy "Control Direct VCC"-t hoz létre a címbejelentés, illetve címmegfeleltetés céljából a LES felé. Ezt követően egy egyirányú "Multicast Send VCC"-t hoz létre a BUS felé, a BUS viszont létrehoz egy multicat forward vagy distribute egyirányú pont-többpont összeköttetést a LEC-ek felé.

Ezt követően, ha egy LEC küld egy üzenetet/csomagot a LUNIn keresztül először egy táblázatban megnézik, hogy van-e már VCC az adott MAC (Media Access Control) cím felé. Ha igen arra küld, ha nem, akkor az adott MAC cím alapján kér a LES-től egy ATM címet, majd kiépít egy "Data Direct" VCC-t. Míg kiépül e VCC a csomagok küldhetők a BUS-on keresztül is. A használatlan összeköttetések "lejárnak" és megszűnnek. A használatlan MAC cím szintén lejár. Ekkor ellenőrzik, és ha nem találják meg a megfelelő LEC-et akkor meg is szűnik. Ez teszi lehetővé a LEC-ek mozgását egy ATM hálózatban.

Vegyük észre, hogy itt kettős címmegfeleltetésről van szó: a hagyományos IP cím - MAC cím, illetve a MAC cím - ATM cím megfeleltetésről, ahol csak az utóbbi a LANE feladata.

Az alábbi protokollverem ábrán látni, hogy hogyan csatlakoztathatunk egy ATM hálózati kártyával rendelkező munkaállomást (bal oldal), illetve egy LAN (pl. Ethernet) hálózatot vagy LAN kártyával ellátott munkaállomást (jobb oldal) egy ELAN-hoz.



3.6.11 ábra. A LANE protokollverme proxy-LEC-cel

A LANE szintén az AAL5 illesztési réteget használja. A proxy LEC teszi lehetővé LAN munkaállomások illetve teljes LAN alhálózatok csatlakoztatását ELAN-hoz.

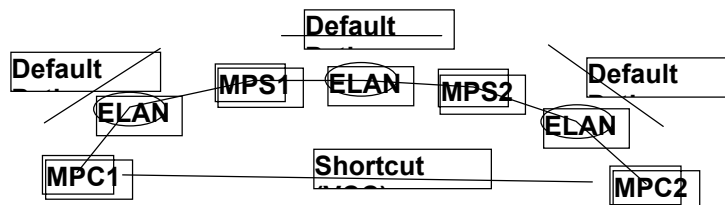
A LANE 2.0 változata néhány továbbfejlesztést tartalmaz: Lehetőség van több szerver használatára egy ELAN-on belül, a magasabb rétegek hozzáférnek az ATM nyújtotta QoS lehetőségekhez, jobb a multicast kommunikáció, több magasabb rétegbeli folyam osztható egy VCC-n, és támogatja az MPOA megoldást is.

3.6.8. ATM API

ATM alkalmazásprogramozó interfész használata olykor indokolt, ha szeretnénk saját ATM feletti alkalmazást megvalósítani, vagy fejleszteni a meglévőket. Az ATM hálózati interfész gyártók kártyáikhoz függvénykönyvtárakat adnak, melyek segítik a fejlesztést. Ez egy tudás- és időigényes megoldás. Pl. a Linux-ATM projektet meg kell említeni, mely a Linux operációs rendszert használó munkaállomások ATM alapú hálózatba kötését fejleszti.

3.6.9. Több protokoll ATM felett (ATM Forum MPOA)

Míg LANE esetén a nem azonos ELAN-ba tartozó kliensek nem képesek közvetlen összeköttetés kialakítására, erre az MPOA lehetőséget nyújt. Az MPOA eredetileg a Newbridge kezdeményezésére indult, de részben beépült a LANE 2.0-ba.



3.6.12 ábra. Összeköttetés kiépítés MPOA-ban.

Mint az ábrán is látható, ha különböző ELAN-ba kapcsolt munkaállomások szeretnének egymással közvetlen kapcsolatba lépni, előbb több MPOA serveren (MPS) keresztül veszik fel a kapcsolatot, majd az IP címnek megfelelő ATM címet visszakapván egy áthidaló VCC (shortcut) épül ki. E feladat megvalósításához ki kell terjeszteni a címfeloldást, az NHRP (Next-Hop Resolution Protocol) útvonalválasztási protokoll segítségével.

A LANE-hoz hasonlóan az MPOA is kliens-szerver architektúrán alapszik. A rendszer lefelé kompatibilis a LANE-val, így az MPC (MPOA kliens) tartalmazza a LEC funkcióit is, míg az MPS (MPOA server) a LANE szolgálatot biztosító funkciókat.

3.6.10. Többprotokollos címkekapcsolás (IETF MPLS)

Mint láttuk, ATM hálózat felett több módon lehet IP hálózatot kialakítani, azonban az egyszerűbb megoldások lehetőségei korlátozottak, míg a bonyolultabb rendszerek túl bonyolultak. Az ATM szerepe is döntően az IP forgalom szállítására korlátozódott. Így felmerült a kérdés, hogy szükséges-e két útvonalválasztási technikát, két címezési módszert, különböző jelzésrendszereket bonyodalmak árán megfeleltetni, vagy inkább ötvözzük e technikákat? A döntés az "ötvözés" mellett szólt. A mai MPLS implementációk jellemzően ATM hardvert használnak, megőrizték a címkézett cella alapú információtovábbítást virtuális áramkörök mentén (ezt LSP-nek nevezik: Label Switched Path), ám az útvonalválasztás és címezés az IP hálózatokban használatos megoldásra támaszkodik.

Az MPLS előnye a hagyományos IP hálózatokkal szemben, hogy az LSP-k révén egyenletesebben osztja el a forgalmat a hálózatban ami jobb kihasználtsághoz vezet. Dinamikus forgalommenedzsmenttel lehet terelgetni a forgalmat, lehet erőforrást foglalni és minőséget biztosítani, illetve nem kell minden egyes csomagnál útvonalválasztási döntést hozni, hanem folyamanként csak egyszer, ez után csak címkealapú csomagtovábbítást végzünk.

Előzményképpen említhető a Toshiba 1994-ben javasolt CSR: Cell Switching Routerre vagy az Y cég 1996-ban javasolt IP switching megoldása. Az IBM szintén 1996-ban javasolta az ARIS (Aggregated Route Based IP Switching) megoldást. Végül a mai MPLS-hez illegközelebbi megoldás az 1996-ban a CISCO által javasolt Tag Switching. Valamennyi megoldás a fenti szempontokra alapozott.

Az MPLS-nek több fejlődési stádiuma van. Kezdetben az LSP-k rögzítettek, míg a fejlődés során igény szerint dinamikusan létrehozhatókká és bonthatókká válnak, teljes, ATM-éhez hasonló forgalommenedzsmenttel. Az MPLS nem csak ATM-re képes építeni, hanem egyéb, pl. Ethernet, Frame Relay, Token Ring és egyéb technikákra is, de az ATM alapú megoldása a gyakorlatban a legelterjedtebb. Többprotokollosnak viszont azért nevezzük, mert felette nem csak IP hanem általánosan beszéd, video, multimédia és adatátviteli alkalmazások egyaránt megvalósíthatók.

Az MPLS elvet általánosították hullámhosszirányítású hullámhosszosztásos (WR-DWDM) hálózatokra ahol a címke helyett a hullámhosszinformációra támaszkodnak. Ez az MPLambdaS, ahol a lambda a hullámhossz információra utal. Így MPLS/MPLambdaS kombinációval hatékonyabb kétrétegű hálózatokat lehet kialakítani, vagy tovább általánosítani GMPLS-re ahol 4-5 hálózati technikát (réteget) helyeznek egymásra. A GMPLS a generalised, azaz általánosított MPLS rövidítése, ami arra utal, hogy az üvegszálkapcsolt rétegre hullámsávkapcsolt, vagy közvetlen hullámhosszkapcsolt réteget helyeznek. Ezt követi az időosztásos nyálábolt réteg nagyobb időkeretekkel (pl. SDH-szerű keretézssel) majd erre épül a csomag- vagy cella-kapcsolt felső réteg.

3.7. Minőségi szolgáltatások IP hálózatokban

Szerző: Szabó Róbert

Lektor: dr. Réthy György

3.7.1. A szolgáltatás minőség meghatározása

A *szolgáltatás minőség* (Quality of Service – QoS) nyújtás meghatározása nem egyszerű feladat, legtöbb esetben azonban tekinthetjük a szolgáltatást nyújtó (réteg, hálózati elem stb...) azon *képességének* melyek által meghatározott *szolgáltatásokat* nyújtanak a felhasználóknak (felsőbb rétegek, vég-felhasználók stb...) úgy, hogy az elvárt *mennyiségi* és *minőségi* követelmények (valószínűségi vagy determinisztikus alapon) találkozzanak, amennyiben a felhasználó a forgalmi szerződés keretein belül marad. Az előbbi meghatározás célja, hogy magába foglalja mind a különböző hálózati rétegek közötti szolgáltatás minőséget mind pedig a tartományi határelemek vagy végpont-végpont közötti szolgáltatás minőséget, ha ezeket úgy tekintjük mint hálózati rétegek egyenrangú (peer-to-peer) kommunikációját. Természetesen, maga az elvárt QoS megfogalmazása alkalmazásonként nagyon eltérő lehet.

3.7.2. QoS támogatás fejlődése

A hagyományos Internet kizárólag egyfajta szolgáltatás minőséget biztosított a felhasználóknak amelyet *best-effort* szolgáltatásnak neveztek el. Maga a best-effort találoán kifejezi, hogy a hálózat nem biztosít semmilyen minőségi szolgáltatást, azonban mindent megtesz a lehető legjobb szolgáltatás nyújtásáért. Látható, hogy az előző egy gumi definíció, amit nem lehet számon kérni és nem lehet rá alapozni. A fenti működésből adódóan a felhasználók közötti megkülönböztetés tipikusan a hozzáférési technológiában jelent meg, mely által különböző szolgáltatás minőséget lehetett észlelni (pl. analóg, modemes vagy ISDN hozzáférés, betárcsázás vagy állandó bérelt vonali hozzáférés [3.7.2]). Az elmúlt években azonban az egyre újabb és újabb alkalmazások és az általuk támasztott másfajta szolgáltatási igények megjelenésével az Internet szolgáltatók (Internet Service Providers – ISPs) részéről felmerült az igény az általuk nyújtott szolgáltatások differenciálásának technikai

alapjainak megteremtésére. A fenti folyamatot tovább erősítette, hogy a hajdani szlogen miszerint „IP minden felett” napjainkra úgy változott, hogy „minden IP felett”, ami ha lehet még jobban kikezdte a 60-as évekhez visszanyúló IP-s alapokat.

Éppen a fenti folyamatok miatt lehet mondani, hogy a felmerült igényekkel teljes összhangban az elmúlt évtizedben az Internettel kapcsolatos kutatások jelentős része olyan metódusok, protokollok és architektúrák kutatásával foglalkozott, melyek kielégíthetik a jelenlegi illetve a jövőben várható felhasználói és alkalmazási igényeket.

A fejezet továbbiakban az alkalmazások által támasztott QoS osztályozásával foglalkozik majd pedig a QoS bevezetésével foglalkozó kutatások eredményeit összegezi röviden.

3.7.3. QoS az alkalmazások szempontjából

Teljesen nyilvánvaló, hogy az örökké megújuló alkalmazások adják a hajtóerőt a hálózati szolgáltatások fejlesztéséhez, hiszen a hálózat van az alkalmazásért és nem fordítva. Az alkalmazásokat általában kétféle szempont szerint osztályozzák: i) az előre becsülhető átviteli sebességük alapján ill. ii) késleltetési vagy késleltetés ingadozási (delay jitter) toleranciájuk alapján [3.7.1].

Az átviteli sebességnek (i) megfelelően a következő kategóriákat használják:

Egyenletes (Stream)	Előre becsülhető és közel konstans sebességű átvitel (constant bit rate – CBR). Az alkalmazások ebben a kategóriában fix csúcssebesség (peak rate) korláttal rendelkeznek. Tipikus példaként említhetjük a videó alkalmazásokat vagy az IP feletti telefóniát.
Ingadozó (Burst)	Az átviteli sebesség előre nem becsülhető és erősen ingadozik időben. Tipikusan adatblokkok kerülnek átvitelre, melynél sebességi felső korlátot csak a fizikai átviteli kapacitások adnak. Jellemző példaként a fájl átvitelt említhetjük.

Az alkalmazások késleltetési toleranciáját (ii) a következő képen osztályozhatjuk:

Aszinkron (asynchronous)	Elasztikus alkalmazás bármilyen késleltetési elvárás nélkül. (Pl.: elektronikus levelezés, fájl átvitel...)
--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Szinkron (synchronous)	Flexibilis alkalmazások minimális időzítési kritériumokkal. (Pl.: web-szörfözés)
Interaktív (interactive)	Olyan alkalmazások, melyeknél a felhasználhatóság és vagy a funkcionalitás nem függ, azonban a felhasználói elégedettség valamennyire függ az észlelt késleltetési karakterisztikától. (Pl.: telnet, web-szörfözés)
Egyidejű (isochronous)	Felhasználhatóságot erősen befolyásolja az észlelt késleltetési karakterisztika. (Pl.: IP telefonia)
Feladat-kritikus (Mission-critical)	Használhatatlan, ha a késleltetési elvárások nincsenek kielégítve. (Pl.: PSTN minőségű IP telefonia)

3.7.4. QoS Megközelítések

A hálózatok a fent részletezett alkalmazási igényekhez igazodóan fejlődtek és fejlődnek ma is. A technológia legelső fázisában kizárólag sávszélesség biztosításának lehetősége nyújtotta a beavatkozás lehetőségét. Az átviteli kapacitások állandó növelésével minden alkalmazási igény kielégíthető. Ezt a megközelítésmódot nevezzük *túlméretezésnek*. Természetesen vannak olyan nézetek, melyek szerint a hálózat teljes egészében soha sem képes elegendő átviteli kapacitást biztosítani, ezért az alkalmazási elvárások változásával olyan intelligens módszerek bevezetésére és kutatására van szükség, mellyel biztosítható az alkalmazások megkülönböztetett kezelése. Ezen törekvések első zászlóshajóját az *integrált szolgáltatású* (integrated services – IS) hálózatok megjelenése jelentette. Ezen megközelítésmód erős hasonlóságot mutatott az ATM-ben használt erőforrás menedzselési módszerekkel. Az IS azonban- ahogy az ATM is- megbukott a széleskörű elterjedésben a nagyfokú komplexitása és az ebből adódó skálázhatósági problémái miatt. Tanulva a hibákból, napjainkban azon irányvonalak erősödnek, melyek az egyszerűséget, a skálázhatóságot és ezáltal az erőforrások prioritizálását szemben az erőforrások individuális foglalásaival részesítik előnyben. Ezen megközelítési módot differenciált szolgáltatásoknak (differentiated services –DS) nevezzük.

A QoS teljességéhez tartoznak még olyan nem elhanyagolható faktorok mint az együttműködési kérdések, megfelelő menedzsment, hitelesítés és számlázási keretek kidolgozása stb... Ezen funkciók azonban túlmutatnak jelen összefoglaló keretein; az integrált szolgáltatású és a differenciált szolgáltatású hálózati architektúra a következőben részletesen ismertetésre kerül.

3.7.5. Integrált szolgáltatások

Hordozó Szolgáltatások (Bearer Services)

A már létező ún. best-effort szolgáltatáson fölül az IETF meghatározott további két hordozót a *Guaranteed Quality of Service* [3.7.11] és a *Controlled Load Quality of Service* [3.7.12] szolgáltatásokat. Mindkét fent említett szolgáltatás erőforrás-foglalást és kontrollált késleltetést ill. csomagvesztést biztosít és mindkettő feltételez egy háttérben lévő hívásengedélyező folyamatot (admission control) valamint lyukas vödör (leaky-bucket/token bucket) forgalomleírást [3.7.13].

A két hordozó azonban számottevően különbözik is egymástól:

A *Guaranteed QoS* hálózati elem *QoS* szempontból ZÉRÓ puffereelési csomagvesztést biztosít és határozott felső korlátot a puffereelési késleltetésre mindaddig amíg az adatmennyiség az előre egyeztetett határokon belül van [3.7.11]. Ez azt is jelenti, hogy ezen szolgáltatás NEM kontrollálja sem a minimális sem az átlagos késleltetést sőt a késleltetés ingadozását sem; kizárólag csak a maximális késleltetés értékét biztosítja. Mivel azonban ez egy laza felső korlát – legrosszabb esetben is teljesül – különböző tanulmányokban kimutatták [3.7.11], hogy az adatfolyam nagy többsége sokkal kisebb késleltetést szenved mint a felső korlát. A szolgáltatás megvalósítása hívásengedélyezést (Call Admission Control - CAC) feltételez, melyhez *token bucket* (lásd alább) forgalomleíró paraméterek használatát szabványosították. A teljes körű szolgáltatás nyújtásához valamennyi közbenső elemnek támogatnia kell a szolgáltatást; mely hiányában a fenti erős garanciák nem biztosíthatóak. Azonban részleges támogatás esetén is jelentős szolgáltatás minőségi javulás érhető el (pl.: ha a torlódott hálózati elemek támogatják a szolgáltatást, míg a túlméretezettek nem).

A *Controlled Load Network Element szolgáltatás* egy olyan *QoS* minőséget nyújt megközelítőlegesen, mint amelyet ugyanezen szolgáltatás kapna terheletlen hálózat esetén. Mint látható, ez a meghatározás nem tartalmaz konkrétumokat, viszont nagyon egyszerű. És tulajdonképpen pont ez volt a célja az IETF-nek ezen szolgáltatási osztály meghatározásánál [3.7.12].

A szolgáltatás meghatározását értelmezve, egy alkalmazás, amely a *Controlled Load* szolgáltatást veszi igénybe a következőket várhatja el: i) nagyon

nagy valószínűséggel az átvendő csomagok sikeresen megérkeznek, ii) a késleltetés a csomagok túlnyomó részénél nem haladja meg jelentősen azt a minimális késleltetést amelyet bármely sikeresen átvitt csomag elszenvedett. Tehát virtuálisan veszteségmentes és késleltetés ingadozás szempontjából pedig terheletlen hálózatnak megfelelő kiszolgálást kap ezen szolgáltatás. Hasonlóan a Guaranteed QoS szolgáltatáshoz, hívásengedélyezés szükséges (CAC) a szolgáltatás biztosításához. Forgalomleíróként a már előzőekben említett token-bucket forgalomleírót használják.

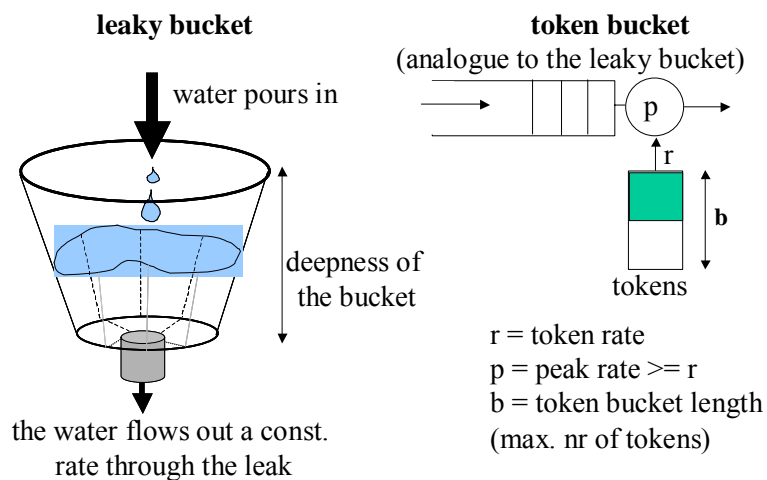
Forgalom szabályozás (Traffic Policing)

Az erőforrás-foglalás következményeként a hálózat garantálja az igényelt hordozó szolgáltatást a lerögzített QoS paraméterekkel, feltéve ha a forrás adatmennyisége a forgalmi szerződés keretein belül marad. Az előbbi szerződés ellenőrzését a határcsomópontok végzik.

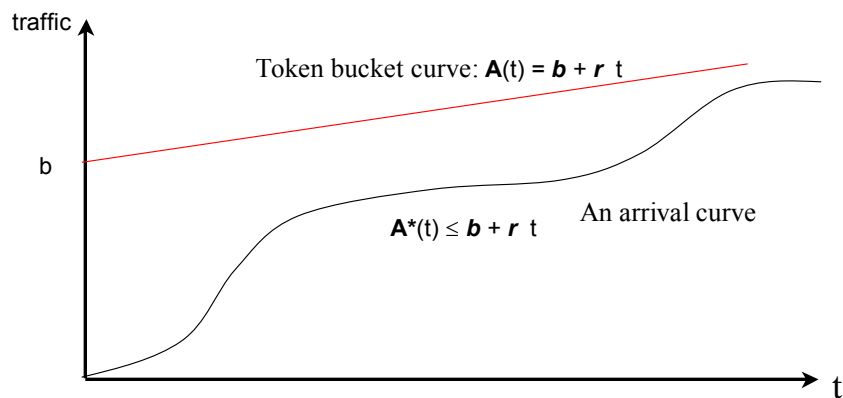
A felhasználó jogosultsága az erőforrás-foglalás igénybevitelére szintén vizsgálat tárgya.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy a forgalom szabályozás legfontosabb célkitűzése az átviteli sebesség korlátozása ill. ellenőrzése. Ez leggyakrabban a hálózati határcsomópontokban kerül vizsgálatra, ahol azon forgalmi rész mely a megállapodott határokon belül marad változatlanul kerül továbbításra míg a többlet forgalom vagy eldobásra kerül vagy pedig a prioritási szint (dobás vagy késleltetés) megváltoztatásával kerül továbbításra.

A leggyakrabban használt forgalom szabályzó és ellenőrző a jelzés vagy lyukas vödör (token, leaky bucket) (lásd 1. ábra). Ezen jelzés vödrök tipikusan három paraméterrel kerülnek jellemzésre, melyek a jelzés generálás sebessége (r), a jelzés vödör mélysége (b) és a kimeneti csúcssebesség (p). A kimeneti csúcssebességet gyakran elhagyják amennyiben $p \gg r$, mely esetben végtelennek feltételezzük. A jelzés vödöröt használhatjuk mind a forgalmunk újraformázására mind pedig szabályzásra mely szerint eldobjuk vagy prioritásilag hátrább soroljuk a többlet forgalmat. A.2. ábra egy jelzés vödör paramétereknek megfelelő forgalmat mutat be.



3.7.1. ábra. Lyukas és jelzés vödör

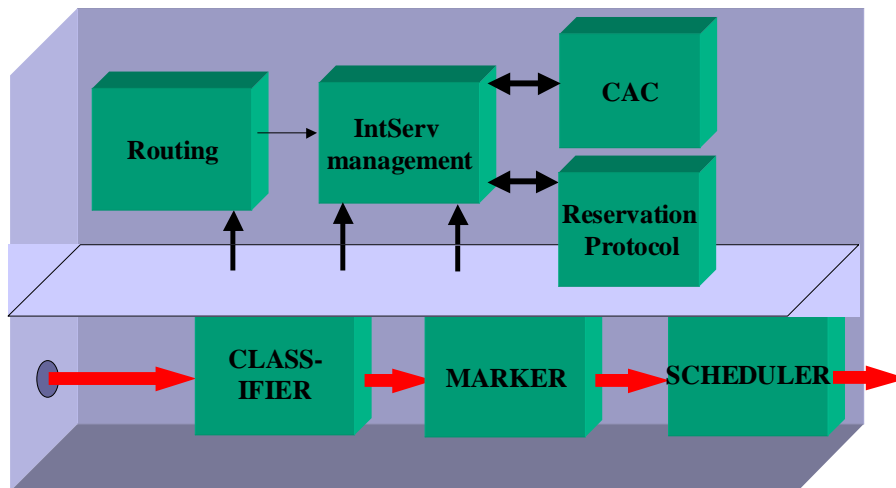


3.7.2. ábra. Jelzés vödör formázott forgalom

Forgalom vezérlés (Traffic Control)

Forgalom vezérlésnek hívjuk mindazokat a funkciókat, melyek által a hálózati eszközök (útvonalválasztók) megkülönböztetett (különböző) minőségű szolgáltatást tudnak nyújtani.

A megvalósítandó vezérlést forgalom vezérlésnek (traffic control) nevezik és alapvetően a következő funkciókat kell ellátnia [3.7.14]: csomagok ütemezését (packet scheduler), csomagok osztályozását és jelölését (packet classifier and marker) és hívásengedélyezési funkciókat (call admission control) (lásd. 3 ábra).

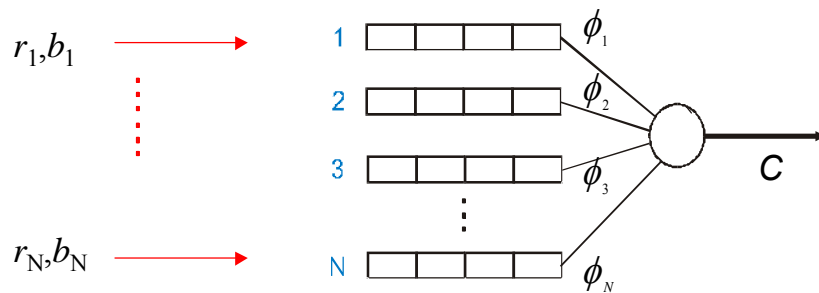


3.7.3. ábra. egy IntServ csomópont

Csomagütemezés

Csomagütemezés az egyik legfontosabb komponens a minőségi szolgáltatás biztosításában, hiszen ezáltal biztosított a kimenetre várakozó csomagok közötti megkülönböztetés lehetősége. Az integrált szolgáltatású hálózatok egyik ilyen ütemezője a súlyozott igazságos sorbaállítás vagy közismertebb nevén a *weighted fair queueing* (WFQ). WFQ ütemezők jellemző tulajdonsága, hogy a különböző kapcsolatokat egymástól elkülönülten kezeli és számukra sáv szélességen alapuló erőforrás allokációt biztosít úgy, hogy a rendszerben fennmaradó többlet sáv szélességet a kapcsolatokhoz rendelt súlyok alapján igazságosan szétosztja. További előnye, hogy tetszőleges jelzés vödörök által meghatározott forgalmi együttes $(\{r_i, b_i\}; i=1, \dots, N)$ számára kapcsolatonként biztosítani tudja a maximálisan elszennvedett késleltetés felső korlátját $(D_i = b_i * \sum r_j / C * r_i; i=1, \dots, N)$, ahol C a szerver kapacitás, valamint csomagvesztés mentes továbbítást amennyiben az egyes kapcsolatokhoz rendelt pufferek (B) nagyobbak mint a hozzájuk tartozó jelzés vödör mélység $(B_i > b_i; i=1, \dots, N)$. A fenti megállapítás természetesen csak stabil rendszerben értelmezhető $(\sum r_j < C; i=1, \dots, N)$ (lásd .4 ábra). Általánosabb esetben az egyes kapcsolatokhoz a fentiektől eltérő súlyok (ϕ) is rendelhetők.

Fontos megjegyeznünk, hogy a fenti példából is láthatóan az integrált szolgáltatású struktúra folyamonti puffereket kíván a hálózatban a nagyon szigorú (garantált QoS szolgáltatási elem) minőségi elvárások teljesítésének érdekében (lásd .4 ábra). Ezen tulajdonsága miatt, rossz skálázhatóság, gerinchálózati megvalósításoknál nemigen kerülhet szóba.



3.7.4. ábra. Weighted fair queueing (WFQ)

Erőforrás-foglalás RSVP-vel

Az RSVP (resource ReSerVation Protocol) az egy végpont-végpont közötti erőforrás menedzselő protokoll [3.7.15]. Az RSVP támogat egyedi erőforrás foglalásokat vagy filter által meghatározott folyamatok közös erőforrás menedzselését; egyirányú foglalást valósít meg kizárólag a nyelőből indulva; támogatja a pont-többpont kommunikációt a kérések hatékony összevonásával. Mint ahogy említettük, az RSVP egyirányú foglalásokat kezel, azonban bármelyik fél párhuzamos kezdeményezheti ezen foglalásokat. Ha az ISO-OSI rétegbeli elhelyezkedését tekintjük, akkor tipikusan az átviteli (transport) rétegben található, annak ellenére, hogy valós adatfolyamot ez a protokoll nem szállít, hanem azok erőforrás szükségleteit menedzseli. Néha feltételezik, hogy az RSVP a kommunikációs útvonalakat is menedzseli, ez azonban nincs így. Az RSVP teljesen független az útvonal-választástól, amivel egy jól meghatározott interfészen keresztül kommunikál biztosítva a különböző útvonalválasztókkal az együttműködést.

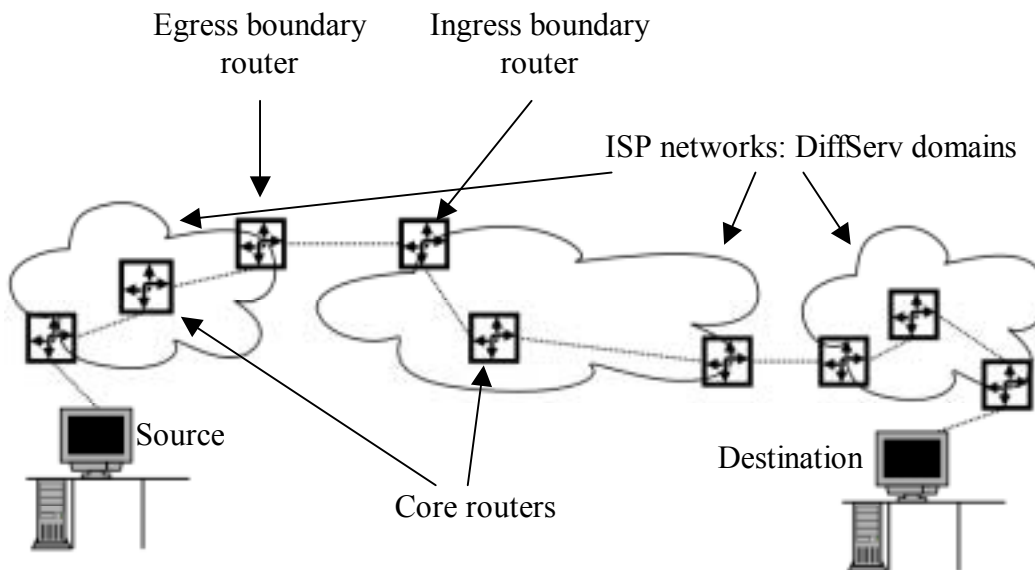
Az RSVP az erőforrás-foglalásokat ún. „soft” állapotokként kezeli, mely szerint az RSVP protokollnak periodikusan frissíteni (megerősíteni) kell az állapot információkat különben azok lebontódnak [3.7.15].

3.7.6. Differenciált szolgáltatások

A differenciált szolgáltatású modell (DS) azon az egyszerű alapelven működik, hogy minden a hálózat határán belépő forgalom egy osztályozón és kondicionálón halad keresztül, mely által minden csomaghoz hozzárendelődik egy *globális tulajdonság* (behavior aggregate – BA) és ezen keresztül egy DS kód bejegyzés (DiffServ Code-Point – DSCP) az IP fejlécben. A tartomány/hálózat belsejében ezután a csomagok a csomópontokhoz hozzárendelt *csomóponti tulajdonság* (per-hop behavior – PHB) alapján továbbítódnak amelyek a már fent említett DSCP alapján működnek. Egy DS hálózat legkisebb önálló egysége a DS tartomány (domain),

amelyen belül a szolgáltatások teljes szintje egyeztetett. Egy ilyen tartomány tipikusan kétfajta csomópontot tartalmazhat: határcsomópontot és hálózat belső csomópontot (core). A hálózat belső csomópontok jellemzően nem vesznek részt a kapcsolódó jelzésekben, kondicionálásban és egyéb komplex funkciókban hanem kizárólag nagy sebességgel továbbítják a csomagokat. Az így létrehozott architektúra jelentősen jobb skálázhatósági paraméterekkel rendelkezik mint az előbbiekben említett IS struktúra, hiszen a komplex funkciókat kizárólag a tartomány határán elhelyezkedő eszközök végzik. Természetesen a DS mező az IP fejlécben tartalmazza mindazon szükséges információkat melyek a megfelelő puffereelési, kiszolgálási és csomageldobási mechanizmus meghatározásához kellene; az előbbi funkciókat hívjuk PHB-nek. A szolgáltatás meghatározása szempontjából pont ezek a PHB-k a meghatározóak. Ezzel szemben a felhasználókat tipikusan nem a belső szolgáltatási definíciók érdeklik, hanem az általuk elérhető szolgáltatások. Ezen gondolatmenet alapján a felhasználóknak a szolgáltatás igénybevétele előtt meg kell egyezniük a szolgáltatóval az igényelt szolgáltatás paramétereiről. Ezek a megegyezések a *szolgáltatási szintű megállapodások* vagy *service level agreements (SLAs)*. Az SLA a technikai meghatározáson kívül – melyet *szolgáltatási szintű specifikációnak* vagy *service level specifications (SLS)* hívnak – tartalmaz még fizetési feltételeket, szolgáltatási időket stb... Technikai szempontból az SLS legfontosabb része a *forgalom kondicionálási specifikáció* (traffic conditioning specification – TCS) mely magába foglalja a részletes szolgáltatási paramétereket mint: igényelt átviteli sebesség, csomagvesztési arány és vagy késleltetés, az a forgalom profil amire a szolgáltatás megköttetik valamit, hogy a profilon kívül eső plusz forgalom hogyan kezelődjön.

Természetesen ahhoz, hogy végponttól-végpontig működő szolgáltatást nyújthassunk az egyes tartományoknak együtt kell működniük. Ez annyit jelent, hogy azon tartományokban melyhez a felhasználó közvetlenül nem kapcsolódik a szomszédos tartománynak kell megkötnie a megfelelő megállapodásokat (SLA) az ügyfelet képviselve. Az ilyen, együttműködő tartományok halmazát hívják DS régióknak. Egy ilyen régiót mutat az .5 ábra. [3.7.17]



3.7.5 ábra. Differenciált szolgáltatású architektúra

A szolgáltatás teljesítése alatt vagy a végpont vagy pedig az első határcsomópont beállítja a csomag DS mezőjét az előre egyeztetett megállapodásnak megfelelően.

Az IETF differenciált szolgáltatású munkacsoportja meghatározta mind az IPv4-es (.6 ábra) mind pedig az IPv6-os (.7 ábra) DS mezőt [3.7.3]. Az IPv4-ben a régi *type of service* (ToS) mező került átdefiniálásra, míg az IPv6-ban a *traffic class* nyolcas (octet/byte) hordozza ezen információt. Ezen 8 bites DS mezőkből jelenleg 6 bit van használatban míg a maradék kettő fönntartott későbbi használatra és a csomópontok a működés szempontjából figyelmen kívül hagyják. [3.7.17]

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time To Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				

3.7.6 ábra. IPv4 fejléc formátum

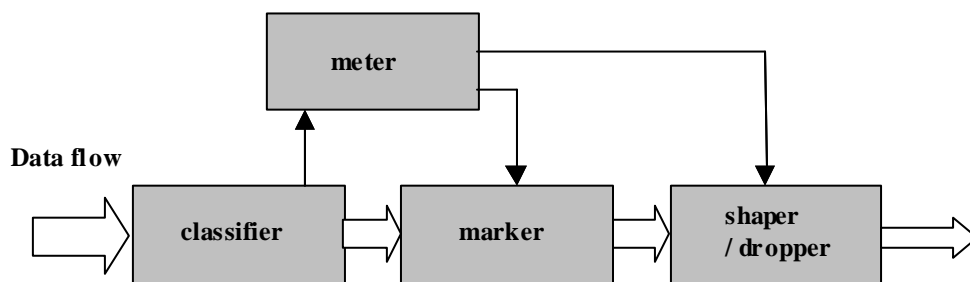
Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			

3.7.7 ábra. IPv6-os fejléc formátum

A DS kódpont kiosztásoknál természetesen ügyeltek az IPv4-es korábbi ToS mezőkkel való kompatibilitásra is [3.7.3].

Forgalom osztályzás és kondicionálás

Amennyiben az SLS megegyezés megszületett, a szolgáltatónak feladata, hogy a határ csomóponti forgalom kondicionálóit megfelelően beállítsa. A forgalom kondicionálása szükséges ahhoz, hogy a szolgáltató megfelelően menedzselhesse a hálózatot ill. hogy biztosítani tudja az előre megalkudott szolgáltatási minőséget. Ezzel együtt jár a nem megegyezés szerinti forgalom kiszűrése esetleges eldobása is [3.7.4]. A forgalom osztályozási elvek határozzák meg a forgalom azon részét, amely a differenciált szolgáltatásban részesül azáltal, hogy egy vagy több kódpontra megfelelően beállítódik a fejléc. A forgalom osztályozók az IP fejlécben hordozott információ alapján működnek. Két alaptípusuk létezik, az egyik a BA osztályozó mely kizárólag a DS kódpont alapján működik, míg a többmezős (multi-field) osztályozók a fejléc összetettebb részeit is használják mint a forrás és célcím, DS mező, protokoll azonosító, forrás- és célport stb... [3.7.4]. Az osztályozók döntései alapján különböző feldolgozási útvonalra kerülnek a csomagok. A forgalom kondicionálás a fentiek felül *forgalom mérést* (metering), *forgalom formázást* (shaping), és/vagy *újrjelölést* (re-marking) végez, hogy a hálózatba belépő forgalom a forgalom profilnak megfelelő legyen ami a TCS-ben került meghatározásra (lásd .8 ábra). A fenti kondicionálás alapján a forgalom vagy profilon belüli vagy profilon kívüli (in-profile/out-profile) lesz. A profilon kívüli forgalom vagy várakozik amíg profilon belüli lesz (formázás), vagy eldobásra kerül, vagy új kódpont beállítást kap vagy akár változatlanul továbbításra is kerülhet plusz díj ellenében. Amennyiben új kódpont hozzárendelés történik, úgy az új kódpont szolgáltatás minőségileg alacsonyabb osztályt kell hogy meghatározzon. [3.7.17]



3.7.8 ábra. Forgalom kondicionálás DS csomópontban

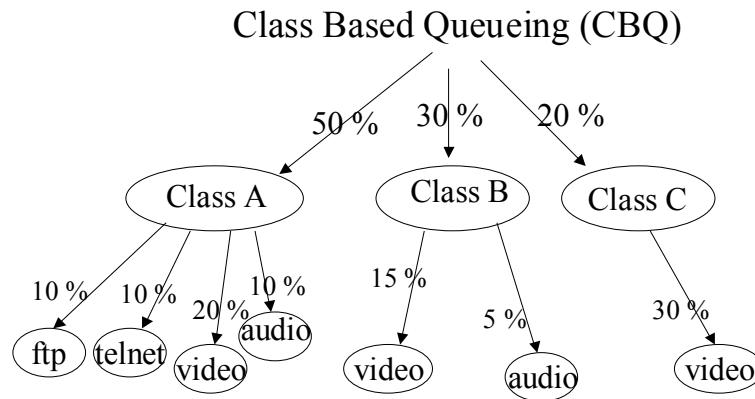
DiffServ ütemezés és puffer menedzsment

Ellentétben az integrált szolgáltatású megközelítéssel a differenciált szolgálatú hálózatok meghatározásánál az ütemező struktúra nem került lerögzítésre hanem egyedüli követelményként a különböző forgalmi osztályok megkülönböztetett kezelésének biztosítása szükséges. Ezáltal a megvalósítási lehetőségek a gyártók kezébe kerülnek nagyobb szabadsági fokot adva az újításoknak. Mindezek ellenére mondhatjuk, hogy van egy olyan ütemezési eljárás amely sikeresen pályázhat differenciált szolgáltatású hálózatokban az ütemező eljárás megvalósítására, mégpedig az osztály alapú sorbaállítás vagy közismertebb nevén a *class based queueing* (CBQ). CBQ ütemezőt úgy képzelhetjük el mint egy hierarchikus WFQ vagy WRR (weighted round robin) amely nem folyamatokon hanem forgalmi osztályokon működik. Fontos, hogy a súly szerinti megkülönböztetésen felül a CBQ támogatja az egyes szinteken belüli prioritásos megelőzőséget is. Továbbá minden leszármazott osztály korlátozható erőforrás hozzáférésben vagy számára másoktól szabadon maradt erőforrás leosztható. A .9 ábra egy ilyen lehetséges leosztást mutat a hozzárendelt súlyokkal. Megfigyelhető, hogy ugyanazon forgalmi típusok megjelenhetnek különböző helyein a hierarchikus fának, természetesen különböző minőségi paramétereket biztosítva.

DS szolgáltatások osztályozása

A DS tartomány által felajánlott szolgáltatásokat *minőségi* vagy *mennyiségi* szolgáltatásként osztályozhatjuk. A mennyiségi szolgáltatás fix garanciákat nyújt amely megfelelő mérési eljárással ellenőrizhető más párhuzamos szolgáltatásoktól függetlenül. A minőségi szolgáltatások a fentiekkel szemben nem biztosítanak semminemű garanciát hanem relatív kiszolgálási sorrendet biztosít más szolgáltatási osztályokhoz mérten. Ez utóbbi szolgáltatás nehezen ellenőrizhető explicit

módszerekkel, kizárólag más szolgáltatási osztályok összehasonlításával számszerűsíthető.



3.7.9 ábra. class based queueing (CBQ)

A fentiekén túl egy másfajta szolgáltatási megközelítést ismertet az [3.7.5,6] cikk, melyben az osztályozás alapját a felajánlott QoS adja. [3.7.17]

Szolgáltatási szabványok

Jelenleg 4 szolgáltatás van szabványosítva a DS-en belül, ezek: i) az alapértelmezett best-effort PHB, ii) a kompatibilitási osztály-választó csoport, a iii) biztosított továbbítási (assured forwarding) PHB osztály valamint a iv) gyorsított továbbítási (expedited forwarding) PHB csoport. Az alapértelmezett osztálynak jelen kell lennie minden DS hálózatban [3.7.3] és működését [3.7.7]-ben rögzítették. A [3.7.3]-ban a '000000' kódpontot ajánlják az alapértelmezett osztály számára és minden az adott tartomány számára értelmezhetetlen kódpontot szintén erre a kódpontra kell átállítani. A kompatibilitási osztály-választó csoport valósítja meg a visszamenőleges támogatást az eredeti ToS definícióknak megfelelően. Ennek megfelelően minden kódpont mely a 'xxx000' értéket tartalmaz az eredeti ToS meghatározáshoz legközelebb eső támogatott DS kódpont szerint kezelendő. A biztosított továbbítási osztály két további paramétert használ: (x) amely meghatározza az elsőbbségi sorrendet (prioritást) és (y) mely a csomageldobási elsőbbséget határozza meg (AFxy). A előzőeknek megfelelően AF11 és AF12 valószínűleg ugyan abba a kiszolgálási sorba kerül, de AF12-nek magasabb csomageldobási arányt kell tapasztalnia torlódás esetén. (A megvalósítás használhat különböző sorokat de a sorrendhelyességet meg kell őriznie.) A rendelkezésre álló

12 AF kódpont 4 AF osztályra van felbontva és mindegyiken belül 3 csomageldobási sorrendre [3.7.8]. Végezetül, a gyorsított továbbítási osztály biztosítja a fix mennyiségi garanciákat, vagyis alacsony csomagvesztést, alacsony késleltetést és késleltetés ingadozást valamint átviteli sebességet a megalkudott mértékig [3.7.9]. Ez a szolgáltatás egy virtuális bérelt vonalként jelenik meg a felhasználók felé. [3.7.9]-nek megfelelően, ha abszolút prioritással rendelkezik ezen osztály akkor az összes erőforrás-felhasználását korlátozni kell azért, hogy a többi szolgáltatási osztály „kiéhezését” megakadályozzuk. [3.7.17]

Sávszélesség ügynökök (Bandwidth Broker-BB)

Sávszélesség ügynökök (BB) végzik a dinamikus menedzselését a DS hálózatok erőforrásainak. Ezen funkciók magukba foglalják a hívásengedélyezést, az útvonalválasztók beállítását, az erőforrás foglaltságok jelzését és felhasználói hitelesítést. Továbbmenve, a BB-k felelősek az egyes tartományok közötti erőforrás menedzselésért is. Ezen megközelítés szerint a BB-k olyan ügynökök, amelyek eldöntik, hogy a felhasználó kérés kielégíthető-e, és amennyiben igen, úgy a felmerülő erőforrás menedzselési funkciókat ellátják. Tipikusan DS tartományonként legalább egy BB található.

Irodalomjegyzék

[3.7.1] Stardust Forums, Inc.: "The Need for QoS", White paper, <http://www.qosforum.com/>, 1999.

[3.7.2] K. Nichols, S. Blake, F. Baker and D. Black: "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", Internet RFC 2474, December 1998

[3.7.3] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang and W. Weiss: "Architecture for Differentiated Services", Internet RFC 2475, December 1999

[3.7.4] H. Saito, Cs. Lukovszki, I. Moldován: "Local Optimal Proportional Differentiation Scheduler for Relative Differentiated Services", IEEE International Conference on Communication and Computer Networks, 2000, Las Vegas, Nevada, USA

[3.7.5] C. Dovrolis, P. Ramanathan: "A case for relative differentiated services and the proportional differentiation", IEEE Network, September/October 1999, pp. 26-34

[3.7.6] F. Baker: "Requirements for IP Version 4 Routers", RFC1812, June 1995

[3.7.7] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss and J. Wroclawski: "Assured Forwarding PHB Group", Internet RFC2597, June 1999

[3.7.8] V. Jacobson, K. Nichols and K. Poduri: "An Expedited Forwarding PHB", Internet RFC2598, June 1999

[3.7.9] Weibin Zhao, David Olshefski and Henning Schulzrinne, "Internet Quality of Service: an Overview," Columbia University, New York, New York, Technical Report CU-CS-003-00, Feb. 2000.

- [3.7.10] S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service", RFC 2212, September 1997., <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2212.txt>
- [3.7.11] J. Wroclawski, "Specification of the Controlled-Load Network Element Service", RFC 2211, September 1997., <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2211.txt>
- [3.7.12] S. S. Sathaye, "Traffic Management Specification Version 4.0", The ATM Forum Technical Committee, ATM Forum/95-0013R10, February 1996
- [3.7.13] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC-1633, June 1994
- [3.7.14] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC-2205, 1997
- [3.7.15] R. Neilson, J. Wheeler, F. Reichmeyer, S. Hares, "A Discussion of Bandwidth Broker Requirements for Internet2 Qbone Deployment, Version 0.7", Internet2 Qbone BB Advisory Council, 1999. August
- [3.7.16] Császár András, "Differentiated Services for Voice Communication", Master's Thesis, Budapest University of Technology and Economics, 2001

3.8. A mobil hálózatok kapcsolástechnikája

Szerző: dr. Adamis Gusztáv

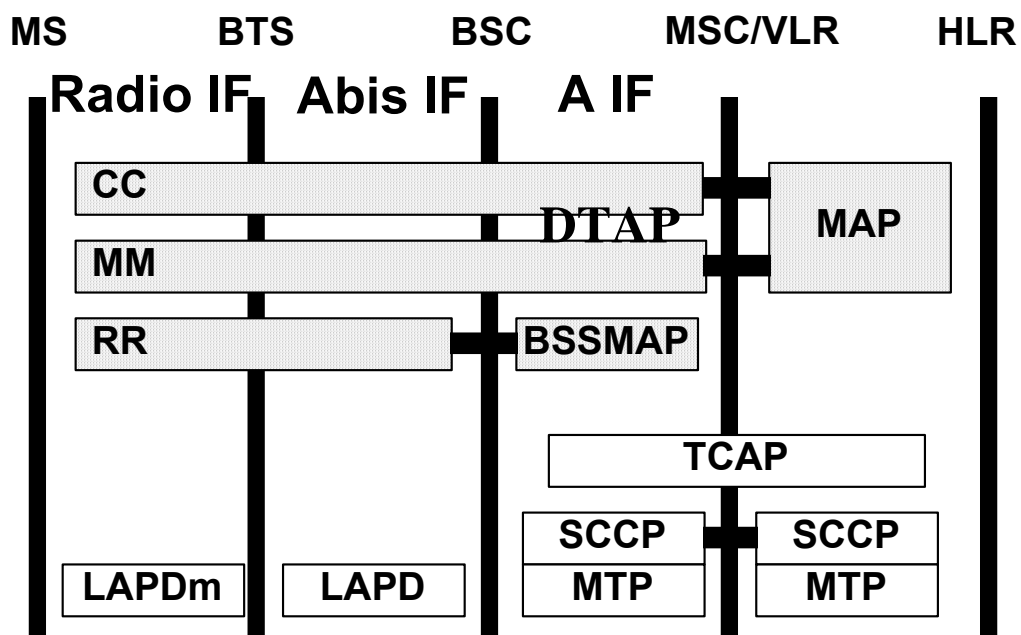
Lektor: dr. Tarnay Katalin

A mobil hálózatokban alkalmazott kapcsolástechnika a lényeges eltérése a fix hálózatban alkalmazottól az, hogy itt kezelni kell tudni az előfizető mozgásából fakadó problémákat. Erre különböző funkcionális egységeket és speciális protokollokat használnak. A mobilitás vezérlésével kapcsolatos legfontosabb egységek a HLR (Home Location Register) és a VLR (Visitor Location Register). HLR-ből minden hálózatban egy van és ez tartalmazza a szolgáltató minden előfizetőjének összes adatát, beleértve azt is, hogy pillanatnyilag hol tartózkodik. Minden mobil központhoz (MSC) csatlakozik egy-egy VLR, ahol azoknak az előfizetőknek az adatai találhatóak meg, akik az adott MSC által kiszolgált környezetben tartózkodnak. Amikor egy előfizető bejelentkezik egy MSC körzetbe (Location Update), akkor az MSC értesíti erről az előfizető HLR-jét, és a készülékhez egy temporális hívószámot (MSRN - Mobile Station Routing Number) rendel. A mobilitás menedzselése az MSC-k és a többi hálózati szintű egység (HLR, VLR, stb.) között a MAP protokoll segítségével történik, amely a CCSS7-es jelzésarchitektúra része, és amely használja a CCSS7 alsóbb szintű protokolljainak szolgáltatásait. Azonban magának a hívásnak a felépítésére azután már az ISUP protokollt használják.

Az MSC és a mobil készülék között többféle funkcionális egység, többféle átvivő közeg és többféle protokoll használatos.

A központ (MSC) és az adóállomás (BSC) közötti vezérlésre szolgál a BSSMAP protokoll, amely egyik legfontosabb feladata a hívásokhoz rádiócsatorna rendelése. A BSC és az MSC közötti összeköttetésen (A interfész) még transzparens módon áthaladnak azok az üzenetek is, amelyek a központ és a készülék (MS) közötti, a hívások felépítésével (CC) és a mobilitás vezérlésével (MM) tevékenységeket vezérlik. Ezen üzenetek összessége alkotja a DTAP protokollt.

Az adóállomás és az adó (BTS) között található az Abis interfész. Itt a jelzések már nem a CCSS7 hálózat, hanem - hasonlóan az ISDN előfizetői protokolljához, a DSS1-hez - a LAPD protokoll segítségével jutnak el a megfelelő helyre, míg a rádió interfészen ennek egy változatát, a rádiótovábbításhoz optimalizált (elsősorban a sokkal kisebb üzenethosszakban eltérő) változatát használják. Itt, az előfizetői oldalon, azaz a készülék és az adó között, a rádióerőforrások menedzselése az RR protokoll segítségével történik. A további fejezetekben áttekintjük a legfontosabb protokollokat, végül pedig egy példán bemutatjuk használatukat.



3.8.1. ábra. Rádiós kapcsolatok CCSS7 ielzés struktúrája

3.8.1. SCCP

Míg az MTP csak arra alkalmas, hogy egy adott hálózaton belüli két jelzéspont között bonyolítsa le a jelzésforgalmat, addig az SCCP (Signalling Connection Control Part - Jelzésekapsolat vezérlő egység) tetszőleges, akár két különböző hálózatban lévő jelzéspont között képes kapcsolatot teremteni. Ennek alapját az képezi, hogy az SCCP nem csak a CCSS7 jelzésrendszerben használatos (pontkódokon alapuló) címzési képességekkel rendelkezik, hanem az irányításhoz a CCSS7-en kívüli azonosítókat, ún. globális címek (Global Title, pl. telefonszám, IMSI stb.) is felhasználhatók. Mivel a CCSS7 jelzéspontkódok csak 14 bitesek, ezért ezek csak mintegy 15 ezer jelzéspont megkülönböztetésére alkalmasak világszerte. Ez

azonban kevés. Ezért minden szolgáltató a saját hálózatában saját jelzéspontkódjai alapján irányít, és csak néhány jelzéspontja kapcsolódik a nemzetközi jelzeshálózathoz. Ezek az ún. híd (Gateway) jelzéspontok két jelzéspontkóddal rendelkeznek, egy a nemzetközi hálózatban használt, egy pedig a saját hálózatban. Hogy mikor melyik formátumot kell használni, ez az MTP által használt SIO oktett jelzi. Ha egy olyan jelzésösszeköttetés felépítésére van szükség, amelyben szereplő jelzéspontok ugyanabban a hálózatban vannak, akkor az SCCP a hagyományos pontkódok alapján irányít. Ellenben, ha a jelzéspontok különböző hálózatokban vannak, (ez pl. akkor fordulhat elő, ha egy másik szolgáltató HLR-jét kell elérni) akkor az SCCP a példabeli HLR telefonszámát, mint globális címet használja irányításra. Először az alapján meghatározza, hogy a célhálózat felé melyik kimenő gateway-t kell elérnie a saját hálózaton belül. Oda az irányítást a saját pontkódok alapján kéri az MTP-től. A Gateway SCCP meghatározza - a globális cím segítségével -, hogy a célhálózat belépő jelzéspontja melyik, és a nemzetközi hálózatban használatos pontkódok alapján odairányítja az üzenetet, míg a célhálózat Gateway SCCP-je - szintén a globális cím alapján - eldönti, hogy a saját hálózatán belül melyik jelzéspont felé kell irányítani az üzenetet, a saját pontkódjait használva.

Az SCCP arra is képes, hogy részhálózatokat (subsystem) is meg tudjon különböztetni egy jelzésponton belül. Ezek pl. HLR, VLR, MSC stb. lehetnek.

Az SCCP kétféle kapcsolat-orientált és kétféle kapcsolat nélküli szolgáltatást tud nyújtani (az utóbbiak közül azonban a GSM csak az egyiket használja).

A kapcsolat nélküli szolgáltatást a tranzakciók (pl. HLR lekérdezés) jelzésigényének kielégítésére használjuk. Ilyenkor az SCCP tulajdonképpen csak az arra kell, hogy interfészt biztosítson a CCSS7 hozzáféréshez, illetve az irányításra. A tranzakciók menedzselésére (pl. kérdés/válasz összerendelése) egy másik protokoll, a TCAP szolgál.

A kapcsolat-orientált szolgáltatásait az SCCP-nek a BSSAP/DTAP protokoll használja ki, amikor kapcsolatot kell felépíteni az MSC és a mobil készülék között, például Location Update során.. A kapcsolatfelépítés menete nagyon hasonló az ISUP-éhoz, csak az üzenetek mások (CR - Connection Request - kapcsolatkerés, CC - Connection Confirmed - kapcsolat elfogadva, DT1 - Data Form - adat, RLSD - Released - bontás, RLC - Release Complete - bontás kész), illetve a jelzések és a vezérelt kapcsolat összerendelése nem egy fizikai jellemző (az áramkörazonosító

kód), hanem a két végpont által véletlenszerűen kiosztott logikai kapcsolatazonosítókkal (SLR/DLR - Source/Destination Local Reference - Forrás/cél oldali referencia) történik.

3.8.2. TCAP

A GSM hívások vezérlése során ún. tranzakciókat használunk (pl. adatok lekérdezése a HLR-ből). A tranzakciók során nem kell kapcsolatot felépíteni, de a tranzakciókat valahogy azonosítani kell, illetve ha a tranzakció kérdés-válasz alakú (ez így van a legtöbb esetben), akkor jelezni kell tudni, hogy melyek az összetartozó üzenetpárok. Többek között ez a feladata a TCAP (Transaction Capabilities Application Part - Tranzakciós képességek felhasználói egység) protokollnak, amely az SCCP kapcsolat nélküli osztályát, azon belül is az UDT (Unit Data - adategység) üzenetet használja. Az SCCP-re itt csak azért van szükség, hogy interfészül szolgáljon a CCSS7 hálózathoz való hozzáféréshez (SCCP címzés, MTP használat), a tranzakciók menedzseléséhez nem nyújt egyéb segítséget, az kizárólag a TCAP feladata.

A TCAP ún. dialógusokat (tranzakciókat) képes kezelni, amelyek egy vagy több művelet (operation) végrehajtásából állhatnak. Ennek megfelelően egy TCAP üzenet két fő részt tartalmazhat: egy dialógust vezérlő és egy vagy több komponenst (műveletet) vezérlő részt.

A TCAP üzenetek BEGIN ([dialógus] kezdés), END (vége), CONTINUE (folytatás) ill. ABORT (megszakadás) típusúak lehetnek. Egy dialógus titkusan egy BEGIN/END párosból áll, de ha a kérdés/válasz nem fér el egy-egy üzenetben illetve a tranzakció során több műveletet kell végeznünk, bármely oldal tetszőleges számú CONTINUE-t iktathat be. A dialógusnak a normálistól eltérő módon történő megszakadását is lehet jelezni, azzal együtt, hogy ez a TCAP ill. az alsóbb szintek hibája (P-ABORT), illetve a TCAP-t használó szint (pl. MAP) hibája (U-ABORT) miatt következett-e be. Itt található meg a tranzakció azonosítását szolgáló OTID/DTID (Originating/Destination Transaction Identifier, kezdeményező/végződő tranzakció azonosító) értékek, melyek szerepe hasonló itt a tranzakciók azonosításában, mint az SLR/DLR szerepe volt az SCCP kapcsolatok azonosításában.

Az üzenettípus meghatározása és a tranzakció azonosítása után következhet a dialógust vezérlő rész. Ez tartalmazza a TCAP verzió azonosítását, a TCAP üzenet által szállított protokoll és annak verziója azonosítását, illetve itt van lehetőség tetszés szerinti, a CCSS7-től független felhasználói információ továbbítására is. Ha ilyet nem akarunk küldeni, illetve az adott szakaszon egyértelműen csak adott verziójú TCAP és csak egy, szintén egyértelmű típusú azt használó protokoll üzenetei fordulhatnak elő, ez a rész kimaradhat.

Ezután következik az az egy vagy több ún. komponens, amely(ek) a TCAP-t használó protokollok üzeneteit szállítják(k). Ez GSM esetén általában a MAP vagy az INAP.

Ezek a komponensek INVOKE, RETURN RESULT LAST/NOT LAST, RETURN ERROR illetve REJECT típusúak lehetnek. Az INVOKE komponens egyművelet elvégzését kéri, mely eredményét a RETURN RESULT LAST, illetve, ha az nem elég, ezt megelőző szükséges számú RETURN RESULT NOT LAST komponens hordozza. A RETURN ERROR komponenst akkor küldik, ha a kérés értelmes volt, de valamilyen ok miatt nem teljesíthető (például a kért adat nincs meg egy adatbázisban), míg a REJECT komponens jelzi azt, ha a kérés valamilyen hibák miatt értelmezhetetlen.

3.8.3. MAP

A MAP (Mobile Application Part - mobil felhasználói egység) protokoll szolgál a GSM hívások felépítéséhez szükséges adatok megszerzésére, és a mobilitás menedzselésére. A MAP tranzakciókat használ, azaz a TCAP szolgáltatásaira támaszkodik.

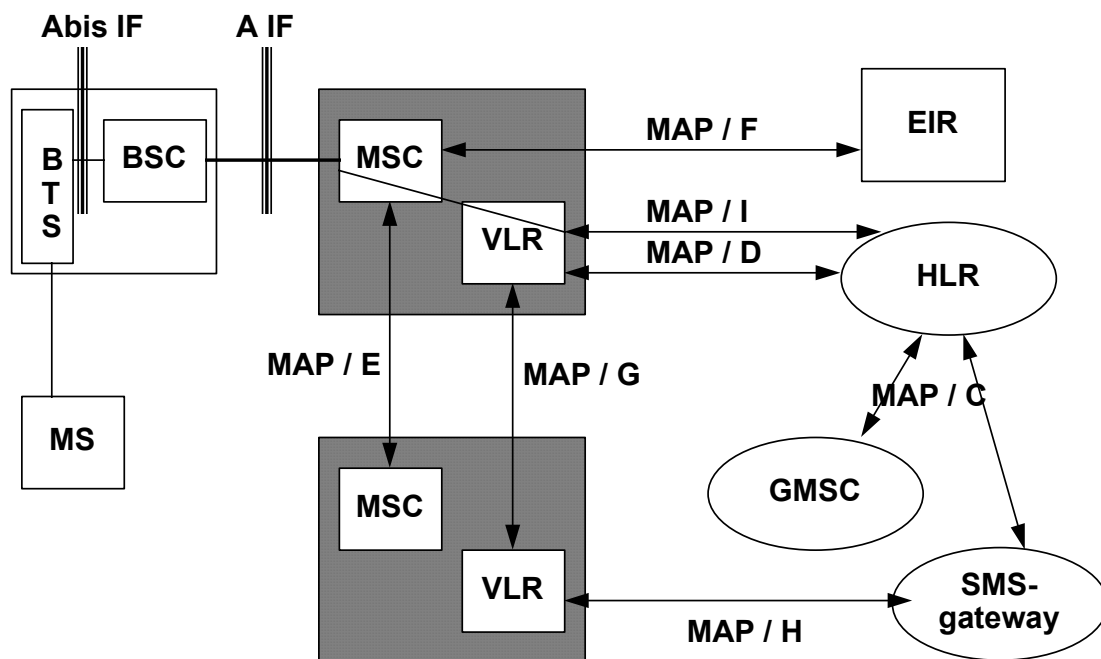
A MAP protokoll funkcionálisan több alprotokollra osztható. A B interfész az MSC és a VLR közötti üzenetváltást írja le, de mivel a gyakorlatban ezeket egy funkcionális egységként valósítják meg, ennek használatától eltekinthetünk.

A C interfész a HLR és a Gateway MSC illetve SMS Gateway közötti üzeneteket specifikálja. Ezek arra szolgálnak, hogy a HLR-ből lekérdezzék az irányítási információt (MSRN).

A D interfész a VLR és a HLR közötti üzeneteket tartalmazza. Ezek főképp azt a célt szolgálják, hogy ha egy mobile készülék egy új VLR körzetbe jelentkezett be,

akkor erről az ő HLR-jét értesítse az új VLR, illetve a HLR a régi VLR-t értesítse arról, hogy onnan az előfizető adatait törölni kell, illetve itt vannak specifikálva azok az üzenetek, amelyekkel a HLR meg tudhatja az aktuális VLR-től az irányítási információt (MSRN), amit majd továbbít a C interfészen keresztül a gateway felé.

A D interfész másik feladata a hívás során igénybe vehető kiegészítő szolgáltatások menedzselése (bekapcsolása, kikapcsolása, jelszó küldése stb.). Ezeket az ábrán mint I interfészt tüntettük fel, bár ez nem szabványosított jelölés.



3.8.2. ábra. GSM hálózatok jelzései a szükséges adattovábbítási feladatokhoz

Az E interfész az MSC-k közötti üzenetváltásokat specifikálja. Ezek elsősorban az MSC váltással járó handoverek kezelését, illetve az SMS-ek elküldését szolgálják. Ez utóbbit az ábrán a - nem szabványos - H interfész elnevezéssel jelöltük.

Az F interfész az MSC és az EIR közötti egyetlen műveletet, az IMEI ellenőrzést tartalmazza, míg a G interfész egyetlen művelete arra szolgál, hogy MSC váltás során az új VLR a régitől megkaphassa a mobil készülék azonosító kulcsait.

A MAP protokoll segítségével szerezhethetjük meg azt az információt, hogy a hívott mobil készülék hol található a hálózatban és milyen temporális telefonszámon (MSRN) irányíthatjuk a hívást felé. Magának a hívásnak a felépítése azonban nem a MAP feladata, az az ISUP segítségével történik ugyanolyan lépésekben mint egy fix

hívásé, csak a tárcsázott szám helyett a MAP segítségével megszerzett MSRN-t használjuk.

Itt kell megjegyeznünk, hogy mind a TCAP mind a MAP üzenetek kódolása az ASN.1-ben definiált kódolási szabályok segítségével történik. Sőt, maguknak a MAP műveletek üzeneteinek a specifikálása is az ASN.1 (OPERATION illetve ERROR makró lehetősége) igénybevételével történik.

3.8.4. Az A interfész protokolljai

Az A interfész a mobil hálózatok telefonközpontjainak funkcióit betöltő MSC és az adótornyokat vezérlő BSC között található. Az itt futó protokollokat összefoglaló néven BSSAP-nek (Base Station Subsystem Application Part) hívják. A BSSAP két protokollra oszlik. Az egyik az ún. BSSMAP (Base Station Subsystem Management Application Part), amely a BSC rádióerőforrásainak menedzselésére szolgál. A másik protokoll a DTAP (Direct Transfer Application Part), amely a mobil készülékek és a hívások vezérlésére szolgál, szerepe - a mobilitásból fakadó plusz követelményeket leszámítva - hasonló, mint az ISDN hálózatok DSS1 előfizetői oldali protokolljái.

A két protokoll a CCSS7 MTP és SCCP protokolljait használja. A DTAP - hiszen egyik feladata a hívások vezérlése - elsősorban az SCCP kapcsolat-orientált, míg a BSSMAP inkább a kapcsolat nélküli szolgáltatásaira támaszkodik.

A két protokoll üzenetei között az SCCP üzenet adatmezőjének az elején lévő diszkriminátor oktett segítségével lehet különbséget tenni.

A BSSMAP kapcsolat nélküli üzenetei döntő részt az ISUP áramkörfelügyeleti üzeneteire hasonlítanak, csak itt rádiócsatornák be ill. kikapcsolására szolgálnak. Egy másik tipikus kapcsolat nélküli BSSMAP üzenet az ún. Paging üzenet, amelyet mobil végződő hívás esetén használnak. A GSM-ben ugyanis a hívásvégződtes teljesen eltérő módon történik, mint a fix hálózatokban. Itt a hívott kap egy felszólítást (ez a Paging), hogy hívása érkezett és ezért ő kapcsolódjon a hálózathoz, hasonló módon, mintha ő kezdeményezne hívást (persze ennek során azt jelezni kell, hogy a híváskezdeményezés egy ilyen felszólításra válasz vagy tényleges hívásindítás).

A BSSMAP másik feladata a handoverek menedzselése.

További BSSMAP kapcsolatorientált üzenetek használatosak a hívásfelépítés során. Ilyen minden hívás első üzenete, amely felépíti a jelzésekapszolatot, valamint a híváshoz rádiócsatorna rendelése és a titkosítás bekapcsolása a fontosabbak.

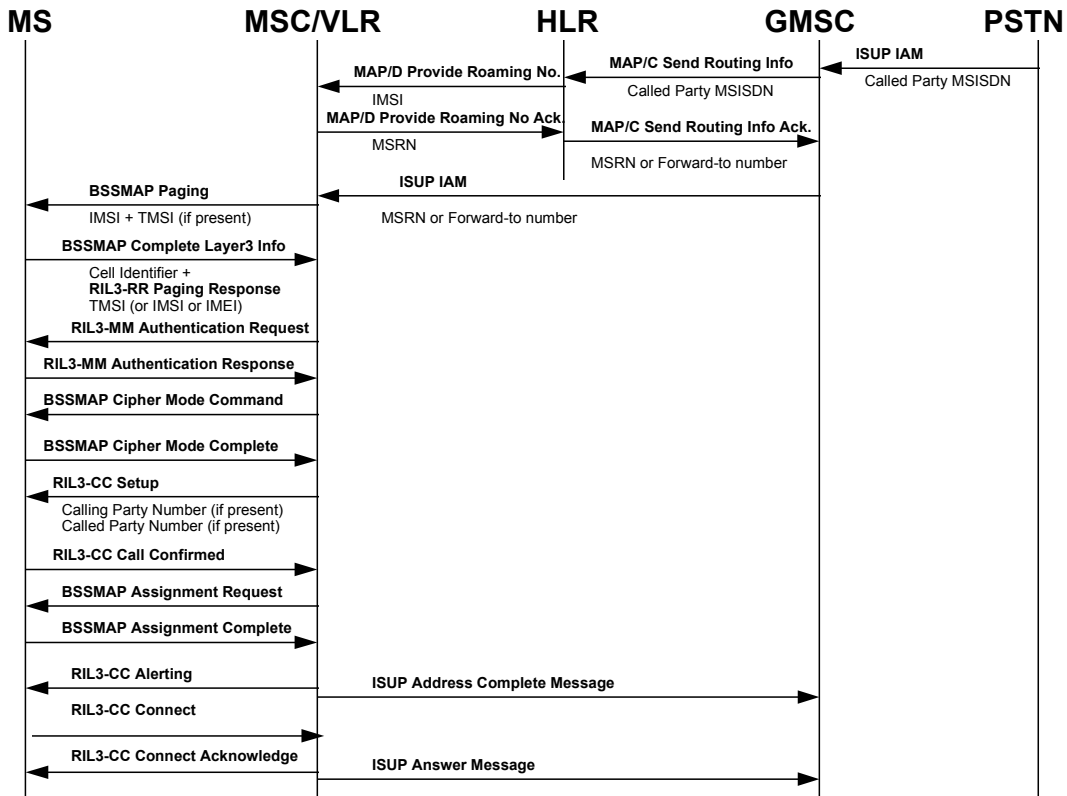
A DTAP üzenetek elsősorban a hívások felépítésében és bontásában játszanak szerepet, a mobil készülék és az MSC közötti parancsváltás lebonyolításával. A DTAP protokoll három részre osztható funkcionálisan. A DSS1 analógiájának tekinthető hívásvezérlés (CC - Call Control) az egyik rész. Ide tartoznak a hívást felépítő Alerting, Setup, Call Confirmed és a bontást vezérlő Disconnect, Release, Release Complete üzenetek. A másik rész a mobilitás vezérlést (MM - Mobility Management) szolgálja. Fontosabb feladatai a Location Update kezdeményezése, a mobil készülék azonosítása, a temporális hívószám (TMSI) hozzárendelése és a készülék kikapcsolásának a jelzése. A harmadik rész az SMS-küldéssel kapcsolatos üzeneteket tartalmazza.

3.8.5. A mobil hívások felépítése

A GSM protokollok áttekintése után nézzük meg, hogy történik egy hívás felépítése. A példában egy fix hálózathoz (PSTN) mobil készülékre irányuló hívás lépéseit követhetjük nyomon.

Első lépésként a hívó hálózathoz egy ISUP IAM üzenet érkezik, - amely a hívott mobil készülék telefonszámát (MSISDN) tartalmazza -, a mobil szolgáltató megfelelő Gateway központjához (GMSC). A Gateway feladata lesz, hogy a hívást ahhoz a mobil központhoz (MSC) irányítsa, ahol az előfizető pillanatnyilag tartózkodik. Ehhez azonban meg kell szerezni azt a temporális telefonszámot (MSRN), amin a készülék elérhető. Ezt a számot az adott MSC rendelte a készülékhez akkor, amikor az bejelentkezett hozzá. Ezért a GMSC a HLR-hez fordul, amely tudja, hogy az előfizető pillanatnyilag melyik MSC körzetben tartózkodik, így meg tudja kérdezni tőle (pontosabban a VLR-jétől) a kívánt MSRN-t, amit majd továbbít a GMSC felé. Ezután a GMSC már fel tudja építeni a hívást a kívánt MSC felé, ISUP szinten a megkapott MSRN-t használva.

A híváskezdeményezés észlelésekor a központ Paging üzenettel felszólítja a mobil készüléket (MS), hogy az kezdeményezzen egy hívást. Erre válaszol a készülék a Complete Layer 3 Info üzenetbe ágyazott Paging Response üzenettel.



3.8.3. ISUP rendszerű ielészváltás folyamata

(Innen tudja a központ, hogy mi az oka a híváskezdeményezésnek.) Ezt követi a készülék azonosítása, majd átkapcsolnak titkosított üzemmódra. Ezután a hívás felépítése a DSS1 analógiájára megtörténik, a lényeges különbség a megfelelő rádiócsatorna hozzárendelése. Amikor a hívást “felvették” (Connect), a központ értesíti a GMSC-t erről az ISUP ANM üzenet segítségével, ami továbbítódik a hívó központja felé.

Irodalomjegyzék

- [3.8.1]. Mouly - Pautet: The GSM System for Mobile Communications ISBN 2-9507190-0-7 1992.
- [3.8.2.] ETSI GSM 09.02 Mobile Application Part Specification
- [3.8.3] ITU-T Recommendation Q.771 - Q 774 TCAP
- [3.8.4] ETSI GSM 04.08 Mobile Radio Interface Layer 3 Specification

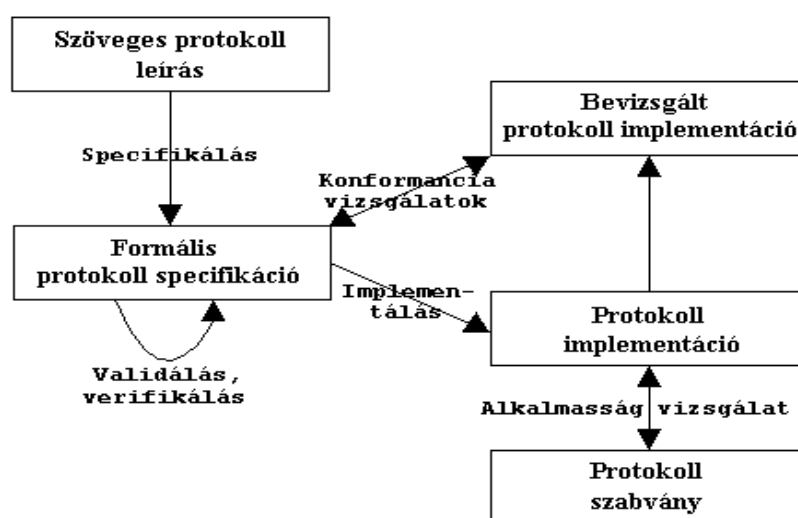
3.9. Távközlési szoftverek és protokollok fejlesztése

Szerző: dr. Adamis Gusztáv

Lektor: Kesselyák Péter

A kommunikációs protokollok előállításának kérdéseivel egy új tudományág, a protokoll technológia (protocol engineering) foglalkozik. Eszerint a protokollok előállításának főbb lépései a következők:

A protokollal szemben támasztott követelmények alapján először elkészül a protokoll szöveges, informális leírása. Azonban ez a leírás többnyire nem kellő részletességű, nem teljesen pontos, illetve vizsgálata nem automatizálható. Ezért szükség van a protokollok formális eszközökkel (*FDT* - Formal Description Technique) történő leírására, *specifikálására*. Ezután ellenőrizni kell, hogy a formális specifikáció nem tartalmaz-e önmagában ellentmondásokat, hibákat (*validálás*), illetve, hogy összhangban van-e a felhasználói igényekkel (*verifikálás*). E tevékenységekben segítségre lehet a *szimuláció* is. Természetesen a feltárt hibák alapján módosítani kell a specifikációt.



3.9.1. ábra. Protokollok előállításának lépései

Az ellenőrzött specifikáció ezek után megvalósítható, *implementálható*. Majd a kész implementációt tesztelni kell, hogy az megfelel-e a specifikációnak

(*konformancia tesztelés*). Egy szabványban sok választható paraméter, mechanizmus van. Az *alkalmasság vizsgálat* (angolul *conformance testing*) egy konkrét paraméterérték- és mechanizmus- választáson alapuló megvalósítást vizsgál. Természetesen a felderített hibák alapján módosítani kell az implementációt. A tesztelésről részletesebben a 3.10. fejezetben olvashatunk. Ebben a fejezetben a specifikálásról és az implementálásról szólunk részletesen.

3.9.1. Protokollok specifikálása

A protokollok specifikációja alapvető jelentőségű, hiszen a protokollkészítési folyamat további lépései mind ezen alapulnak. Ezért az elkészült protokoll minőségét és az előállítás költségét nagyban befolyásolja a specifikálás módja.

A specifikációnak:

- (1) egyértelműnek kell lennie, vagyis biztosítania kell, hogy mindenki ugyanazt értse alatta;
- (2) teljesnek kell lennie, vagyis az összes lehetséges és fontos követelményt tartalmaznia kell;
- (3) lehetőleg támogatnia kell a specifikáció könnyű (automatikusan végezhető) ellenőrizhetőségét;
- (4) megvalósíthatónak, implementálhatónak kell lennie, lehetőleg minél egyszerűbben.

A specifikációs módszerek közül a fenti követelmények teljesülését csak a *formális leírótechnikák* biztosítják. A formális leírótechnika olyan módszer, mely jól definiált szintaktikával és formális módon definiált szemantikával rendelkezik.

A protokollok legáltalánosabban használt modellje a kommunikáló véges automatákon alapul. Minden folyamatnak egy-egy véges automata felel meg, melyek egymás között (csatornákon keresztül) üzeneteket váltanak. A csatornákat hibamentes FIFO sorokként reprezentálják.

Valós protokollok megadására azonban ez a modell a gyakorlatban nem alkalmas az állapotok túlzottan nagy száma miatt. Ezen a problémán segítenek a kiterjesztett véges automaták (EFSM - Extended Finite State Machines), amelyeket a következőképpen jellemezhetünk:

EFSM = $\langle S, I, O, V, P, A, s_0, f(s,i,p) \rangle$, ahol

S: az állapotok véges halmaza

I, O: a bemenő/kimenő üzenetek véges halmaza

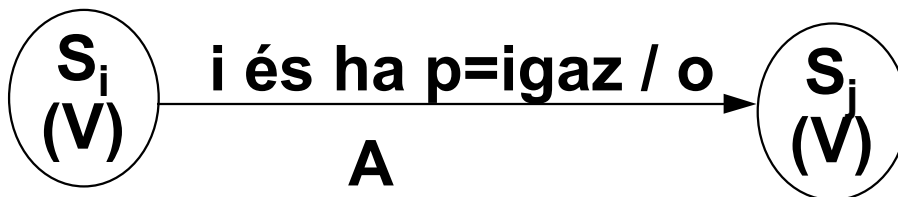
V: a változók véges halmaza

P: a predikátumok (feltételek) véges halmaza

A: az akciók (pl. értékadás egy változónak) véges halmaza

$s_0 \in S$: a kezdőállapot

$f(s,i,p)$: az állapotátmenet függvény, amely azt mondja meg, hogy ha az EFSM az $s \in S$ állapotban van, $i \in I$ üzenetet kap és $p \in P$ predikátum teljesül, akkor melyik $a \in A$ akciót hajtja végre, melyik $o \in O$ kimenő üzenetet generálja és melyik $s' \in S$ állapotba megy át.



3.9.2. ábra. Kiterjesztett véges automata illusztrációja

Ez a modell már megfelelő a - valós méretű - távközlési protokollok leírásához is. A modell elég szemléletes, ezért könnyű a megértése és használata.

A kiterjesztett véges automatákon számtalan FDT eszköz alapul. Ezek közül azonban a távközlésben kiemelkedő jelentőségű a CCITT/ITU-T által kifejlesztett SDL (Specification and Description Language) nyelv.

3.9.1.1 Az SDL nyelv

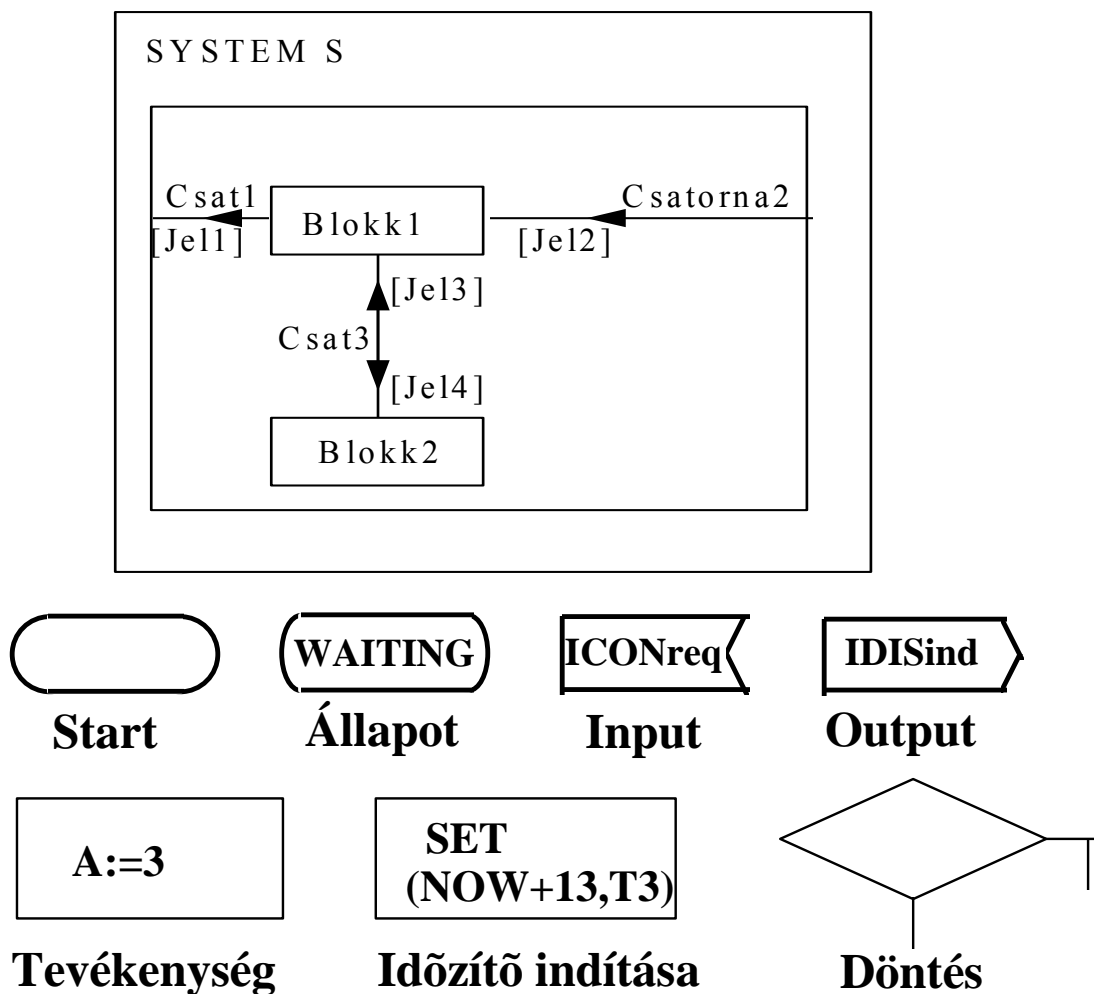
Az SDL kiterjesztett véges automatákon alapuló specifikációs nyelv.

Az SDL-ben a környezettel kommunikáló *rendszer blokkokra* oszlik, melyeket - késleltetéssel rendelkező - *csatornák* kötnek össze, ezeken *jelek* haladhatnak. A blokkok tovább finomíthatóak, végül eljutunk a blokkok működését leíró folyamatokig (*processzekig*), melyek egy-egy kiterjesztett véges automatának felelnek meg. Az egy blokkon belüli processzeket, illetve a processzeket a csatornákkal - késleltetés

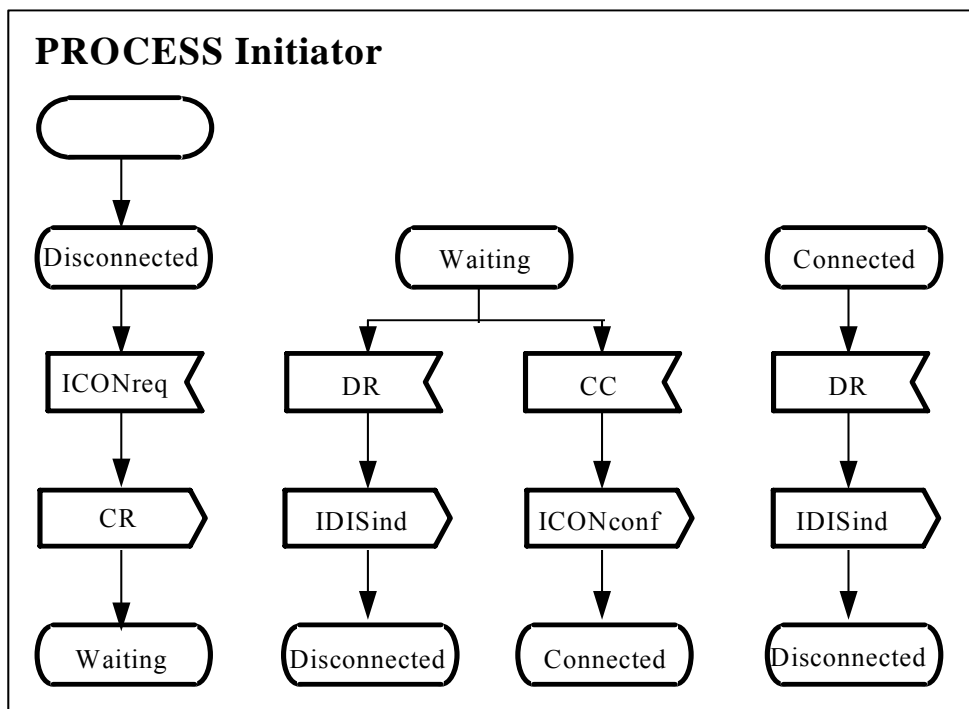
nélküli - *jelutak* kötik össze; ezeken illetve a csatornákon történik a kommunikáció *jelek* segítségével. Minden *processzhez tartozik* egy - elvileg végtelen hosszú - FIFO sor, amelyben a beérkezett jelek gyűlnek a feldolgozásukig. Az SDL lehetővé teszi *időzítések* definiálását. Az SDL adatdefiníciós része *absztrakt adattípus* (ADT) alapú. Az SDL újabb verzióiban sok más kiegészítés mellett több, az objektum-orientált programozási nyelvekben használatos lehetőséget is bevezettek.

Az SDL az egyetlen a szabványos FDT nyelvek közül, amelynek van grafikus változata is, sőt tulajdonképpen *először* volt grafikus változata (SDL/GR) és csak annak nagy sikere után kezdték el a programnyelvi verzió (SDL/PR) kifejlesztését.

Az SDL a gyakorlati élethez nagyon közel áll, különösen a grafikus változata nagyon szemléletes. A nyelv nagy előnye, hogy a programtervezés teljes spektrumát átfogja az egész magas blokk szintű specifikációtól az egész implementáció közeli leírásig.



3.9.3. ábra. Néhány fontos SDL szimbólum



3.9.4. ábra. Egy SDL processz leírása (illusztráció)

3.9.1.2 Adatszerkezetek specifikálása

Az SDL az adatszerkezetek definiálására egy absztrakt adattípus koncepción alapuló leírásmódot használ. Ezzel a módszerrel nagyon pontosan definiálhatók az adattípusok, a konkrét megvalósításuktól jórészt független módon. Ez jelenti a módszer előnyét, de egyben hátrányát is, ugyanis ez az absztrakt leírásmód nagyon megnehezíti az automatikus úton történő implementálást, illetve más nyelvektől nagyrészt eltérő gondolkodásmódot követel.

Ezért lehetőség van SDL-ben adatszerkezetek leírására más módon is, az ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) nyelv használatával. Ez a nyelv sokban hasonlít a magasszintű programozási nyelvek adatdefiníciós képességeire. Használatának másik előnye, hogy az ASN.1 a TTCN tesztspecifikációs nyelvben is használható, azaz teszt sorozatok készítésekor nem kell az adatszerkezeteket kétszer, két különböző módon elkészíteni.

Az ASN.1 nyelvet eredetileg applikációs rétegbeli protokollok adatkommunikációjának egyértelmű és megvalósítás-független leírására találták ki. Az applikációs rétegbeli protokollok jellemzője általában az, hogy bár maga a protokoll automata egyszerű (néhány állapotú), de a küldhető üzenetek rendkívül

összetettek, sok, sokféle típusú, sokszor opcionális vagy alapértelmezett értékű mezőkből állnak.

Az adatkommunikáció leírása két fő dolgot jelent:

- Legyen lehetőség a (sokszor nagyon bonyolult) üzenetformátum egyértelmű leírására.
- Legyen lehetőség olyan kódolási szabály definiálására, amelynek segítségével egyértelműen eldönthető, hogy mely üzenetelemek mely értékekkel kerültek továbbításra (például, hogy az opcionális mezők közül melyek jöttek ténylegesen).

Ennek megfelelően az ASN.1 is két fő részből áll. Egyrészt egy adattípus-definiíciót lehetővé tévő, másrészt egy kódolási szabályt definiáló részből.

Az ASN.1 adattípus definiáló része hasonlít a legtöbb programozási nyelvéhez. Egyrészt rendelkezik beépített típusokkal, másrészt lehetőséget biztosít arra, hogy egyszerűbb elemekből összetett típusokat hozzunk létre. Ez az ún. konstrukciós képesség azonban a legtöbb programozási nyelvéhez képest sokkal flexibilisebb. Ugyanakkor az ASN.1 nem programozási nyelv, tehát végrehajtható utasításokkal (ciklus, feltételes, stb.) nem rendelkezik. Az ASN.1 nem definiálja a beépített típusok megvalósítását, tehát például az INTEGER értéktartománya nincs korlátozva. Ezek a kérdések a kódolás során dőlnek el.

Az egyszerű típusokból "átnevezéssel" hozhatunk létre új (egyszerű) típusokat, illetve strukturált típusok létrehozására a következő konstrukciós szabályok állnak rendelkezésre: SEQUENCE, SET, SEQUENCE OF, SET OF, CHOICE.

A SEQUENCE különböző típusú elemekből álló rekordot, míg a SET különböző típusú elemekből álló halmazt hoz létre. A kettő között a fő különbség az, hogy az első esetben az elemek sorrendje rögzített, míg a másodikban tetszőleges. A SEQUENCE és a SEQUENCE OF illetve a SET és a SET OF között az a különbség, hogy az utóbbiak azonos típusú, sorbarendezt elemekből álló rekordok (azaz tömbök) illetve halmazok. A CHOICE konstrukciós szabály segítségével a C-beli unionokhoz hasonló egységet lehet létrehozni, azaz olyan "rekordot", amely a definiált mezői közül egyszerre csak egyet tartalmaz.

A típusokból korlátozásokkal altípusokat lehet létrehozni. Néhány példa:

- `Telefon_szam:= IA5String(FROM('1'|'2'|'3'|'4'|'5'|'6'|'7'|'8'|'9'|'0'|'*'|'#'))`

- Tiznel_kisebb_szamok:= INTEGER(0..9)
- Tomb_1_64_elemmel:= SEQUENCE (SIZE (1..64)) OF INTEGER
- Tomb_pontosan_64_elemmel:= SEQUENCE (SIZE (64..64)) OF INTEGER
- Kis_primek:= (2|3|5|7)

Az adatok specifikálásakor sokszor a típusuk megadása nem elegendő ahhoz, hogy továbbításuk során egyértelműen azonosíthatók legyenek. Gondoljunk például arra, hogy van egy rekordunk, két opcionális, egyforma típusú mezővel, amelyek közül az adott szituációban csak az egyik mezőt kell küldenünk. Azért, hogy az, hogy melyiket küldtük a vételi oldalon is egyértelműen azonosítható legyen, lehetőség van egyedi típusazonosítók (ún. toldalékok, TAG-ek) definiálására. Ezek segítségével lehet az azonos típusú mezőkből különböző típusú mezőket készíteni.

Koordinatak:= SEQUENCE{

- x [0] INTEGER OPTIONAL,
- y [1] INTEGER OPTIONAL}

A példában két opcionális, INTEGER típusú mezőnk van, és úgy lehet azonosítani őket, hogy az x "[0]-ás típusú INTEGER", míg az y "[1]-es típusú INTEGER". A [] zárójelben szereplő szám a toldalék - TAG.

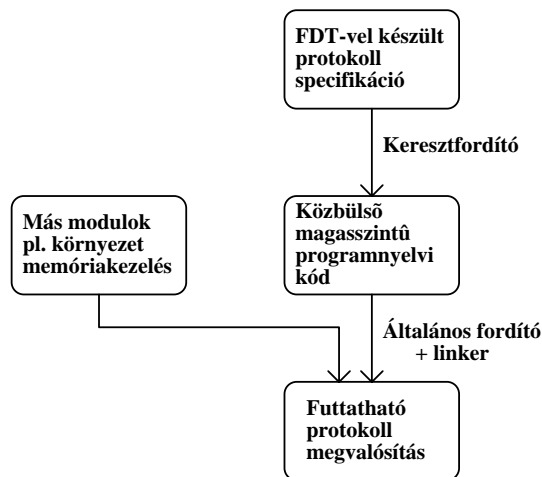
Az ASN.1-ben egyértelmű kódolási szabályokat is definiáltak. Ezek lényege, hogy minden adatküldés során az adat típusát, hosszát és értékét is elküldjük.

3.9.2. Protokollok implementálása

A protokoll technológia egyik kulcskérdése a protokollok implementálása, hiszen a fejlesztés célja, végterméke a megtervezett, specifikált, validált protokoll működő formátumra hozatala, előállítás. Ezt a folyamatot nevezzük implementációnak, vagyis amikor létrehozuk azt a szoftver (vagy hardver) megvalósítást, mely a specifikációban megfogalmazott összes követelményt teljesíti.

A protokollok implementálása a specifikálással kezdődik. A kész specifikáció azonban - bár döntő jelentőségű, de - nem elég az implementálás szempontjából.

A protokoll specifikáció ugyanis - többé-kevésbé - elvonatkoztat a megvalósítás konkrét körülményeitől, a protokoll konkrét fizikai környezetétől. (Gondoljunk csak arra, hogy ugyanazt a protokollt két teljesen más fizikai felépítésű és operációs rendszerű számítógépen akarjuk megvalósítani.)



Ennek megfelelően a protokollok megvalósítása során kapott eljárások két többé-kevésbé diszjunkt halmazt alkotnak.

Az első halmaz tartalmazza azokat a tulajdonságokat, amelyek *közvetlenül* a



protokoll specifikációból adódnak.

A második halmazban található az az eljárások, melyek a kapcsolódást biztosítják a protokoll és a célgép operációs rendszere között. Ezek között az eljárások között elsősorban a következők találhatóak: memória kezelés, sorok kezelése, valós idejű (real-time) támogatás, taskok közötti kommunikáció vezérlése, ütemezési eljárások, esemény feldolgozó eljárások, hibakezelő eljárások. Ezt a részt döntő mértékben a célgép lehetőségei befolyásolják. Természetesen ezeket az eljárásokat a protokoll-rutinok használják, vagyis a kettő között egy interfésznek kell lennie.

3.9.5. ábra. A protokollok megvalósítása során kapott eljárások felosztása

3.9.6. ábra. Az automatikus protokoll implementálás általánosan alkalmazott módszerének elve

A protokollok implementálásának két fő módja van.

	AD-HOC	FÉLAUTOMATIKUS
	<i>megvalósítással készült protokoll program esetén</i>	
Futási sebesség:	magas	alacsony
Kódméret:	kicsi	nagyobb (2x vagy több)
Program szerkezete:	bonyolult	tagolt, egyszerű
Modularitás:	ált. csekély	magas fokú
Hordozhatóság:	csekély	magas fokú
Fenntartás, bővítés:	nehéz	egyszerű
Hibakeresés, -javítás:	bonyolult, időigényes	egyszerű
Fejlesztési idő:	hosszú	rövid
Konformancia a specifikációval:	nem biztosított	biztosított

3.9.1. táblázat. Az ad-hoc és a félautomatikus eljárással készült protokollok összehasonlítása

A hagyományos az ún. *ad-hoc* módszer, azaz minden egyes protokollnak, mint önálló szoftvernek a kifejlesztése. Ilyenkor a protokoll specifikációt teljesítő és a környezettel való kapcsolatot biztosító eljárások egy egységet képeznek, az elkészült realizáció messzemenően figyelembe veszi az adott protokoll, illetve az adott környezet igényeit. Ez jelenti ennek a módszernek a legfőbb előnyét, vagyis a *kis méretet* és a *nagy sebességet*. A módszer hátránya viszont, hogy nagyon *munkaigényes*, az elkészült program *kevésbé hibátűrő*, *nehezen javítható* és *nem hordozható*.

Ha a protokoll specifikáció FDT-ben készül el, akkor lehetőség van az implementálás során számítógép segítségét igénybe venni, azaz a specifikációs nyelven leírt protokollt átfordítani egy programozási nyelvre. Ez - a célrendszerrel függő részek miatt - nem lehet teljesen automatikus, hiszen ezeket a részeket is hozzá kell szerkeszteni a protokollspecifikációból automatikusan generált rutinokhoz. Ezt megkönnyítendő általában a kétlépéses implementációt használják, ahogy az a 4. ábrán látható.

A két módszer összehasonlítása az 1. táblázatban látható.

Irodalomjegyzék

[3.9.1] ITU-T Recommendation Z.100: Formal description techniques (FDT) - Specification and Description Language (SDL), 1999.

[3.9.2] ITU-T Recommendation Z.105: SDL combined with ASN.1 (SDL/ASN.1), 1994.

[3.9.3] ITU-T Recommendation X.680 Abstract Syntax Notation One, 1994.

[3.9.4] ETSI EG 202 106 (1999): Methods for Testing and Specification (MTS): „Guidelines for the use of formal SDL as a descriptive tool”.

[3.9.5] ETSI EG 202 107 (1999): Methods for Testing and Specification (MTS): „Planning for validation and testing in the standards-making process”.

[3.9.6] ETSI TR 101 680 (1999): Methods for Testing and Specification (MTS): „A harmonized integration of ASN.1, TTCN and SDL”.

3.10. Protokollok és szoftverek tesztelése

Szerző: dr. Dibuz Sarolta

Lektor: dr. Tarnay Katalin

3.10.1. A szoftver tesztelés alapjai

A távközlési szoftverek fejlesztési költségeinek több mint 50 százalékát a tesztelési költségek teszik ki. A tesztelés célja hogy minél több hibáját megtaláljuk a szoftvernek. Azt azonban soha nem lehet bizonyítani, hogy egy szoftver teljesen hibamentes. Tesztelés során bemenetekkel gerjesztjük a szoftvert és figyeljük, hogy a szoftver válaszai helyesek-e. A helyes válaszok a szoftver specifikációja alapján határozhatók meg, vagy ennek hiányában a felhasználó az elvárt viselkedés alapján dönti el hogy jó volt-e a válasz. A tesztelési követelmények jelentősen eltérhetnek a használt fejlesztési módszerek és technológiák esetében.

A tesztelés három lépésből áll:

- a teszt tervezése,
- a tesztelés pontos definíciója és
- a teszt végrehajtása.

A teszt terv részletesen meghatározza a tesztelés célját, a használt módszert, az elvégzendő feladatokat, az erőforrásokat, az összefüggéseket és a lehetséges veszélyforrásokat.

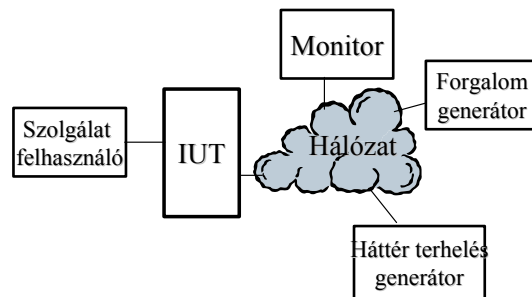
A teszt definíciója azt határozza meg, hogy milyen tesztek kell elvégezni és milyen céllal. A teszt definíció elkészítése a teszt terv végrehajtásának első lépése, ezután következik a teszt végrehajtása vagy automatikus tesztelés esetén a teszt sorozat elkészítése. A teszt definíció egy megismételhető, pontos meghatározását tartalmazza a tesztelés folyamatának.

Az automatikusan végrehajtható tesztsorozat elkészítését követi a tesztelés, ami lehet fekete-doboz tesztelés: installálás, kompatibilitás, funkcionalitás és megbízhatóság ellenőrzésére, vagy fehér-doboz tesztelés: amikor a szoftver kódjába is bele lehet nézni.

Vannak olyan eszközök, amik támogatják az automatikusan végrehajtható teszt sorozatok elkészítését a teszt terv és teszt definíció alapján. Egy szoftvert számos szempontból lehet tesztelni attól függően, hogy a szoftver mely képességeit szeretnénk ellenőrizni.

Funkcionális tesztelés: Annak ellenőrzése, hogy egy alkalmazás megfelel-e a saját specifikációjának, és hogy helyesen végzi minden funkcióját. Ez olyan tesztek sorozatából áll, melyek a szoftvert tulajdonságról tulajdonságra végig ellenőrzi úgy, hogy számos helyes és helytelen input adattal gerjesztik. Ide tartozik a termékek felhasználói interfészének ellenőrzése, adatbázis menedzsment, biztonságosság, installáció, hálózati viselkedés. A funkcionális tesztelés mind kézzel, mind automatikusan végrehajtható.

Teljesítmény tesztelés: Annak vizsgálata, hogy mennyire könnyen bővíthető, skálázható egy szoftver, vagy hogy más termékekkel (szerverek, middleware-ek) egy környezetbe helyezve milyen teljesítmény tulajdonságai vannak. Elsősorban a szoftverek teljesítmény szempontjából szűk keresztmetszetű részeinek meghatározására szolgál. Általában automatikusan végrehajtható teszt sorozatot használnak erre a célra, hiszen így lehet szimulálni normál, kiugró és kivételesen nagy terheléseket a tesztelés során. Fontos, hogy teljesítmény tesztelés során megcélzott értékeket, metrikát határozzanak meg, hiszen így azonosíthatók a szűk keresztmetszetek. A teljesítmény tesztelés egy lehetséges elrendezésére mutat példát a 3.10.1 ábra.



3.10.1. ábra. Egy elrendezés teljesítmény tesztelésre

Stressz tesztek: Ekkor olyan körülmények között tesztelik a szoftvert, ahol a várhatónál jóval nagyobb terhelés éri, és figyelik, hogy hogyan viselkedik ilyen esetben.

Regressziós tesztek: Célja hasonló a funkcionális teszteléshez, arra szolgál, hogy megismételjük a tesztet egy szoftver új verzióin. Ezzel ellenőrzi, hogy a bejelentett szoftver hibákat kijavították-e, és hogy ennek során nem hoztak-e be újabb hibákat. Bár regressziós tesztelés kézzel is végezhető, automatikus teszttel jelentősen csökkenthető a befektetett idő és energia.

Konformancia tesztelés: Azt ellenőrzi, hogy egy termék megfelel-e a rá vonatkozó szabványok előírásainak, azaz hogy a termék megvalósítja-e azt a portabilitást, együttműködő képességet és kompatibilitást, amit egy szabvány előír.

Együttműködés tesztelés: Egy adott specifikáció két különböző megvalósításának együttműködési képességeit ellenőrzi. Mind a szabvány specifikációk nem konzisztens részeit, mind a megvalósítások kompatibilitási problémáit felfedi. Általában konformancia tesztelés után végzik, mert a konformancia teszteléssel csökkenthető a fel nem tárt együttműködés problémák száma.

3.10.2. Protokollok tesztelése

A protokollok speciális szoftverek, melyek a távközlési szotverek kommunikációt végző funkcióját valósítják meg. A protokollok a hálózat két elemének a kommunikációját határozzák meg. Számos protokoll létezik, mind más és más hálózati kommunikációs funkciók egvalósítására.

A protokollok definiálják:

- azon üzenetek szintaxisát, melyet a kommunikáció során váltanak az elemek,
- a kommunikáció szemantikáját, azaz hogy milyen választ kell küldeni egy beérkező üzenetre,
- valamint az időbeli viselkedést, például időzítők lejáratí idejét.

Láttuk a 3.9-es fejezetben hogy a protokollok előállításának megvan az életciklusa, a konformancia tesztelés fontos szerepet játszik ebben. Ugyanazok a protokoll modellek használhatók a protokoll tesztelés alapául, amelyeket a protokollok specifikálására is használnak. Protokoll megvalósítások ellenőrzésére a következő módszereket használják leggyakrabban:

- funkcionális tesztelés
- konformancia tesztelés
- együttműködés tesztelés, és
- teljesítmény tesztelés.

A protokoll tesztelési módszerek általában fekete-doboz technikák, azaz a megvalósítást egy fekete dobozként kezelik, amelynek üzeneteket küldünk és figyeljük az ezekre érkező válaszait. A protokoll megvalósítás állapotai és belső megvalósítása nem látható.

A protokollok a referencia modell egy-egy rétegében helyezkednek el. Általában feltételezzük, hogy tesztelés során hozzáférünk a protokoll megvalósítás legalább egyik réteghatárához tesztelés közben. Előfordulhat olyan helyzet, hogy a protokoll egyik réteghatára sem hozzáférhető, ekkor beszélünk beágyazott tesztelésről. Ilyenkor a tesztelés nehezebb feladat, hiszen minden, amit meg tudunk figyelni függ egy másik protokoll viselkedésétől.

3.10.3. A konformancia tesztelés és teszt szabványosítás

A protokollokat szabványként definiálják. Szabványok definiálnak ezenkívül protokoll tesztelési módszert és teszt sorozatokat, amelyekkel elsősorban lehet tesztelni. Soha nem lehet 100 %-osan tesztelni, mindig egy megfelelő egyensúlyt kell találni a teszt költsége és a teszt lefedés között. A teszt szabványok azt definiálják, hogy hogyan kell ellenőrizni azt, hogy a protokoll interfészek mennyire valósítják meg a szabványokban előírtakat. A teszt követelmények, teszt eljárások valamint tesztsorozatok szabványosítása lehetővé teszi, hogy összehasonlítható és megismételhető teszt eredményeket kapjunk, hiszen minden gyártó ugyanazt a teszt módszert és tesztsorozatot használja termékei ellenőrzésére. Ennek nagyon fontos szerepe van akkor, amikor különböző gyártók termékeinek együttműködését kell biztosítani.

Az ISO 9646-os szabványa definiálja a konformancia tesztelés módszertanát, amit az ITU-T átvett az X.290-296 szabványsorozatban. Ezek a szabványok meghatározzák:

- A teszt architektúráját, azaz a konformancia tesztelés absztrakt teszt módszereit.
- A konformancia tesztelés folyamán készülő dokumentumok formátumát.
- A TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) jelölésrendszert, mellyel a teszt készletek írhatók le.
- A teszt eszközökkel szemben támasztott követelményeket.
- A teszt végrehajtásának menetét, a teszt kampányt.

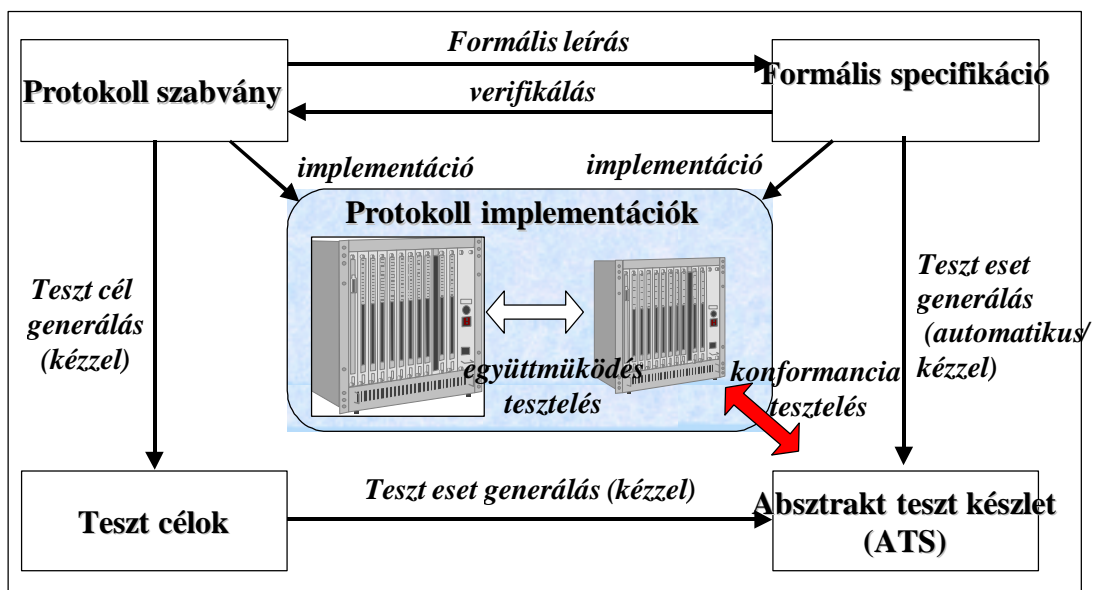
A legtöbb tesztkészletet és teszt dokumentumot az ETSI (European Telecommunication Standardization Institute) szabványosítja. A tesztelés leíró nyelvét azért szabványosították, hogy különböző teszt eszközökkel lehessen a tesztet végrehajtani. Az ETSI a protokoll szabványok mellett ezek tesztkészleteit is szabványosítja TTCN-ben.

A konformancia tesztelés azt ellenőrzi, hogy egy protokoll megvalósítás megfelel-e a szabványnak (3.10.1 ábra). A protokoll szabvány meghatározza a protokoll tulajdonságait és képességeit, ezek a konformancia követelmények, melyek

megvalósulását ellenőrizzük a tesztelés során. Mivel a különböző gyártók azonos szabványt megvalósító termékei ugyanannak a protokoll szabványnak kell

megfeleljenek, így a konformancia tesztelés növeli annak a valószínűségét, hogy különböző termékek együtt tudjanak működni.

Nemcsak a konformancia tesztelés módszerét szabványosították, hanem a tesztkészleteket is. Miért olyan fontos szabványosítani a konformancia tesztelést? Mert így lehetséges, hogy a különböző gyártók ugyanazt a tesztmódszert és teszt sorozatot használják. Így annak ellenére, hogy általában más tesztkörnyezetet használnak (hogy ne legyen túlzottan megkötve a gyártó keze) és más laboratóriumokban hajtják végre a tesztek a teszteredmények mégis összehasonlíthatóak lesznek az azonos protokollokat megvalósító termékekre.

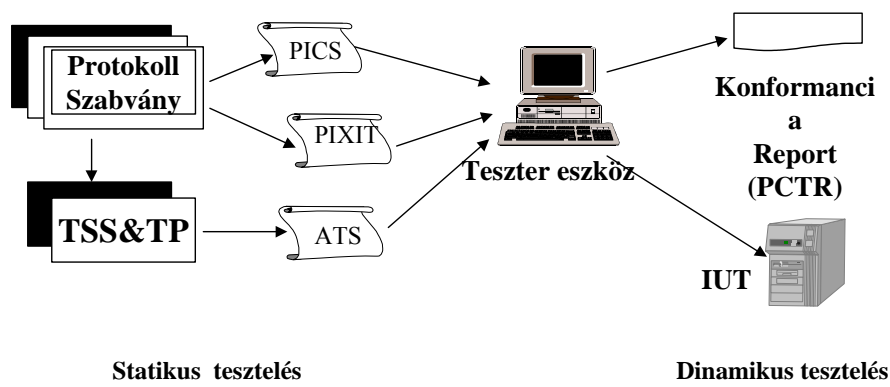


3.10.2. ábra. A protokoll fejlesztés életrajza és a tesztelés

A tesztkészlet megírása előtt teszt célokat határoznak meg a protokoll szabvány alapján (3.10.2. ábra). Ezek jól definiált szöveges megfogalmazásai egy-egy tesztelési lépésnek, melyek néhány konformancia követelményt fednek le. Az ETSI-ben a TSS&TP (Test Purpose and Test Suite Structure) szabványos dokumentumban gyűjtik össze egy protokollra vonatkozó teszt célokat. Ezeket MSC (Message Sequence Chart) formátumban is meg lehet adni.

A teszt eseteket a teszt célok alapján írják meg, minden teszt célra egy teszt eset készül. A teszt eset valójában a teszt célnak egy speciális program nyelven, a teszt jelölésrendszerben megírt változata. A konformancia tesztelés szabványa tartalmazza a TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) teszt leíró nyelv (jelölésrendszer) definícióját. A tesztek származtatása kézzel és automatikusan is történhet. A tesztek automatikus származtatása tesztsorozat generáló módszerekkel történik. A tesztesetek valósítják meg a teszt célokat, ezek összessége adja az absztrakt teszt készletet (Abstract Test Suite, ATS). Az ATS is szabványosított azért, hogy összehasonlítható és megismételhető teszt eredményeket kaphassunk, ezeket verifikálnak nevezik. Különböző gyártók használhatják ugyanazt az absztrakt teszt készletet az általuk gyártott protokoll megvalósítás tesztelésére. Ha a protokoll megvalósítás minden teszt esetre helyesen működik, (azaz kielégít minden konformancia követelményt), akkor megfelel a protokoll szabvány előírásainak. A teszt készletet azért hívják absztraktnak, mert nem függ a protokoll megvalósításától, ezért is használható bármely gyártó által. Ez azt is jelenti, hogy az ATS-t nem lehet végrehajtani mielőtt paramétereinek értéket nem adtunk és le nem fordítottuk egy végrehajtható programra. Ideális esetben az ATS teljes, azaz egy implementáció tesztelése akkor és csak akkor ad helyes eredményt az adott tesztkészlettel, ha az implementáció valóban megfelelően működik. Általában nem lehet teljes tesztkészletet írni véges számú testesetből, így azt várjuk el a tesztkészlettől, hogy megbízható legyen, azaz minden olyan implementáció amely nem ad helyes eredményt teszteléskor valóban hibás legyen. Egy megbízható tesztkészlettől azt is elvárjuk, hogy minden implementáció melynek tesztelésekor helyes eredményt kaptunk valóban megfeleljen a protokoll szabványnak.

További dokumentumok segítik, hogy különböző implementációk tesztelésekor összehasonlítható és megismételhető eredményeket kapjunk, ezek a PICS, PIXIT, PCTR proformák (3.10.3. ábra). Ezeket a proformákat töltik ki adatokkal tesztelés előtt és közben, így kapjuk a PICS, PIXIT és PCTR dokumentumokat.



3.10.3. ábra. A konformancia teszteselés dokumentumai

A PICS (Protocol Implementation Conformance Statement) összefoglalja egy adott protokoll implementációban megvalósított protokoll tulajdonságokat és paraméter értékeket, pl. időzítők lejáratí értékeit). A protokoll szabványok, melyeket az ETSI, ITU-T készít általában tartalmazzák a PICS proformát, ami egy üres PICS dokumentum. A proforma a protokoll tulajdonságainak táblázatos formában megadott összefoglalása. A PICS minden tulajdonságra egy referenciát tartalmaz a protokoll szabvány megfelelő fejezetére, ahol az adott tulajdonságot részletesen leírják. Azt is tartalmazza a táblázat, hogy az adott tulajdonságot kötelező-e támogatni, vagy csak opcionális. A protokollt megvalósító feladata, hogy kitöltse a PICS-et "igen" "és nem" állításokkal attól függően, hogy az adott funkciót megvalósította-e vagy sem. A konformancia teszteselés folyamán kiválasztják azokat a teszt sorozatokat a PICS alapján, amiket végre fognak hajtani, hiszen a PICS mutatja meg, hogy mely tulajdonságokat valósítottak meg.

Az absztrakt tesztkészlet paramétereinek konkrét értékekkel való feltöltését a PIXIT (Protocol Implementation eXtra Information for Testing) dokumentum alapján végzik teszteselés előtt. Ebben foglalják össze azon paraméterek értékét, melyek egy konkrét implementációtól függenek. Ez a dokumentum tartalmaz olyan információkat a teszteselésről, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a teszteselés megismétlhető legyen később.

A teszteselés eredményét a PCTR (Protocol Conformance Test Report) nevű dokumentum tartalmazza. Az absztrakt tesztkészlet minden teszt esetére megadja,

hogyan elvégezték-e a konkrét tesztelés során, és ha igen, akkor azt is, hogy mi volt az eredmény: "pass, fail vagy inconclusive", azaz " sikeres, sikertelen vagy nem eldönthető". Ha egy rendszerben levő több protokoll megvalósítást is teszteltek, akkor egy SCTR (System Conformance Test Report) nevű dokumentum is készül. Ezen dokumentumok elkészítése az utolsó lépése a teszt laboratóriumban végzett tesztelésnek. A konformanciáról, szabványnak való megfelelésről szóló bizonyítvány kiállítása nem a teszt laboratórium feladata, hanem egy hivatalos szerv végzi természetesen a teszt laboratórium tesztelési eredményei alapján. A hivatalos szerv rendszeresen ellenőrzi, hogy a teszt laboratóriumban megfelelő módon végzik-e a tesztelést azért, hogy megfelelő teszteredmények alapján adhassák ki a bizonyítványokat.

Egy konkrét megvalósítás konformancia teszt laborban végzett tesztelését teszt kampánynak nevezzük, mely a következő lépésekből áll:

- Felkészülés a tesztelésre,
- Teszt végrehajtás, és
- Teszt eredmények elemzése.

A teszt felkészülés a PICS és PIXIT dokumentumok kitöltését jelenti elsősorban. A megvalósító tölti ki a PICS-et, a teszt labor a PIXIT-et, bár ehhez is kap adatokat a megvalósítótól. A teszt végrehajtása során először végignézik a PICS-et, hogy valamennyi kötelezőnek tekintett protokoll funkciót megvalósítottak-e a protokollban, és hogy az opcionális és feltételes tulajdonságok is konzisztensen lettek-e megvalósítva. Ez a folyamat a statikus konformancia vizsgálat (static conformance review). Ezután hajtják csak végre a tesztkészletet. A tesztelés ezen részét nevezik dinamikus tesztelésnek, hiszen ekkor történik a tényleges üzenetküldés a teszter és a tesztelt objektum (Implementation Under Test, IUT) között (3.10.3.ábra). A teszt reportok alapján látják el a tesztelt terméket hivatalos bizonyítvánnyal.

3.10.4. Teszt készleteket leíró nyelvek

TTCN-2

A TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) szabványát az ISO (International Organization for Standardization) adta ki először 1992-ben. Azóta

egyre több távközlési szoftver gyártó cég, operátor és teszt laboratórium használja ezt a nyelvet. Számos teszt eszköz támogatja ezen a nyelven írt teszt készletek végrehajtását: editotok, compiler-ek, szintaktikus ellenőrzők és szimulátorok. A TTCN-t elsősorban konformancia tesztelésre használják, bár készült benne funkcionális tesztelést végző tesztkészlet is. A TTCN-2 nevet 2000 óta viseli, amikor a nyelv új verziója a TTCN-3 megjelent. A TTCN-nek két megjelenési formája van: az egyik egy emberek számára is olvasható TTCN.GR a másik a számítógépek által végrehajtható TTCN.MP formátum. A TTCN.GR tesztkészlet számos táblázatból áll. A táblázatok közötti eligazodáshoz feltétlenül szükséges egy editor.

A TTCN-ben írt tesztkészlet öt részből áll:

- Az áttekintő rész tartalmazza a tesztkészlet hierarchikus csoport struktúráját, valamint a teszt esetek, teszt lépések, comment-ek és default viselkedések listáját.
- Az Imports rész sorolja fel az újrafelhasználásra importálható objektumokat. A tesztkészlet modulokból épül fel, és az objektumok más modulokban is felhasználhatók, mint amelyben definiálva lettek.
- Deklarációs rész, melyben adattípusok és más a tesztkészletben használt adatobjektumok kerülnek definiálásra. Az adatobjektumok ASN.1- ben is megadhatók.
- Korlátok rész, itt határozzák meg a küldésben és vételben szereplő adatobjektumok konkrét értékeit.
- Dinamikus rész, mely a teszt célokat megvalósító teszt esetek leírását tartalmazza. Ebben a részben található a teszt lépések, melyek a teszt esetekben több helyek előforduló közös részeit tartalmazzák. A dinamikus részhez tartozik a default könyvtár, mely a teszt esetekben előforduló közös, alapértelmezés szerinti viselkedést adja meg.

A 3.10.4. ábrán látható teszteset dinamikus viselkedését definiáló táblázatnak van egy fejléce, mint minden TTCN-2-ben használt táblázatnak. Ez tartalmazza a teszteset nevét, a teszt célt, melyet a teszteset megvalósít, valamint megadható egy kiválasztási feltétel is. Ez alapján történik a teszteset kiválasztása a teszt végrehajtás során. A táblázat törzs része tartalmazza a viselkedést leíró oszlopot ahol a protokoll és szolgálati üzenetek találhatóak (PDUs, Protocol data Units, and ASPs Abstract Service Primitives), amelyeket küldeni kell a teszteset végrehajtása során a teszternek, illetve amelyeket válaszként várunk. A sorok nem egyforma beugrással kezdődnek, ezt használják az események sorrendjének megadására. Minél beljebb kezdődő sorban helyezkedik el egy üzenet annál később kerül sorra. Az azonos beugrással kezdődő sorok alternatívákat tartalmaznak, így ezekben csak vett

üzenetek szerepelhetnek. A felkiáltó jel (!) olyan üzenetek előtt áll, melyeket a teszter kiküld, a kérdő jel (?) pedig olyanok előtt, melyet a teszter kap.

A korlátok referenciáit tartalmazó oszlopban olyan táblázatok nevei állnak, melyek az üzenetekben előforduló paraméter értékeket definiálják, azaz a korlátok részhez tartozó táblázatokra való hivatkozást. Az üzenetek adattípusai TTCN-ben megadhatók mind táblázatokban mind pedig ASN.1-ben. Az ASN.1 definíciókat általában olyan protokollok esetén használják, ahol a protokoll szabványban is szerepelnek az ASN.1 adatdefiníciók. Az ASN.1 használata egyre jobban terjed a protokoll tervezésben és a konformancia tesztelésben. A verdikt oszlop tartalmazza az alternatív bejövő üzenetekhez tartozó végső teszt eredményeket, azaz hogy egy adott üzenet vétele esetén helyes vagy hibás a teszteredmény. Egy tesztesethez csak egy helyes teszt eredmény tartozik.

Test Case Dynamic Behaviour					
Test Case Name: TC_2_Task_not_understood_with_first_trial					
Group :					
Purpose : Test that IUT does not accept rubbish as work instructions					
Configuration : MTC_2_PTCs					
Default :					
Comments : This case shows some basic principles of non concurrent TTCN test cases.					
Selection Ref :					
Description : ENV: SYS REQ: FS New order form handler, Section A Formats and codes.					
Ind	Label	Behaviour Description	Constraints Ref	Verdict	Comments
0		+preamble			
1		MTC_PCO ! Task_envelope START T_course_30s	high_work (work_unclear_instruction)		
2		MTC_PCO ? Task_envelope CANCEL T_course_30s	high_work (dont_understand)		
3		MTC_PCO ! Task_envelope START T_course_30s	high_work (work_harder)		
4		MTC_PCO ? Task_envelope CANCEL T_course_30s	high_work (ok)	(F)	
5		+postamble			
4		? TIMEOUT T_course_30s		(F)	
5		+postamble			
4		MTC_PCO ? OTHERWISE CANCEL T_course_30s		(F)	
5		+postamble			
2		? TIMEOUT T_course_30s		(F)	
3		+postamble			
2		MTC_PCO ? OTHERWISE CANCEL T_course_30s		(F)	
3		+postamble			
Detailed Comments: The sequence of events is:					
<pre> MTC IUT --TASK_DESCRIPTION----> rubbish c--TASK_CONFIRMATION-- don't understand --TASK_DESCRIPTION----> reasonable c--TASK_CONFIRMATION-- OK </pre>					

3.10.4 ábra. Példa tesztesetre

A teszt esetek végrehajtási sorrendjét nem határozza meg a tesztkészlet. A teszt eseteket logikai csoportokba rendezik a tesztkészleten belül, amely segíti a

tesztkészlet olvasását és írását. A tesztkészlet legfontosabb építőköve a teszt, eset, és ezek legkisebb építőkövei a teszt események. A teszt események legtöbbször üzenetek (Protocol Data Units) és ASP-k (Abstract Service Primitives) cseréjét írják le a tesztrendszer teszt megfigyelési pontjain (Point of Control and Observation, PCO). A tesztesetek közös részei teszt lépésként adhatók meg, melyek további teszt lépéseket foglalhatnak magukba.

TTCN-3

Egyre növekvő szükség volt egy olyan teszt nyelvre, melyen a konformancia tesztelés mellett további tesztelési típusok is leírhatók. A TTCN új verziója a TTCN-3 2000-ben jelent meg.

Szintaktikai szempontból a TTCN-3 eltér a nyelv régebbi verzióitól, egy modern programozási nyelvhez hasonlít. Számos új képessége mellett megőrizte a TTCN-2 hasznosnak bizonyult tulajdonságait is. A teszt írók és teszt végrehajtók számára egyszerűbb lesz megtanulni és használni ezt az általános célú, flexibilis és felhasználó-barát nyelvet. Az új szintaxis és az új tulajdonságok révén olyan területeken is használható lesz, ahol eddig nem alkalmazták a TTCN-t. Miután ez a nyelv közelebb áll a termékek implementációs nyelvéhez így várhatóan a gyártók szoftver fejlesztési folyamatába is könnyebb lesz beépíteni.

TTCN-3 használható nemcsak a mobil és Internet protokollok tesztelésére, hanem CORBA-alapú platformok és API-k (Application Programming Interfaces) tesztelésére is. A konformancia tesztelésen túl alkalmazható együttműködés, robusztusság, regressziós, rendszer és összekapcsolási tesztekhez is.

A TTCN-3 szintaxisa új, de megőrizte és továbbfejlesztette elődje hasznos tulajdonságait:

- Dinamikus és párhuzamosan futó teszt konfigurációk alakíthatók ki vele,
- Szinkron és aszinkron kommunikációt tud megvalósítani,
- Megadhatók kódolási szabályok az üzenetekhez, a felhasználók is definiálhatnak ilyeneket,
- Hatékony illesztési algoritmust használ adat formátumokhoz,
- Típusok és értékek paraméterezhetők,
- Teszt végeredmények kezelése verdikttel történik,
- Teszt készlet paraméterezés és teszt este kiválasztási feltételek adhatók meg,

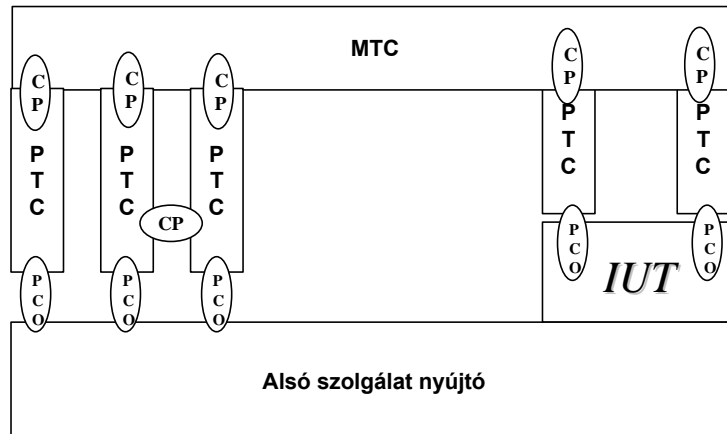
- Együtt használható az ASN.1-el, esetleg más nyelvvel mint pl. az IDL.

A TTCN-3-nak jól definiált szintakszisa és statikus szemantikája van. Opcionálisan különböző megjelenítési formátumok (táblázatos, grafikus stb.) használhatók vele hogy a felhasználók könnyebben olvashassák a TTCN-3 teszteket. Miután a TTCN-2-t már számos helyen használják, ezen tesztelőknél ismerős lesz majd a táblázatos megjelenítési formátum.

Akik a hagyományos programozási nyelvek használatához szoktak hozzá, azoknak a Core nyelv lesz a legegyszerűbben használható eszköz tesztek írásához. Akik MSC-ben szokták olvasni a teszteket, azok számára készült a grafikus megjelenítési formátum.

3.10.5. Teszt konfigurációk és teszt végrehajtás

A teszt konfiguráció vagy elrendezés a teszt rendszer felépítését adja meg és kapcsolatát a tesztelt protokoll megvalósítással (Implementation Under Test, IUT). A teszt konfiguráció nagyon függ attól, hogy milyen típusú tesztet hajtunk végre. Konformancia tesztelés esetén csak a teszter és az IUT része a teszt konfigurációnak. A teszt eszköz számos interfészen keresztül tud kapcsolódni az IUT-hez a párhuzamos teszt komponensein keresztül (3.10.5. ábra). Az egyik teszt komponens koordinálja a teszt végrehajtást (main test component) és további számos párhuzamosan futó teszt komponens tud küldeni és fogadni üzeneteket az IUT-től. Ezek az üzenetek a PCO-n (Point of Control and Observation) keresztül jutnak el az IUT-hez, mely egy absztrakt interfész a teszter és a tesztelt protokoll között. A teszter az IUT-t az alsó réteghatáron tudja elérni az alsó réteg szolgáltatását felhasználva. Előfordul, hogy egyes IUT-k felső réteghatárja is elérhető a tesztelés során. A teszt komponensek egymásnak is tudnak üzenetet küldeni, ezek a koordináló üzenetek és a koordinációs pontokon (Coordination Point, CPs) keresztül kerülnek átadásra. Ez a teszt konfiguráció mind TTCN-2-ben mind TTCN-3-ban alkalmazható. Mivel a teszt esetek egy adott teszt elrendezésre vonatkoznak, így ezt is meghatározzák a teszt esetben.



3.10.5. ábra. Konformancia teszt elrendezés

A konformancia tesztelés szigorúan szabványosított és a legjobban kidolgozott tesztelési eljárás. Az egyéb teszt típusok bár fontos részét képezik a gyártók fejlesztési tevékenységének, mégsem szabványosították őket, hiszen nem jelentősek a különböző implementációk együttműködése szempontjából. A konformancia tesztelést elsősorban a távközlési szoftverek és protokollok fejlesztésénél alkalmazzák. Az Internet protokoll megvalósításokat együttműködés teszteknek szokták alávetni. A konformancia tesztelés az Internet protokoll megvalósításokra is hasznos teszt eredményeket ad, így ezen a területen is egyre jobban terjed, bár nem kapcsolódik hozzá bizonyítvány kiadási eljárás.

4. HÁLÓZATOK

A távközlő hálózatok különféle távközlési rendszeremek összekapcsolásával, az átviteli és kapcsolási funkciók kombinálásával jönnek létre. A távközlő hálózatokon egyidejűleg nagyszámban létesülhetnek összeköttetések, amelyek különféle távközlési szolgáltatások hordozói. Az összeköttetések lehetnek egy-, és kétirányúak. A távközlő hálózat jellegét, méretét, kapacitását a rá kapcsolódó felhasználók mennyisége, földrajzi eloszlása és az igényelt szolgáltatások összetettsége, frekvenciasáv-igénye, forgalmi sajátosságai és minőségi elvárásai szabják meg. E tág értelmezés szerint, e fejezet tárgyalja a műsorelosztást és műsorszórást is. (Ezért a hálózatok ilyen együttesét újabban elektronikus hírközlő hálózatoknak is hívják.)

A távközlő hálózatok felépítése, architektúrája a hálózati eszközök és technológiák átható fejlődése és az igények óriási növekedése folytán jelentősen változott. A hálózatok intelligenciája és az összeköttetések számára rendelkezésre álló sáv szélesség roppant növekedésének voltunk tanúi. Kezdetben a különféle híryananyagok továbbításához, annak sajátosságaihoz legjobban illeszkedő célorientált hálózatokat létesítettek, mint a távbeszélő hálózat, az adathálózat, a műsorelosztó hálózat. A technológiai lehetőségek bővülésével, illetve a szolgáltatások választékának szélesedésével az integrált, sokféle szolgáltatást nyújt és nagyobb hálózati kihasználtságot kínáló megoldások kerültek előtérbe, mint az ISDN, az ATM és az IP hálózatok. A hálózati architektúrák fejlődésében a sáv szélesség és hálózati intelligencia mellett a mobilitás, a mozgó felhasználók részére nyújtott hálózati hozzáférés játszik mind meghatározóbb szerepet.

A távközlő hálózatok tervezése során a figyelembe vett szolgáltatási igényeket (a szolgáltatások választékát, minőségét, forgalmuk időben változó mennyiségét és eloszlását) a rendelkezésre álló hálózati eszközök és technológiák felhasználásával úgy elégítjük ki, hogy számításba vesszük:

- a meglévő hálózatot, annak konfigurációját, kapacitását, bővíthetőségét, fejleszthetőségét, illetve elavultságát, lecserélhetőségét;
- a telepítési korlátokat, azaz a földrajzi (domborzati, vízrajzi, beépítettségi) vagy egyéb megállapodásokból származó megszorításokat;

- a hálózattal szemben támasztott műszaki, minőségi, megbízhatósági és életképességi (biztonsági) követelményeket, amelyeket műszaki szabványok, szabályozások, specifikációk és egyezmények írnak le;
- a gazdasági szempontokat, a források korlátait, rendelkezésre állásuk ütemét, a kiépítés lehetséges lépcsőzését;
- a hálózati eszközök és technológiák várható fejlődését, a költségek változását, új műszaki megoldások színre lépését, valamint
- a szolgáltatási igények előrejelzésének bizonytalanságait, a forgalom eltérő alakulását, újabb szolgáltatások megjelenését, stb.

A hálózat tervezése során eredményül kapott hálózati megoldás magában foglalja a hálózat konfigurációját, kapacitásjellemzőit és kiépítésének ütemezését. A fenti feltételeknek egyaránt megfelelő hálózati megoldások közül gazdasági optimalizálás esetén egy adott időintervallumban jelentkező beruházási és működtetési költségek számbavételével választanak. Jellemzően az igényeket minimális költséggel kielégítő megoldást tekintik az optimális megoldásnak. A források elégtelensége esetén az igények maximális kielégítésére optimalizálunk. Bizonyos esetekben az igény-költség arány maximumát, a maximális hatékonyságot keressük. A legjobb hálózati megoldás kiválasztásánál a gazdasági kritériumok mellett más, beruházás-védelmi megfontolások is szerepet kapnak, mint a meglévő és új hálózat együttélésének kérdése, az új hálózati megoldás rugalmassága előre nem látható szolgáltatások befogadására, a szolgáltatások szélesebb integrációját nyújtó újabb hálózati platform megjelenése.

A fejezet két részre tagolódik. Az első rész az első három alfejezetből áll, amelyek a távközlő hálózatokkal kapcsolatos általános ismereteket összegzik, magába foglalva a hálózatok osztályozását, a hálózatok rétegmodelljét, felépítésük tervezésének gazdasági, megbízhatósági, életképességi és egyéb követelményeit, valamint a hálózatok különféle célú tervezésének általánosan használt eljárásait.

A fejezet második része kilenc alfejezetet ölel fel, egy-egy alfejezetet szentelve a hálózatok különféle típusainak. Először a helyhez kötött, beszéd-célú hálózatokat tárgyaljuk (távbeszélő hálózat, ISDN), aztán az adathálózatok különböző formáit (itt említjük meg a telex hálózatot is), majd a tradicionális kötött nyomvonalas hálózatokat. Ezt a műsorszétoosztás, műsorszórás és a kábeltelevízió-hálózatok bemutatása követi. A földfelszíni, cellás mobil hálózatok alfejezete felöleli nemcsak GSM és a harmadik generációs mobil (UMTS) hálózatokat, hanem kitér a személyhívó, zsinórnélküli és trónkölt rádió rendszerekre is. A műholdas hálózatok

és a tradicionális IP hálózatok taglalása után, a záró alfejezet a valós-idejű IP hálózatokat ismerteti, mint amelynek ernyője alatt, jelenlegi ismereteink szerint, az infokommunikációs konvergencia megvalósulhat.

Dr. Sallai Gyula fejezet szerkesztő

4.1. Hálózatok felépítése

Szerző: dr. Henk Tamás

Lektor: dr. Sallai Gyula

Ezen alfejezet a hálózatokkal kapcsolatos általános ismereteket összegezi, felölelve a hálózatok értelmezését, osztályozását és fejlődési trendjét, a forgalomirányítás alapjait, funkcionális és topológiai modelljét. A tárgyalás során alapvetően az 1.11. alfejezetben bemutatott hétrétegű OSI hivatkozási modellre támaszkodunk (Open System Interconnection, nyílt rendszerek összekapcsolása), amelyet a továbbiakban röviden OSI modellnek nevezünk. A hálózatok felépítését az OSI modell harmadik, úgynevezett hálózati rétegében írjuk le.

4.1.1. Hálózatok fogalma

A fizikai hálózat *különbéle információ típusoknak* (pl. beszéd, hang, dokumentum, szöveges vagy multimédia üzenet, mozgókép, üzenetfolyamú adat, bájtfolyamú adat, interaktív adat) külön-külön vagy integrált átvitelére szolgál. Az átvitt információ típusoknak megfelelően *különbéle hálózatok* alakultak ki, amelyek *különbéle forgalmi (logikai) szolgáltatásokat* nyújtanak, pl. távbeszélő szolgáltatású hálózat, vagy röviden távbeszélő-hálózat; integrált szolgáltatású hálózat, vagy röviden integrált hálózat. A különféle szolgáltatásokat nyújtó hálózatok gyakorlati megvalósításuk során részben közös elemekre épülhetnek, de a nyújtott szolgáltatásuk alapján elvileg külön-külön értelmezhetők. A hálózatok fejlődnek, változnak, közelednek egymáshoz, a sokféleségüket együttesen hagyományosan távközlő hálózatnak (legújabbban elektronikus hírközlő hálózatnak) nevezik. A továbbiakban a *hálózat* kifejezést a legtágabb értelemben használjuk.

A hálózat által nyújtott szolgáltatás alapvetően kétféle, *hordozó szolgáltatás* vagy *távszolgáltatás* lehet. A *hordozó szolgáltatás* végberendezés nélküli és alkalmazás nélküli elektronikus információátvitelt jelent, pl. 64 kbit/s-os átlátszó adatátvitel. A hordozó szolgáltatást *hordozó hálózat* nyújtja. A *távszolgáltatás* a hálózati *végberendezés* által megvalósított *műszaki alkalmazást* is magában foglalja, pl. távbeszélő vagy távmásoló szolgáltatás. A műszaki alkalmazás különféle

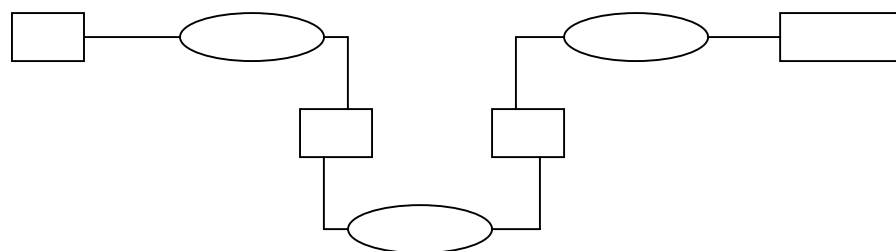
társadalmi célú alkalmazásokat támogathat (pl. nyilvános távbeszélő-hálózat, távoktatás), amelyet a *felhasználó* vesz igénybe. A felhasználó ember vagy gép lehet.

Hálózatok *egyenrangúan és/vagy hierarchikusan kapcsolhatók össze*. Így *összetett hálózatot* kapunk, amely *elemi hálózatokból* és az ezeket összekapcsoló *együttműködető egységekből (átjárókból)* áll. Az elemi hálózatok technológiájukban, területükben, igazgatási valamint üzemeltetési egységükben különbözhetnek egymástól.

Egyenrangúan együttműködő hálózatokról akkor beszélünk, ha az elemi hálózatok vagy csak távszolgáltatást, vagy csak hordozó szolgáltatást nyújtanak, továbbá az általuk külön-külön nyújtott szolgáltatásoknak vannak közös elemei, amelyek egy részét vagy egészét nyújtja az összekapcsolt hálózat. Az összekapcsolás vázлата egyszerű (4.1.1. ábra). Példaként említhetjük két azonos vagy különböző technológiájú helyi távbeszélő-hálózat összekapcsolását nagyobb földrajzi terület lefedése érdekében.



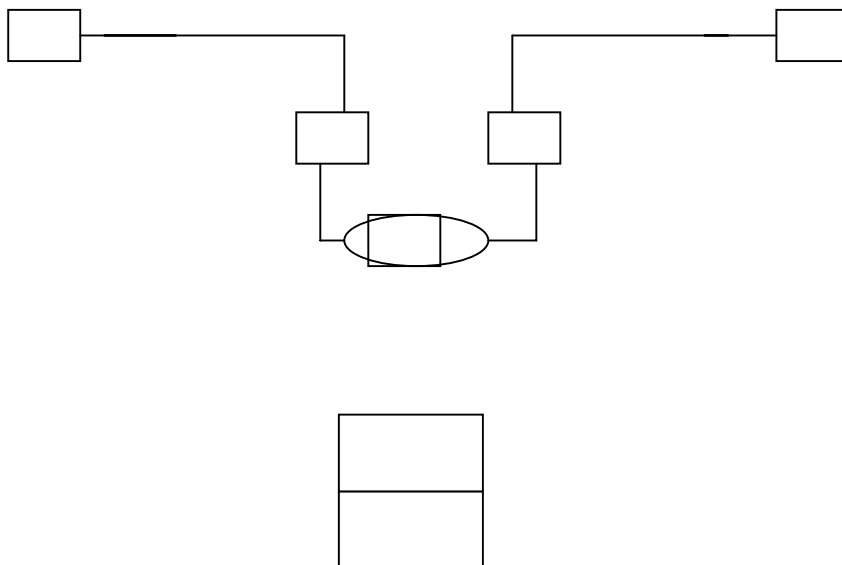
Hierarchikusan együttműködő hálózatokról akkor beszélünk, ha a hordozó hálózat hordozó szolgáltatást nyújt egy másik, hordozó vagy távszolgáltató *ráépített hálózat* számára. A ráépített hálózat részei közrefogják a hordozó hálózatot az összekapcsolás vázlatán (4.1.2.a ábra). Hálózatok többszörösen is egymásra építhetők. A hordozó és ráépített hálózatokból felépített összetett hálózatot *hálózatarchitektúrának* vagy *hálózatépítménynek* nevezzük, amely *hálózatrétegekből*



áll. A hálózatrétegek tehát technológiai, területi, igazgatási vagy üzemeltetési szempontból különülnek el; míg az OSI modell rétegei, pl. a hálózati réteg, funkcionális szempontból különböznek egymástól (4.1.6. szakasz).

A legfelső hálózatréteg az egyik vagy mindkét oldalon elfajulhat csak végberendezéssé is (4.1.2.b ábra). Az együttműködő egységet ilyen esetben végberendezés *illesztő egységnek* is nevezik. Pl. másodlagos adatátvitel igénybevétele hordozó távközlő hálózaton modemmel, mint illesztő egységgel. A felhasználó által elérhető szolgáltatás készletet csak a legfelső hálózatréteg határozza meg, de a szolgáltatás minőségére az alsóbb hálózatrétegek is hatással lehetnek. A hálózatépítményre réteges modell is rajzolható (4.1.2.c ábra). Ez a modellezés azt emeli ki, hogy az információátvitel során egy felsőbb hálózatréteg igénybe veszi az alatta lévő hálózatréteg szolgáltatását.

A hálózatok – a hálózati rétegben – csomópontokkal és azok között az információt átvivő útszakaszokkal modellezhetők. A hálózat e modelljét *logikai vagy forgalmi hálózatnak* is nevezik. Az útszakaszokat az alsóbb rétegek valósítják meg. A fizikai rétegben irányított közegben (vezeték, irányított földfelszíni vagy műholdas rádió), vagy osztott közegben (sínvezeték, sugárzott földfelszíni vagy műholdas rádió) terjed a jel. Osztott közegről akkor beszélünk, ha az adó jele fizikailag sok vevőhöz jut el. A fizikai réteg e modelljét *fizikai hálózatnak* is nevezik.



Figyelembe véve a hálózatra csatlakoztatható végberendezéseket, valamint a hálózatok összekapcsolásának lehetőségét is, a hálózat az alábbi elemekből áll:

- *csomópontok*, amelyek be-és kimenetekkel rendelkeznek,
- egy- vagy kétirányú útszakaszok, (röviden utak vagy szakaszok)
- hálózati végződéses
 - végberendezések, csak távszolgáltatás esetén,
 - illesztő egységek, ha a végberendezés és hálózat többi részének technológiája eltérő,
 - együttműködtető egységek vagy átjárók, hálózatok összekapcsolására,
- *hálózati csatlakozópontok*, amely a hálózati végződéseket a hálózat többi részéhez csatlakoztatja.

A hálózat csatlakozópontja a hálózat *határcsomópontjához* csatlakozik. A végberendezéseket, a végberendezésekhez csatlakozó határcsomópontokat, valamint e kétféle elem közötti hálózatrészeket együttesen *hozzáférési hálózatnak* (access network) nevezzük. A csomópontokat és az ezek közötti hálózatrészeket együttesen *törzshálózatnak* (core network) nevezzük.

A csomópont valamelyik bemenetére érkező információt

- tárolhatja, törölheti, átalakíthatja
- tovább küldheti
 - egy kimeneti útra (egyesadásos csomópont)
 - több kimeneti útra (többsadásos csomópont)
 - az összes kimeneti útra (szórtadásos csomópont).

Egyesadásos vagy többsadásos csomópont esetén a csomópont *útválasztó* képességgel rendelkezik. A hálózat csomópontjainak útválasztó képességét együttesen *forgalomirányításnak* nevezzük.

A csomópontok és az útszakaszok információtovábbítási képességét kapacitásuk szabja meg, pl. kapcsolópontok száma, sávszélesség, stb. Ha egy csomóponthoz vagy útszakaszra érkező információ mennyisége meghaladja a csomópont vagy az útszakasz kapacitását, akkor a hálózatban *torlódás* keletkezik. A torlódás megelőzésére vagy feloldására a hálózat *torlódásvédelmi* képességekkel rendelkezik. Az OSI modell hálózati rétegének két alapvető feladata az átvitel, a forgalomirányítás és a torlódásvédelem.

A forgalomirányítás és a torlódásvédelem módja függ attól, hogy az információ továbbítása során áramkör felépítésére illetve csomagokra bontásra sor kerül-e. *Valós áramkör alapú* hálózatokban valós áramkör épül fel a végberendezések között és az információt nem bontjuk fel csomagokra. A valós áramkör rögzített útvonalat jelent a hívás vagy bérlet teljes idejére a hálózatban, amely csak a végberendezések mozgása miatt változhat (mobil hálózatokban). Egy-egy csomóponton vagy útszakaszon sok (2 – 100 000 – 20 000 000) áramkör fut keresztül a *fizikai csatornák nyalábolása* révén. A valós áramkör a fizikai és az adatkapcsolati rétegben valósul meg, de forgalomirányítási és torlódásvédelmi szempontból a hálózati rétegben is értelmezzük. *Csomag alapú* hálózatokban az információt csomagokra bontjuk, és a csomagok továbbítására két lehetőség van: a csomagok útvonalát rögzítjük a hívás vagy bérlet *teljes idejére*, ezzel látszólagosan áramkört, úgynevezett *látszólagos áramkört* hozunk létre a hálózati rétegben; vagy nem rögzítjük a csomagok útvonalát a hívás vagy bérlet teljes idejére, vagyis látszólagosan sem hozunk létre áramkört a hálózati rétegben. Az utóbbi esetet *hálózati rétegben áramkörmentes hálózatnak*, röviden *áramkörmentes hálózatnak* nevezzük. Az elektromos jeleket a fizikai rétegben ilyenkor is áramkörök, fizikai jeláramkörök viszik át. Ezek alapján a hálózatokat így csoportosíthatjuk:

- valós áramkör alapú hálózatok (áramkör alapú, nem csomag alapú),
- látszólagos áramkör alapú hálózatok (áramkör alapú, csomag alapú),
- áramkörmentes hálózatok (nem áramkör alapú, csomag alapú).

4.1.2. Hálózatok osztályozása

Az elektronikus hírközlő hálózatok osztályozását 4.1.1. táblázatban mutatjuk be a hálózatok mai fejlettségi szintjének megfelelően. E hálózatokat részletesen a 4.4.-4.12. alfejezetek ismertetik. A 4.1.1. táblázat szerinti osztályozás a hálózatok forgalomirányító és torlódásvédelmi képességeinek 4.1.1. szakaszban bemutatott csoportosításán alapul.

A *műsorszétosztó hálózatok* többesadós hordozó szolgáltatást nyújtanak a műsorszóró hálózati adók és kábel-TV tápfejek számára. A *hagyományos műsorközlő hálózatokban* (analóg műsorszóró vagy kábel-TV hálózat) minden hozzáférési ponton ugyanazok az információk vehetők, vagyis e hálózatok szórtadásos távszolgáltatást nyújtanak. Az *interaktív műsorközlő hálózatokban* (digitális műsorszétosztó és műsorszóró-hálózat, interaktív kábel-TV hálózat) az uralkodó szórtadáshoz járulékos forgalomirányítási képesség is társul.

Az *információközlő hálózatok* forgalomirányítással, vagy elsősorban forgalomirányítással és járulékosan szórtadással működnek. Az áramkör alapú hálózatokat a 4.1. és 4.2. alfejezetekben a továbbiakban – a gyakorlati szóhasználatot követve – röviden *távközlő hálózatoknak* nevezzük. A távközlő hálózatok az áramkör alapú működésnek köszönhetően – a hálózat felépítésének koncepciójától függően – garantálják a szolgáltatás minőségét, továbbá területi kiterjedésben és sáv szélességben jól skálázható közegmegosztást valósítanak meg.

Az egyes *keskenysávú távközlő hálózatokat* döntő mértékben a valós áramkör és PCM (Pulse Code Modulation, impulzuskód-moduláció) alapú PDH

(Plesiochronous Digital Hierarchy, pleziokron digitális hierarchia) továbbá a látszólagos áramkör alapú X.25 technológia valósítja meg. E technológiák egyaránt alkalmasak távszolgáltatásra és hordozó szolgáltatásra. A távszolgáltatást nyújtó keskenysávú távközlő hálózatokban a végberendezés általában egyszerű és olcsó, ami lehetővé teszi a széleskörű felhasználást. Az egyszerű végberendezés csak egy-két féle szolgáltatást tesz lehetővé egyféle szolgáltatásosztályban. Az intelligencia döntően a hálózatban valósul meg. A hozzáférési hálózat tipikusan analóg, a törzshálózat digitális.

A szélessávú távközlő hálózatok közül a látszólagos áramkör alapú FR (Frame Relay, kerettovábbítás) és ATM (Asynchronous Transfer Mode, aszinkron átviteli mód) hálózatok elvileg távszolgáltatást is nyújthatnának, a gyakorlatban azonban eddig csak hordozó szolgáltatást nyújtanak. A valós áramkör alapú SDH (Synchronous Digital Hierarchy, szinkron digitális hierarchia) és az optikai hálózatok első sorban hordozó szolgáltatásra alkalmasak. Az egyes szélessávú távközlő hálózatok megnevezései ezért a megvalósító technológiára utalnak, elektronikus és optikai, vagy teljesen optikai eszközökkel.

Számítógép-hálózatokat számítógépek közötti információközlésre tervezik és optimalizálják. A számítógép-hálózatok csomag alapúak, és látszólagos áramkört nem építenek fel. A bonyolult végberendezés működési mechanizmusai alapvetően hozzájárulhatnak a hálózatok szolgáltatás minőségének kialakításához, pl. forgalomszabályozás révén. A szolgáltatási paraméterekre azonban garancia vagy nem adható, vagy legfeljebb csak relatív garancia adható. A csomóponti útválasztók hozzáférési sebessége jól skálázható: e sebesség több nagyságrendben változó tartományt fed le (1 kbit/s – 10 Gbit/s). Bár a hálózat elemei gyakran nem eléggé megbízhatóak, az útválasztó algoritmusok dinamikus tulajdonsága és a végberendezés intelligenciája együttesen megbízható átvitelt eredményez. A legelterjedtebb számítógép-hálózat az Internet, amely az IP (IP: Internet Protocol, Internet protokoll) protokoll családon alapul. A család lényegesebb tagjai: Ethernet vagy PPP (Point-to-Point Protocol, pont-pont protokoll) hozzáférés, MPLS (Multi-Protocol Label Switching, több protokollal címkékapcsolás) hordozó hálózat címkékapcsolással, IP alapú útválasztás, TCP (Transmission Control Protocol, átvitel-szabályozó protokoll) szállítás forgalomszabályozással vagy UDP (User

Datagram Protocol, felhasználói adatcsomag protokoll) szállítás forgalomszabályozás nélkül.

A távközlő iparban egyfelől a számítógép-hálózatot egyszerűen távközlő adathálózatnak tekintik. A számítógépiparban másfelől a távközlő hálózatot gyakran nem is említik, vagy egyszerűen a számítógép-hálózat fizikai összeköttetést megvalósító részeként kezelik. A 4.1 alfejezet szemléletmódja a fenti két szemléletmód között egyensúlyt tart. Ennek megfelelően a számítógép-hálózatok többnyire hordozó távközlő hálózatokra építve működnek a már kiépített távközlő hálózatok felhasználásával: pl. hordozó távközlő törzshálózaton TCP/IP/ATM/SDH felépítéssel, vagy hordozó távbeszélő-hálózaton modem illesztő egységgel, stb. Másrésztől távközlő hálózat is ráépülhet számítógép-hálózatra, pl. beszédátvitel hordozó IP hálózaton. Harmadrészt, távközlő hálózat és számítógép-hálózat egyenrangú együttműködése is lehetséges, pl. WAP (Wireless Application Protocol, vezeték nélküli alkalmazási protokoll) képességű GSM (Global System for Mobile communications, egyetemes mobil távközlő rendszer) végberendezés és a hálózat WAP átjárója között adathálózati átvitel valósul meg áramkörkapcsolt hálózaton, majd a WAP átjáró és a WWW (World Wide Web, világháló) kiszolgáló között számítógép-hálózatot működik. A számítógép-hálózat interaktív műsorközlő hálózatokra is ráépülhet és viszont.

Az információközlő hálózatok fejlődésére visszatekintve megállapítható, hogy a forgalomirányítási és torlódásvédelmi technológia spirálszerűen fejlődött: üzenetkapcsolás távíró-hálózatban¹, valós áramkörkapcsolás távbeszélő hálózatban, látszólagos áramkörkapcsolás adathálózatban, útválasztás csomagszinten IP hálózatban, dinamikus útvonalkezelés címkekapcsolással MPLS hálózatban (lásd 4.1.3.). Hasonló fejlődési spirál figyelhető meg az átviteli közegmegosztási technológiában is: térosztás, frekvenciaosztás, időosztás pl. a távbeszélő hálózatban, majd az optikai hálózatokban is. A spirális fejlődés értelmezhető a

¹ A távíróhálózat kézi üzenetkapcsolást valósított meg. Ez azt jelenti, hogy az információt üzenetegységekbe foglalva továbbították úgy, hogy az üzenetet csomópontról csomópontra újra átvíratották. Az üzenet tárolása egy-egy hálózati csomópontban papírszalagra írt vagy lyukasztott Morse kód formájában valósult meg. Adás közben az üzenet első részét még az adóoldali, másik részét már a vevő oldali papírszalag tárolta. Minden hálózati csomópontban eldöntötték, hogy melyik úton továbbítsák az üzenetet. A távíróhálózat volt az első elektronikus távközlő hálózat, amely a „tárolj és továbbíts” elvet alkalmazta – üzenet szinten. A távgépíró-hálózat eleinte szintén üzenetkapcsolással működött. A későbbiekben a távgépíró-hálózat áramkörkapcsolásra tért át, átveve a távbeszélő-hálózati megoldást. A „tárolj és továbbíts” elvet ma a csomagalapú hálózatok alkalmazzák, sokkal gyorsabb tárolókkal.

forgalomirányítási algoritmusok elveire (4.1.4. szakasz) és topológiai modellek hálózatformáira (4.1.7. szakasz) is. Az egyes technológiák és elvek megjelenésükkor gyakran egyes információ típusok átvitelére szolgáló hálózatokhoz kötődtek, majd kiterjedtek más információ típusok másodlagos átvitelére, valamint célszerűen többféle információ típus egyidejű átvitelére szolgáló integrált hálózatokra is. Ezt a folyamatot tekintjük hálózati konvergenciának. A fejlődés és a konvergencia folyamatát gazdasági és szakmapolitikai tényezők befolyásolják.

4.1.3. A forgalomirányítás elemei

Információközlő hálózatokban a forgalmat úgy irányítjuk, hogy a hálózat csomópontjaiban megoldjuk az útválasztás problémáját. Az útválasztás megoldásának lehetőségeit és eszközeit a 4.1.2. táblázat foglalja össze. Az elnevezéseket részben a táblázat logikája, részben a nemzetközi szóhasználat határozza meg.

A hálózatmenedzser – a felhasználóhoz hasonlóan – ember vagy gép lehet. A hálózatmenedzser feladata, hogy a hálózat vagy elemi hálózat csomópontjainak és útjainak kapacitásait igény szerint csoportosítsa és lefoglalja az alábbi hálózatokban:

- nyilvános vagy magán kapcsolt hálózatok törzshálózatában
- nyilvános vagy magán bérelt-vonali hálózatok törzs- és hozzáférési hálózatában
- látszólagos magánhálózatokban.

A forgalomirányítási lehetőségek az alábbiak:

- felhasználó hívást kezdeményez és a hálózat forgalomirányító algoritmusai

Forgalomirányítás típusa			Felhasználói vezérlés			Hálózatmenedzseri vezérlés		
			Irányítás neve	Irányítás eszköze	Pl.	Irányítás neve	Irányítás eszköze	Pl.
áramkör alapú		valós áramkör alapú	hívás irányítás	áramkör-kapcsoló	PDH	áramkör rendezés	digitális rendező, optikai rendező (OXC)	SDH
	cso-mag alapú	látszólagos áramkör alapú			ATM		ATM	
		áramkör-mentes	csomag irányítás	útválasztó	IP	útvonal irányítás	címke-kapcsoló	MPLS

4.1.2. táblázat. A forgalomirányítás elemei.

felépítik az áramkör útvonalát a hívás időszakára (hívás irányítás)

- felhasználó csomagot küld egyedi címezéssel és a hálózat forgalomirányító algoritmus csomagonként dönt a csomagküldés útvonaláról (csomag irányítás)
- hálózatmenedzser áramkör nyálábokat vagy áramköröket hoz létre hosszabb időtartamra, pl. több hónapra vagy évre (áramkör rendezés)
- hálózatmenedzser látszólagos részhálózatot hoz létre, amelyben egyes küldő-fogadó párok csomagjai kijelölt útvonalakon haladnak, az útvonalak azonban dinamikusan újrendezhetők a csomagok küldése közben is (útvonal irányítás).

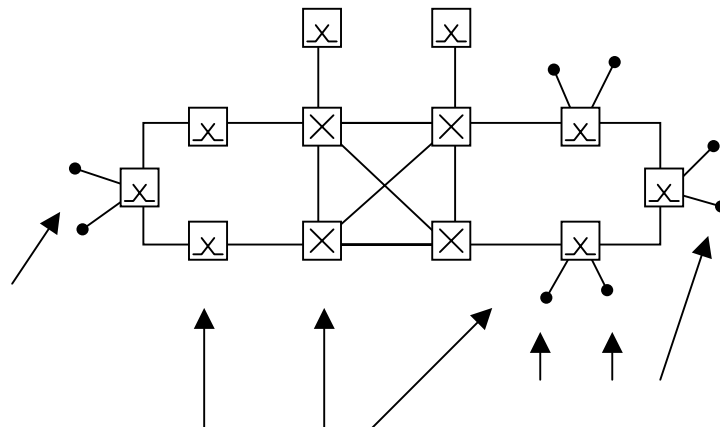
Egy csomópont egyidejűleg áramkörkapcsoló és digitális rendező funkciókat is megvalósíthat. Pl. ATM hálózatokban nemcsak látszólagos áramkört definiálnak a hálózat hozzáférési pontjai között, de látszólagos útvonalat is értelmeznek látszólagos áramkörnyálábokra, amely a hálózat csatlakozópontjai között vagy az ATM hálózaton belül részhálózatokon halad.

Ha egy áramkörkapcsoló bemeneti áramköreinek száma nagyobb, mint a kimeneti áramköreinek száma, akkor az áramkörkapcsoló *forgalomsűrítést* (koncentráció) is végez. Ilyenkor egy áramkör felépítése hívástorlódás következtében blokkolódhat. Hasonlóan, ha egy útválasztó bemeneteinek sávszélesség összege nagyobb, mint a kimeneteinek sávszélesség összege, akkor forgalomsűrítő útválasztóról beszélhetünk. A forgalomsűrítés itt csomagtorlódást idézhet elő, ami minőségromlással jár. Cserében, a hálózat kihasználtsága javul. Valós áramkör alapú vezérelhető digitális rendezőben nincs forgalomsűrítési lehetőség, azaz a bemeneti sávszélesség összeg megegyezik a kimeneti sávszélesség összeggel. Ugyanakkor látszólagos áramkör alapú vezérelhető digitális rendezőnél és címkekapcsolónál van forgalomsűrítési lehetőség is.

Ha a hálózat áramkörkapcsolót tartalmaz, akkor *áramkörkapcsolt*, röviden *kapcsolt hálózatról* beszélünk. A kapcsolt hálózat digitális rendezőket is tartalmazhat. Garantált sávszélességet és minőséget nyújtó *bérelt hálózat* csomópontjai a digitális rendezők, e hálózatokban áramkörkapcsoló, útválasztó, továbbá forgalomsűrítő digitális rendező vagy címkekapcsoló nem lehet. Díjszabással szabályozott sávszélességű és korlátozott minőséget nyújtó csomag alapú bérelt hálózat forgalomsűrítő digitális rendezőt, forgalomsűrítő útválasztót és/vagy forgalomsűrítő címkekapcsolót is tartalmaz, pl. *látszólagos bérelt hálózat*, *látszólagos magánhálózat*.

Hálózatépítményben, pl. IP/ATM/SDH hálózatban az útválasztás, a látszólagos áramkör/útvonal alapú rendezés és az áramkör alapú rendezés együttesen lehet jelen. Így a jó hálózat-kihasználás, a hálózati megbízhatóság és a hálózati erőforrások rugalmas forgalomhoz igazításának lehetősége hálózatrétegenként valósul meg. A 4.1.3. ábrán távbeszélő PDH/SDH hálózatot mutatunk be.

A 4.1.3. ábra közepén levő négy SDH digitális rendezőt a hálózatmenedzser vezérli, így az áramkörnyalábok számára a továbbhaladás iránya ezekben hosszú időszakokra, pl. hónapokra rögzített. Az SDH digitális rendező kapacitása igen nagy, pl. egy 2,4 Gbit/s-os SDH úthoz mintegy 30 000 PCM áramkör tartozik. A négy digitális rendező *szállító törzshálózatot* alkot. Ebbe tartozna a címkekapcsoló is. A szállító hálózatot PDH áramkörkapcsolók veszik körül. Ezekkel együtt már *kapcsolt törzshálózatról* beszélünk. Ebbe értenénk bele az útválasztót is. Ha a szállító és a kapcsolt törzshálózat közötti különbséget nem akarjuk hangsúlyozni, akkor röviden csak *törzshálózatot* mondunk.



4.1.4. A forgalomirányítás alapelvei

Az útválasztó képességű hálózati réteg szintű csomópontok (ilyenek: áramkörkapcsolók, digitális rendezők, útválasztók vagy címkekapcsolók, de nem ilyen a szórtadásos csomópont), e szakaszban a továbbiakban röviden csomópontok, forgalomirányító algoritmusait az alábbi szempontok határozzák meg:

- a hálózat csomópontjainak száma

- a hálózat topológiája
- a hálózat csomópontjainak és útjainak megbízhatósága
- az a maximális időtartam, amelyre a forgalmi statisztikák jól becsülhetők
- speciális szolgáltatás követelmények (pl. mobilitás, többesadás, stb.)
- az algoritmusok megvalósíthatósága bonyolultság és időigény szempontjából az adott technológiai fejlettségi szinten.

Kevés csomópontot tartalmazó hálózatban *egyenrangú forgalomirányítás* működhet: a csomópontok *egyenrangúan* választanak utat. Az útvonal kiválasztása során nincs olyan szempont, hogy valamely kitüntetett csomóponton át kelljen haladni. Az útvonal kiválasztását csak az egyes utak és csomópontok forgalmi terheltsége befolyásolja. Ettől függetlenül a forgalomirányító algoritmus lehet központosított vagy elosztott. *Központosított forgalomirányító algoritmus* esetén a forgalomirányító-központ előzetes vagy dinamikus forgalombecslés alapján kiosztja az útvonalakat és az alternatív útvonalakat. *Elosztott forgalomirányító algoritmus* esetén az útválasztó csomópontok nem koncentrálnak az irányítási képességeket, hanem tájékoztatják egymást szomszédaik elérhetőségéről és az utak, csomópontok forgalmi terheléséről.

Nagyobb csomópontszám esetében, technológiától függően 5-200 csomópont felett azonban nagyon megnő az útválasztó táblák mérete. Ezért a hálózatokban többnyire valamilyen *hierarchikus forgalomirányítást* alkalmaznak. A hierarchikus forgalomirányítás alapmodelljéhez úgy jutunk, hogy a hálózat csomópontjait csoportokra osztjuk, majd minden csoportnak kijelöljük a vezető csomópontját. Minden csomópont a vezető és csak a vezető csomóponttal van összekötve egy közvetlen szakasszal. Másodrendű hierarchia esetén a vezető csomópontokból is csoportokat képezünk, stb. A magasabb hierarchikus forgalomirányítás alapmodellje végül is *hierarchikus többszintű csillag* követ, ahol a struktúra elemei a hálózati csomópontok. Az azonos szintű csomópontok *hierarchikus hálózati síkokat* alkotnak. Az útvonal a hierarchián keresztül egyértelmű, ezért *közvetlen forgalomirányításnak* nevezik. Ez a hálózat azonban sérülékeny, mert egy magasabb rendű út vagy csomópont kiesése a hálózat szétesését idézi elő. Megbízható hierarchikus forgalomirányítást az elemek kettőzésével érhetjük el. Ezek egyenként vagy csoportonként kapcsolódhatnak össze. A megbízható hierarchikus forgalomirányítás megvalósítására másik elvi lehetőség a *hierarchikus gyűrűk struktúrája*: egy-egy csoport csomópontjait gyűrű topológiával kötjük össze, majd minden elsőrendű

gyűrűből két vezércsomópontot választunk, és ezeket másodrendű gyűrűvel kötjük össze, stb.

A gyakorlatban az egyenrangú és a hierarchikus, valamint a központosított és elosztott forgalomirányítási modelleket együttesen alkalmazzák. A különböző távközlő hálózatok fejlődése során a konvergencia e tekintetben is megfigyelhető. A 4.4. – 4.12. alfejezetek bemutatnak egy-egy konkrét hálózati megoldást.

A forgalomirányítás akkor hatékony, ha a hálózati síkoknak megfelelően a *számozás* illetve *címzés* is hierarchikus. Minden hierarchia síkban megvalósulhat forgalomsűrítés is. Összetett hálózatépítmény esetén az egyes hálózatrétegek gyakran külön-külön digitális rendezőkből, vagy áramkörkapcsolókból, vagy útválasztókból, vagy címkekapcsolókból állnak. A hierarchia rendszer követi a földrajzi kiterjedést és a forgalom összegződését a szóban forgó területen.

4.1.5. Vezérlő és segédhálózatok

A hálózati csomópontok nemcsak az információt átvivő hálózat részei, a csomópontokhoz *logikailag elkülönülő vezérlő hálózatok* is csatlakoznak, mint:

- *jelző hálózat*: áramkör alapú hálózat esetén az áramkör létrehozását és bontását vezérli a hálózati végződés kezdeményezésére, továbbá nyilvános hálózat esetén jogosultsági és számlázási adatokat továbbít,
- *forgalomirányító hálózat*: áramkörkapcsolók és útválasztók forgalomirányító algoritmusait működteti,
- menedzselő hálózat:
 - digitális rendezőket és címkekapcsolókat vezérli
 - áramkörkapcsolók és útválasztók forgalomirányító algoritmusait szükség esetén megváltoztatja
 - áramkörkapcsolók és útválasztók útválasztó tábláit statikusan feltölti a hálózat forgalomirányító algoritmusainak rendellenes működése esetén.

Elvileg mindhárom vezérlő hálózat kézi vagy automatikus vezérléssel működtetheti a csomópontokat. A jelző hálózat automatizálása már 1889-től megkezdődött. A forgalomirányító hálózat is automatikusan működik kb. 1940 óta. A menedzselő hálózat részben kézi, részben automatikus vezérlésű.

A hálózaton és a vezérlő hálózaton túlmenően számos *segédhálózat* támogatja a hálózat üzemeltetését, pl. távtápláló hálózat, mérési adatokat gyűjtő hálózat, védelmi kapcsolást működtető hálózat, stb.

Hagyományosan a vezérlő hálózatok és a segédhálózatok együttes forgalma nem haladja meg a hálózat forgalmának 10%-át. Újabban az integrált és a mobil hálózatok többféle szolgáltatásainak, valamint a kiegészítő szolgáltatások (pl. hívásvárakoztatás) kezelése jelentősen megnöveli e hálózatok forgalmát, akár a hálózat forgalmának 50%-áig is.

4.1.6. Hálózatok funkcionális modellje

A hálózatok funkcionális modellezése során az általuk ellátott feladatokat hierarchikus funkcionális rétegekbe csoportosítjuk. Az elektronikus hírközlő hálózatok funkcionális modellje nem terjed túl az információközlő hálózatok modelljén, a műsorközlő hálózatokban ugyanis az információközlő hálózatokhoz képest kevesebb fajta hálózati feladat valósul meg. Az információközlő hálózatok modelljét pedig úgy nyerjük, hogy összevetjük a számítógép-hálózatok és a távközlő hálózatok különböző funkcionális modelljeit.

A hálózat funkcionális modellezése azt jelenti, hogy az egyes hálózati feladatokat megvalósító protokollokat hierarchikusan csoportosítjuk. Egy-egy ilyen csoportot (*funkcionális rétegnek* nevezünk, amelyekből hierarchikus *funkcionális építményt* képezünk. Két hálózati eszköz közötti információközlést úgy modellezzük, hogy a két hálózati eszköz azonos rétege között látszólagos az információátvitel. Valójában a rétegek egy eszközön belül, hierarchikusan közlik egymással az információt. Csomag alapú hálózatokban pl. a funkcionális réteget protokollrétegnek (röviden rétegnek) nevezik, és az információt továbbítja az adó oldalon a hierarchiában lefelé haladva minden réteg adatsere-egységét az alatta lévő réteg újabb csomag-fejléccel ellátva. A két hálózati eszköz között a tényleges információátvitel a fizikai közegben valósul meg. A vevő oldalon a hierarchiában felfelé haladva minden réteg lebont egy fejléccet. Az egyes rétegek a hálózat – részben különböző – részeinek működését modellezik. A hierarchikus modellezés azt emeli ki, hogy a információátvitel során egy felsőbb funkcionális réteg igénybe veszi az alatta lévő funkcionális réteg szolgáltatását.

Az OSI modellt eredetileg csomag alapú számítógép-hálózatok modellezésére dolgozták ki [4.1.8] és [4.1.3], részletesebben lásd az 1.11. alfejezetben. A hét rétegű OSI modell protokolljai azonban – az 1990-es várakozásokkal ellentétben – a gyakorlatban nem terjedtek el. A megvalósított csomag alapú számítógép-hálózatok nem az OSI modellt követik, és egymáshoz képest is sokfélék. De az OSI modell mai napig a különböző protokollépítmények összehasonlítási alapja maradt. Az OSI modellben a hálózat részei az alábbiak szerint rendelhetők rétegekhez:

a.) 1.-2. réteg: a hálózat két szomszédos csomópontja között, vagy a hálózati végződés és a határcsomópont között, vagy a végberendezés és az illesztő egység között,

b.) 3. réteg: a hálózati határcsomópontok között,

c.) 4.-7. réteg: a hálózati végzések között.

Az első három rétegben az adatcsere-egységnek külön neve is van: 1. rétegben bit, 2 rétegben keret, 3. rétegben csomag. Az OSI modell általánosításához a csomag alapú hálózatokon belül maradván sem ragaszkodunk a bit-keret-csomag struktúrához, sőt digitális valós áramkör alapú, továbbá analóg hálózatok modellezésére is használható.

A 4.1.3. táblázatban feltüntettük az OSI modellt, a főbb rétegfunkciókat és az öt rétegű hibrid Internet modellt [4.1.3], [4.1.4] és [4.1.8]. A távközlő hálózatokat szintén sokféle réteges modellel írják le. Az OSI modellt csak a távközlő hálózatok speciális esetére, az adathálózatokra adaptálták az ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardisation Sector, Nemzetközi Távközlési Egyesülés – Távközlési Szabványosítási Ágazat) ajánlásaiban [4.1.4]. A távbeszélő-hálózatot négy rétegű, az ATM hálózatot három rétegű, az SDH hálózatot másfajta három rétegű modellel írják le, stb. A 4.1.3. táblázatban feltüntettük a távközlő hálózatok általunk javasolt öt rétegű modelljét, amely – célszerű engedelményekkel – lehetővé teszi a különböző hálózatok együttes modellezését. Az együttes modellezést úgy végezzük el, hogy az a), b) valamint c) pontokban felsorolt rétegek fő feladatait összehasonlítjuk és megfeleltetjük egymásnak, függetlenül attól, hogy egy hálózat csomag alapú vagy sem. A modellezés során tett engedelmények abból fakadnak, hogy a különböző hálózatok funkcionális réteges modelljeinek határvonalai nem esnek pontosan egybe.

OSI modell	Rétegfunkciók	Internet hibrid modell	Információközlő hálózatok modellje	Információközlő részhálózatok rétegeterjedelme		
7. Alkalmazási réteg	• távszolgáltatás	5. Alkalmazási réteg	5. Alkalmazási réteg	szállító törzshálózat	kapcsolt törzshálózat	hozzáférői hálózat
6. Megjelentési réteg	• forráskódolás • titkosítás		4. Illesztési réteg			
5. Viszony réteg	• iránykezelés • összehangolás	3. Hálózati réteg	3. Kapcsolási réteg			
4. Szállítási réteg	• forgalomszabályozás • nyálábolás/bontás	2. Hálózat-elérési réteg	2. Átviteli réteg			
3. Hálózati réteg	• forgalomirányítás • torlódásvédelem	1. Fizikai réteg	1. Fizikai réteg			
2. Adatkapcsolati réteg	• közegmegosztás • forgalomszabályozás • hibakezelés					
1. Fizikai réteg	• 2/4 huzalos átalakítás • adó/vevő funkciók • jelátvitel					

4.1.3. táblázat. Információközlő hálózatok funkcionális modellezése.

A számítógép-hálózatok világában a bérelt vagy kapcsolt távközlő hálózatot csak „alhálózatnak” tekintik, amely a fizikai réteg része. Az FR és az MPLS protokollokat pedig a 2. rétegben helyezik el. Ezzel szemben az információközlő hálózatok réteges modelljét úgy állítottuk össze, hogy minden forgalomirányító eszköz (áramkörkapcsoló, útválasztó, digitális rendező, címkekapcsoló) az OSI modell hálózati rétegének megfelelően helyezkedjék el. Ezért a digitális rendezőt, és címkekapcsolót magába foglaló átviteli réteg felnyúlik a hálózati réteg magasságába. A valós áramkörkapcsoló, a látszólagos áramkörkapcsoló és az útválasztó a kapcsolási rétegben helyezkedik el. Az FR keretkapcsolót és az ATM cellakapcsolót a látszólagos a látszólagos áramkörkapcsolók egyik fajtájának tekintjük.

Az információközlő hálózatok réteges modelljében az illesztési réteg egyrészt a számítógép-hálózatok végberendezései közötti *forgalomszabályozást* modellezi (lásd TCP a 4.11. szakaszban), másrészt az ATM-IP együttműködő egységben történő cím nyálábolást/bontást modellezi. Hierarchikusan együttműködő összetett hálózatok protokollépítményében a hálózati rétegek (4.1.2.c. ábra), és esetleg az adatkapcsolati és a szállítási rétegek is egymásra építve többszörösen megjelennek.

A 4.1.3. táblázat réteges modelljei az információt átvivő hálózatokra vonatkoznak. A vezérlő és segédhálózatokra hasonló módon, de más funkcionális modellek állíthatók fel.

4.1.7. Topológia modellek

Az információközlő hálózatokat pontokból és élekből álló gráfokkal is modellezhetjük. A hálózati réteg szintjén a pontoknak a csomópontok, az éleknek az útszakaszok felelnek meg, a gráfot pedig forgalmi topológiának nevezik. Az előforduló főbb topológiai modelleket a 4.1.4. táblázatban tekintjük át. A gyakorlati hálózatokban ezek kombinációját alkalmazzák.

A 4.1.4. táblázatban vizsgált szempontok közül csak az „Utak sávszélesség terhelése” kíván magyarázatot. Összekötendő csomópontoknak tekintjük a fa és kettős fa topológiák levélpontjainak megfelelő csomópontokat, továbbá csillagpontot vagy csillagpontokat tartalmazó topológiákban az minden egyes pontnak megfelelő csomópontot a csillagpontok kivételével, továbbá az összes többi topológiában az minden egyes pontnak megfelelő csomópontot. Tétélezzük fel, hogy minden összekötendő csomópontban egységnyi sávszélességű forgalomforrást helyezünk el. Kérdés, hogy mekkora sávszélességgel terheljük az egyes hálózatok útjait? A kérdés megválaszolásához az egy-egy kapcsolatot és az egy-összes kapcsolatot, mint két szélsőséges esetet vizsgáljuk meg. *Egy-egy kapcsolat* esetén feltételezzük, hogy minden összekötendő csomópont csak egyetlen másik összekötendő csomópontnak küld üzenetet úgy, hogy kétirányú forgalom párok jöjjenek létre. Így működik pl. egy távbeszélő végberendezés alapesetben. Csillag és fa hálózatokban megengedhető, hogy az előfizetői vonalon 2/4 huzalos átalakítást alkalmazzunk. Így ezen hálózatokban az előfizetői utak sávszélesség terhelését felezzük. *Egy-összes kapcsolat* esetén feltételezzük, hogy minden összekötendő csomópont az összes

Topológia	Sín	Fa	Csillag	Egyirányú gyűrű	Kétirányú gyűrű	Kettős sín	Kettős fa	Kettős csillag	Kettős gyűrű	Csillag + kétirányú gyűrű	Teljes háló
Gráf élek száma	$n-1$	$n-1$	N	n	N	$2n-2$	$2n-1$	$2n+1$	$2n$	$2n$	$n(n-1)/2$
Utak sávszélesség terhelése egy-egy kapcsolat esetén	$2n$	max. n	1	$n/2$	-	n	max. $n/2$	-	-	-	-
Utak sávszélesség terhelése egy-összes kapcsolat esetén	$n(n-1)$	max. $n^2/2$	$2n-2$	$n(n-1)/2$	$n^2/4$ vagy $(n^2-1)/4$	$n(n-1)/2$	max. $n^2/4$	$n-1$	$n^2/8$ vagy $(n^2-1)/8$	$\sim 2n+8-4\sqrt{(2n+4,25)}$ $\approx n$	2
Hálózati hiba tűrése	Rossz								Nagyon jó	kiváló	
Intelligencia igény az összekötendő csomópontokban	van		Nincs	Van							
lgény kiemelt intelligenciájú csomópontra	Nincs	gyökérben	csillag-pontban	nincs	nincs	nincs	gyökérben	csillag-pontokban	Nincs	csillag-pontban	nincs
Adatvédelmet támogatja-e	nem		Igen	nem				Igen	nem		nagyon
Terjedési késleltetés	Közepes			nagy	közepes						minimális
Alkalmazás példa	Ethernet	hierarchikus forg. irányítás	távbeszélő hozzáférési hálózat	vezérjeles gyűrű	SDH hálózat	DQDB hálózat	jelzés-hálózat	távbeszélő nagyvárosi hálózat	FDDI, SDH hálózatok	távbeszélő nagyvárosi hálózat	PDH törzshálózat

4.1.4. táblázat. Hálózatforma modellek információközlő hálózatokban n csomóponttal.

többi összekötendő csomópontnak üzenetet küld. Így egyszerűen modellezhetők a törzshálózatok. A csillag + kétirányú gyűrű topológia útjainak sávszélesség terhelésének számítása során feltételeztük, hogy a gyűrű hálózatrészen az egymáshoz közeli csomópontok forgalmát vezetjük el.

A táblázatban az egyes hálózatformáknál felsorolt tulajdonságok jellemzőek a táblázatban feltüntetett alkalmazási példákra. Az alkalmazási példák közül két rövidítést nem oldunk korábban még fel [4.1.8]:

- DQDB: Distributed Queue Dual Bus, osztott váró soros kettős sín
- FDDI: Fiber Distributed Data Interface, fényszálas osztott adat határfelület.

Irodalomjegyzék

- [4.1.1] Cinkler T., Henk T., Ziegler G. szerk.: Távközlő hálózatok, elektronikus jegyzet, BME, 2002, <http://leda.ttt.bme.hu/~cinkler/TavkHal/>
- [4.1.2] Balogh T. és mások: A keskenysávú ISDN kézikönyve, *Távközlési Könyvkiadó*, Budapest, 1997.
- [4.1.3] Hosszú G.: Internetes médiakommunikáció, *LSI Oktatóközpont*, Budapest, 2001.
- [4.1.4] ITU-T: Data Communication Networks: Open Systems Interconnection (OSI) Model and Notation, Service Definition. Recommendations X.200-X.219.
- [4.1.5] Keshav, S.: An Engineering Approach to Computer Networking: ATM Networks, the Internet and the Telephone Network, *Addison-Wesley*, Reading, Massachusetts, US, 1997.
- [4.1.6] Perros, H. G.: An Introduction to ATM Networks, *John Wiley and Sons*, Chichester, 2001.
- [4.1.7] Stallings, W.: ISDN and Broadband ISDN, *Maxwell Macmillian International*, New York, 1992.
- [4.1.8] Tanenbaum, A. S.: Számítógép-hálózatok, *Panem-Prentice Hall*, Budapest, 1999.

4.2. Hálózati követelmények és teljesítésük elvei

Szerzők: dr. Henk Tamás (4.2.1-4), dr. Cinkler Tibor (4.2.5-7)

Lektor: dr. Sallai Gyula

Ezen alfejezet összegzi azokat a követelményeket, melyeket a távközlő hálózatoknak teljesíteni kell, felölelve a gazdasági, megbízhatósági és használhatósági szempontokat, a szolgáltatásokhoz illeszkedő forgalmi és minőségi igényeket, továbbá áttekinti a minőségbiztosítás alapelveit és a hálózatok életképességének műszaki alapjait. A 4.2. alfejezetben jelentős mértékben támaszkodunk a 4.1. alfejezetben bevezetett fogalmakra.

4.2.1. Hálózatfelépítési követelmények

Az távközlő hálózatokat a szolgáltatásminőség (QoS, Quality of Service), a megbízhatóság, a használhatóság, az életképesség, a területi lefedés és a gazdaságosság követelményei szerint építik fel és üzemeltetik. Az alábbiakban sorra vesszük e követelmények értelmezését.

A *szolgáltatásminőség* (QoS) főbb elemei a következő események bekövetkezési valószínűségeként fogalmazható meg: az igényelt információátvitel megkezdhető, az átvitt információ megérkezik, megtűrt hibával vagy hibamentesen, továbbá megtűrt késleltetéssel és késleltetésingadozással érkezik meg. A QoS kérdését a 4.2.2-4. szakaszokban fejtjük ki. A *megbízhatóság* a hálózat meghibásodási gyakoriságának reciprok értéke. A *használhatóság*, a *rendelkezésre állás* a kiesési idő hányad reciproka vagyis a hibaelhárítás átlagos idejét is számításba veszi. A meghibásodás gyakoriságát megbízható építőelemek alkalmazásával és a hálózat *életképességét* fokozó megoldásokkal, mint a védelmi kapcsolás és a hálózati kerülőutak alkalmazása, lehet elfogadható korlát alatt tartani (lásd a 4.2.5-7 szakaszokat). A hiba elhárítás átlagos idejét tartalék egységek készletezésével, ügyeleti üzemeltető szolgálat szervezésével, továbbá a berendezéseket szállító cégekkel kötött határidős riasztási, kiszállási és hibajavítási szerződésekkel lehet az elfogadható értéket elérni. A *területi lefedés* főbb elemei: a hálózat által nyújtott szolgáltatások fajtái, ezek hozzáférési helyeinek területi

eloszlása, és a felhasználók esélyegyenlősége a szolgáltatásminőség, a megbízhatóság és a használhatóság paramétereire.

A hálózat *gazdaságossága* összetett kérdés. Az információközlő hálózatok társadalmi hasznosítása szempontjából megkülönböztetünk magán és nyilvános hálózatokat. *Magánhálózatok* valamely gazdasági társaság vagy intézmény infrastrukturális részét képezik, csak jogosult felhasználók vehetik igénybe jogosultságuk mértékéig, de többnyire időbeli korlátozás és térítés nélkül. *Nyilvános hálózatokat* bármely felhasználó igénybe veheti, aki a hálózathoz hozzáfér, a végberendezést használni tudja és a használat díját kiegyenlíti. Nyilvános hálózatokat üzleti alapon és állami támogatással, vagy csak üzleti alapon üzemeltetnek. A hálózat gazdaságosságáról üzleti alapon üzemeltetett nyilvános hálózatok esetében beszélhetünk. A gazdaságosság főbb elemei: a hálózat amortizációjának és üzemeltetésének költségei, a hálózat kihasználása, valamint a díjszabás alapján eredőben keletkező üzleti *nyereség*. A gazdaságosság főbb elemei között bonyolult összefüggések figyelhetők meg.

A hálózat *amortizációja* attól függ, hogy mekkora hálózati kapacitást hoztunk létre, valamint az alkalmazott technológiák fajlagos beruházási költségei mekkora összeget tesznek ki. A hálózat *üzemeltetési költségeit* a hálózatigazgatás automatizáltságának foka, a hálózatelemek meghibásodási gyakorisága, a hibajavítás időigénye és költsége, valamint az üzemeltetéshez felhasznált energia mennyisége határozza meg. A *hálózat kihasználását* azzal a mérőszámmal értelmezzük, amely megmutatja, hogy a forgalmas órában az átvitt forgalom a törzshálózat elemei forgalmi kapacitásának hányad részét foglalja le. A hálózat kihasználása függ a felhasználók forgalmi és QoS igényeitől, a díjszabás politikától, a hálózat menedzselési és átkonfigurálási lehetőségeitől, valamint a hálózati technológiától. A *díjszabás* alapján származó bevétel általában függhet a hálózatban lebonyolított forgalomtól, a forgalom sávszélesség és QoS paramétereitől, valamint a információátvitel távolságától, időtartamától és napszakától.

A továbbiakban a fenti összefüggések néhány műszaki elemét tekintjük át. Ennek során jellemezzük a szolgáltatási követelményeket, összefoglaljuk e követelmények teljesítésének fő elemeit: a torlódásvédelem eszközeit és a QoS biztosításának lehetőségeit, továbbá rámutatunk a QoS és a kihasználtság

kapcsolatára. Majd a hálózat használhatóság és életképességi követelmények teljesítését elemezzük.

4.2.2. A szolgáltatási követelmények csoportosítása

Adott hálózatban igénybe vehető egyes szolgáltatásokat jellemezhetjük

- a forgalomforrások sajátosságaival, amelyek a szolgáltatást igénybe vehetik, és
- a szolgáltatás teljesítéséhez szükséges minőségi követelményekkel.

Valamely hálózat szolgáltatásait e két szempont szerint elhatárolható osztályokba, úgynevezett *szolgáltatásosztályokba* csoportosíthatjuk.

A *forgalom* egy forrásból származó információ vagy több forrásból illetve más hálózatból származó összesített információ átviteli igényét jelenti. Adott forgalmi igény teljesítése többféle hálózati koncepció alapján lehetséges. Ha a forgalmi igény huzamos ideig (pl. több hónap vagy év) jelentős kitöltéssel (pl. az idő 50%-ában) fennáll és az igényelt QoS is magas követelményű, akkor a forgalmi igényt érdemes lehet bérelt-vonallal kielégíteni. A hálózatmenedzser ilyenkor külön áramkört bocsát rendelkezésére. Ha azonban forgalom csak az idő kisebb hányadában jelentkezik és a QoS követelmény is megengedi a hívásblokkolás és a véletlen bontás lehetőségét, akkor a forgalmi igény valós áramkörkapcsolt hálózattal teljesíthető. Ha az adott forgalom nem kíván szigorúan valós idejű átvitelt, akkor csomag alapú hálózat is megfelelő. Kódolt forgalomforrások, (pl. kódolt videó) a csomagokat löketekben állítják elő. Összegezve tehát a forgalmat az időskála szerint többféleképpen vihetjük át: az lehet a két pont közötti bérelt vonal, hívásonként, csomaglöketben vagy csomagban.

Ha a hálózaton új forgalmi igény jelentkezik, akkor a többi forgalmat *háttér forgalomnak* tekintjük, és QoS szempontból a következő kérdéseket kell megválaszolni:

- a.) az új forgalom megjelenésével továbbra is teljesíthetők-e a háttérforgalmakra vonatkozó QoS követelmények?
- b.) az új forgalomra teljesíthetők-e a QoS követelmények a háttérforgalom jelenlétében?

E kérdések megválaszolásához modellezni szükséges a forgalomforrásokat és a QoS paraméterekre ható hálózati mechanizmusokat. Ez a modellezés meglehetősen összetett, különösen *integrált szolgáltatású hálózatokban*, amelyekben a hálózat egyidejűleg többféle forgalmi igény teljesítésére alkalmas. A probléma úgy egyszerűsíthető, hogy a szolgáltatási követelményeket csoportosítjuk az alábbiak szerint.

A különböző táv- és hordozó szolgáltatások különböző információátviteli követelményeket támasztanak. Így az egyes szolgáltatások *forgalmi paramétere*i (pl. hívás gyakoriság, átlagos tartásidő, átlagos bitsebesség, maximális bitsebesség, lökethosszúság, fenntartandó minimális bitsebesség, a mobil végberendezés sebessége), továbbá a *szolgáltatásminőség követelményei* (pl. késleltetés, késleltetés ingadozás, hibaarány, csomagvesztés valószínűsége, téves csomagkézbesítés valószínűsége, stb.) együttesen alkotják a *szolgáltatási követelményeket*. A szolgáltatási követelmények csoportosíthatók és így osztályokba sorolhatók. Ezek a hálózat úgynevezett *szolgáltatásosztályai*. Az osztályba sorolással egyszerűsödik a hálózat felépítésének és működésének tervezése, különösen integrált hálózatokban: egy-egy szolgáltatásosztályon belül azonos hálózati mechanizmusok biztosítják a QoS paramétereket. Ilyen működési elveket a 4.2.3-4. szakaszokban mutatunk be.

A történeti fejlődés során kialakult hálózatok közül több hálózatra is bevezethetők szolgáltatásosztályok. Példaként integrált információközlő hálózatokon átvitt fő információ típusoknak megfelelő szolgáltatásosztályokat mutatunk be a 4.2.1. táblázatban.

A szolgáltatások osztályba sorolása ugyanúgy nem tekinthető lezárt kérdésnek, mint a hálózatok fejlődése.

Információ típusa	beszéd	tömörített videó	adat
Késleltetés Érzékenység	érzékeny		nem érzékeny
Bitsebesség	állandó	változó	

4.2.1. táblázat. Fő információ típusoknak megfelelő szolgáltatásosztályok integrált hálózatokban.

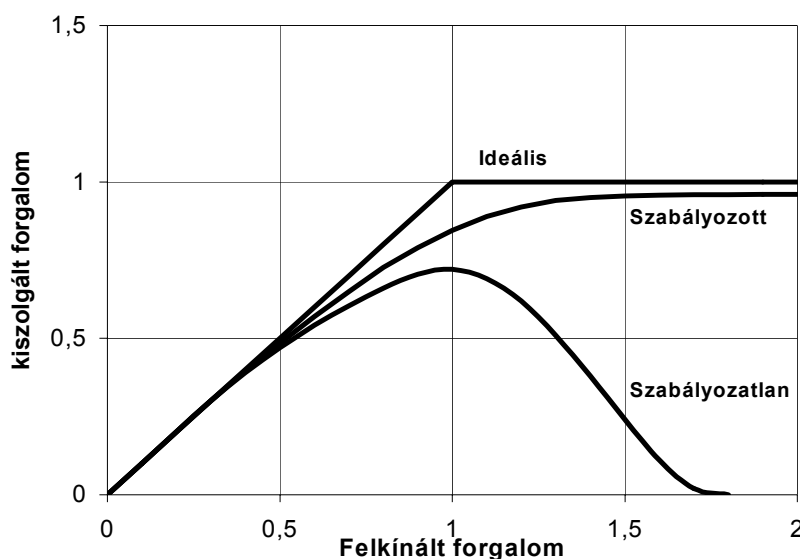
4.2.3. Torlódásvédelem

A hét rétegű OSI hivatkozási modell (továbbiakban OSI modell, lásd 1.10. alfejezet) hálózati rétegének két fő feladata a forgalomirányítás és a torlódásvédelem (4.1. alfejezet). A torlódásvédelem a QoS biztosításának egyik eszköze a hálózati rétegben. A QoS biztosításához azonban a megfelelő forgalomirányítás is és a többi réteg is (4.2.4. szakasz) hozzájárul.

A hálózatban két okból keletkezhet *torlódás*:

- valamely csomópont nagyobb sebességgel kapja bemenetein az információt, mint ahogy összességében azokat fel tudja dolgozni;
- valamely csomópont nagyobb sebességgel adná valamelyik kimenetére az információt, mint e kimenetéhez csatlakozó átviteli út maximális sebessége.

Torlódásmentes hálózatban a hálózat *átbocsátás* görbéje ideális (4.2.1. ábra). Ez azt jelenti, hogy az összesített átvitt forgalom megegyezik a felajánlott forgalommal mindaddig, amíg az átvitt forgalom el nem éri a hálózat kapacitását, míg e felett az átvitt forgalom megegyezik a hálózat kapacitásával. A megvalósított hálózatokban mindig fellép valamilyen mértékű torlódás. Megfelelő torlódásvédelem esetén az át bocsátás görbe monoton növekvő, és a görbe végérintője párhuzamos az ideális görbével. Torlódásvédelem hiányában az át bocsátás görbe visszafordulhat a nulla át bocsátás felé. Ilyenkor a hálózat befulladás. A hálózat kihasználásának egyik követelménye, hogy az át bocsátás görbe monoton növekvő legyen.



4.2.1. ábra. Tipikus át bocsátás görbék.

A torlódásvédelem három fő eleme a megfelelő forgalomirányítás, a forgalomkezelés és az erőforrás-kezelés. A különböző hálózati technológiák különböző mértékben és különböző megvalósítási technikával élnek e lehetőségekkel.

A *forgalomirányítás* a gyakorlatban egyenrangú és hierarchikus irányítási elvek kombinációjaként épül fel (4.1.4. szakasz). Az egyenrangú elv jelenléte azzal jár, hogy valamely hierarchikus forgalomirányítási hálózati síkon a közvetlen út torlódása esetén alternatív útvonal választható. A statikus alternatív forgalomirányítás azt jelenti, hogy a forgalomirányító algoritmus néhány előre meghatározott, kevés szakaszból álló alternatív útvonal szakaszait vizsgálja meg az alternatív útvonalakra előre megadott sorrendben. Dinamikus alternatív forgalomirányítás esetében sok, pl. száz és akár több szakaszos alternatív útvonal is megvizsgálható, és a megvizsgálás sorrendje függhet a hálózat forgalmi viszonyaitól. Kis forgalmi terhelésnél az átbocsátás szempontjából előnyös a dinamikus forgalomirányítás. Jelentős mértékű torlódásnál azonban a hálózat mindinkább az alternatív útvonal keresésével van elfoglalva és nem az információ továbbításával, ha a forgalomirányítás dinamikus. Jelentős mértékű torlódás esetén tehát célszerű átváltani statikus forgalomirányításra.

A *forgalomkezelés* az alábbi eszközökkel valósítható meg:

- forgalombeléptetés és rendszabás
- forgalmi sebességkezelés: sebességszabályozás, forgalomformálás, részleges vagy teljes forgalomkiiktatás.

Ha a hálózatban *forgalombeléptetést* alkalmazunk, akkor beléptetés a 4.2.2. szakaszban megfogalmazott a) és b) feltételek teljesítése esetében lehetséges. A beléptetésről a hálózat *hívás* jelentkezésekor, valós időben dönt. Pozitív döntés esetén a hálózat és a hívó felhasználó szerződést köthet a forgalomforrás és a QoS paramétereiről, valamint a díjszabásról. A hívás blokkolása esetén hívás várakoztatás vagy hívás visszautasítás lehetséges. Az utóbbi esetben a felhasználó újra hívást kezdeményezhet. Így végső soron a hívásblokkolás mindkét esete híváskésleltetést eredményez. A beléptetéshez *rendszabás* is járulhat: a hálózat ilyenkor ellenőrzi, hogy az adott forgalomforrás üzem közben nem lépi-e túl a megállapodott sebességadatokat. Túllépés esetén a hálózat megemelheti a díjtételeket és alacsonyabb kiszolgálási rangsorba sorolhatja az adott forgalmat, ami

akár az adott forgalom kiiktatásához is vezethet. A *sebességszabályozás* azt jelenti, hogy a torlódó csomópont jelzést küld a megelőző csomópontoknak, hogy lassítsák információtovábbítási sebességüket. Ez a mechanizmus láncreakciószerűen terjed az információtovábbítás útján visszafelé a hálózatban, és végül a hálózat felkérheti az információforrást is adási sebességének csökkentésére. A *forgalomformálás* valamely útszakaszra jutó információ sebességének maximálása úgy, hogy a torlódó csomagokat a hálózat egy erre a célra kijelölt tárolóban tárolja. A *forgalomkiiktatás* jelentheti az adott forgalom teljes kiiktatását, vagy csomagjainak részleges eldobását.

Az erőforrás-kezelés az alábbi eszközökkel valósítható meg:

- erőforrás túlméretezés
- erőforrás foglalás.

Erőforrás túlméretezés alkalmazásakor olyan mértékű hálózati kapacitásokat építünk, amely biztosítja, hogy a becsült forgalmi adatok mellett csak egy tűrhető valószínűségi korlát alatt lép fel torlódás. A túlméretezés ugyan költséges, de egyszerű és a többi torlódásvédelmi módszernek is megvan az ára.

Az erőforrás-foglalás a következő lépésekből áll:

- útvonal kijelölés vagy útvonalak kijelölése az adott forgalomterhelés megosztásával (forgalomirányítás),
- a csomópontok és utak erőforrásainak lefoglalása az adott forgalom számára a kijelölt útvonal/útvonalak mentén,
- erőforrás felszabadítás az adott forgalom megszűnésekor.

Az erőforrás-foglalást hívás formájában kezdeményezheti a felhasználó. Ilyenkor az erőforrás-foglalást forgalombeléptetés előzi meg, és normális üzemi körülmények között az erőforrás felszabadítást is a hívást kezdeményező felhasználó vezérli bontás kezdeményezésével. Megjegyezzük azonban, hogy forgalombeléptetés alkalmazható erőforrás-foglalás nélkül is. Az erőforrás-foglalást másrésztől kezdeményezheti a hálózatmenedzser is, akár összesített forgalom számára is. A mértéktelen erőforrás-foglalás igényeket megfelelő díjszabás politikával lehet korlátozni.

Az erőforrás-foglalás *összeköttetés* felépítését jelenti a hálózati rétegben. Ha a hálózati rétegben az adott hálózati technológia nem épít fel összeköttetést, akkor a hálózati réteget *összeköttetés-mentesnek* nevezzük. Az összeköttetés felépítése

tehát a QoS biztosításának olyan eszköze, amely garantálja a QoS paramétereket, ha az összeköttetést sikerült felépíteni. Az összeköttetés elvont fogalom, megvalósítása a hálózati rétegben egy rögzített útvonal, áramkör (4.1.1. és 4.1.3. szakaszok) vagy dinamikus útvonal felépítésével lehetséges (4.2.2. táblázat). A dinamikus útvonalat úgy értelmezzük, hogy az útvonal nem rögzített az információátvitel teljes idejére, hanem az útvonal és ezzel együtt az erőforrások lefoglalása is az információ átvitele közben is megváltozhat, ha a hálózat forgalmi terhelése ezt igényli.

Megnevezés	valós áramkör	látszólagos áramkör	dinamikus útvonal	adatcsomag alapú
Összeköttetés	összeköttetéses			összeköttetésmentes
Áramkör	áramkör alapú		áramkörmentes	
Csomag	nem csomag alapú	csomag alapú		
Technológia, pl.	PDH, SDH, optikai hálózat	X.25, FR, ATM	MPLS, QoS IP	IP

4.2.2. táblázat. Összeköttetések megvalósítása a hálózati rétegben.

4.2.4. Hálózati technológiák összehasonlítása

A szolgáltatásminőséget a funkcionális réteges modell (4.1.6. szakasz) valamennyi rétege befolyásolja. Ennek érdekében minden rétegben lehet erőforrásokat igénybe venni, amelynek egyik eszköze az összeköttetés felépítése. Elvileg az OSI modell valamennyi rétege lehet összeköttetéses vagy összeköttetésmentes. Összeköttetés felépítése azonban csak a hálózati rétegben jelenti áramkör vagy dinamikus útvonal kijelölését. A többi rétegben az összeköttetés más eszközökkel valósul meg. A különböző információközlő hálózati technológiák különböző rétegekben fektetnek súlyt a QoS szempontokra. A 4.2.3. táblázatban a + jel azt jelenti, hogy az adott réteg jelentősen hozzájárul a QoS biztosításához a szóban forgó hálózati technológiában. Az adatkapcsolati rétegben védelmi

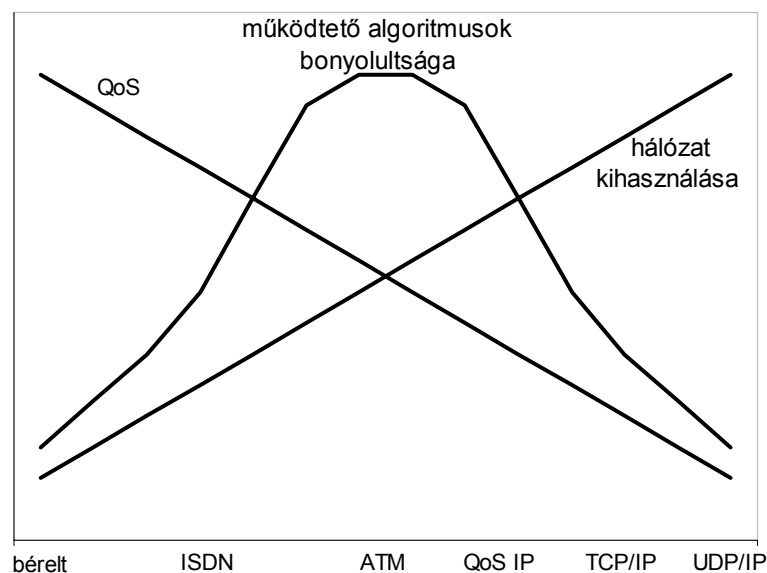
Technológia	Vonal kapcsolt	Keretkapcsolt		Csomagkapcsolt	
		X.25	ATM	TCP/IP	MPLS, QoS IP
Szállítási réteg	-	-	-	+	-
Hálózati réteg	+	+	+	-	+
Adatkapcsolati réteg	+	+	-	-	-
Fizikai réteg	-	-	+	+	+

4.2.3. táblázat. Az egyes rétegek hozzájárulása a QoS biztosításához.

kapcsolással vagy nyugtázással és ismétléssel, azaz adatkapcsolati rétegben megvalósított összeköttetéssel lehet megbízható átvitelt elérni. A hálózati rétegben a torlódásvédelem jelenti a QoS probléma megoldását. A szállítási rétegben a *forgalomszabályozás* járulhat hozzá a QoS biztosításához. A forgalomszabályozás az információ forrás és az információnyelő közötti összeköttetést valósítja meg a szállítási rétegben. Eszközei a nyugtázás, ismétlés, sebességcsökkentés.

A hibamentes vagy kis hibavalószínűségű átvitel megvalósítása minden rétegben lehetséges. A kis késleltetésű és késleltetés ingadozású átvitel megvalósítása azonban csak az alsó három rétegben lehetséges. Hálózati építményben a különböző hálózati technológiák QoS biztosítási módszerei és menedzselhetőségi képességei előnyösen ötvözhetőek.

A 4.2.2. ábra a hálózat nyereségét befolyásoló néhány tényező hatását mutatja be néhány hálózati technológiára. A hálózat nyereségét pozitívan befolyásolja a hálózat kihasználása is és az elérhető QoS is a díjszabás révén. Másrészt, a hálózat nyeresége csökken, ha a hálózatot működtető algoritmusok (pl. torlódásvédelem) bonyolultabbak, mert növekszik az amortizáció és az üzemeltetés költsége.



Az ábrán az egyes hálózati technológiák balról jobbra haladva rendre a valós áramkör alapú bérelt hálózatot, a valós áramkör alapú kapcsolt hálózatot, a

látszólagos áramkör alapú kapcsolt hálózatot, a dinamikus útvonal alapú hálózatot, a forgalomszabályozás alapú hálózatot és az adatcsomag alapú hálózatot képviselik. A két egyenes metszéspontjában elhelyezkedő ATM előnyös kompromisszum. A kompromisszum ára a hálózatot működtető algoritmusok bonyolultsága. Ebből a szempontból az ATM hátrányos. Vagyis többféle hálózati technológiának is meg lehet a maga létjogosultsága a különböző felhasználói igények függvényében és összetett hálózati építményben történő alkalmazásban.

4.2.5. Hálózatok használhatósága és életképessége

A forgalom mennyisége gyakran növekszik. Ezáltal, egy hálózati elem meghibásodása (szakasz, csomópont, adó/vevő, stb.) hatalmas mennyiségű forgalom vesztéséhez vezet, ami nemcsak a felhasználónak jelent kellemetlenséget, de a hálózat üzemeltetőjének is jelentős bevétel-kiesést okoz. Ezért, például egy bérelt vonal esetén nemcsak annak sávszélessége, időtartama és ára a kérdés, hanem az is, hogy mennyi az adott szakasz *használhatósága*, azaz pl. egy éves időtartamra átlagolva az idő mekkora hányadában lesz üzemképes az adott bérelt vonal. Például amennyiben egy felhasználó "öt kilences" (azaz 99.999%) használhatóságot követel meg, az azt jelenti, hogy az adott bérelt vonal egy év alatt legfeljebb alig több mint 5 percig lehet forgalom szállítására alkalmatlan. Mivel egy meghibásodás észlelését és helyének meghatározását követően, a szerelő csapat ki kell jusson a helyszínre és hozzáférjen a meghibásodott hálózati eszközhöz, mielőtt elhárítaná a hibát, ez órákig, sőt napokig is eltarthat. Ez gyakran megengedhetetlen. A megkövetelt használhatóság eléréséhez a hálózatot fel kell ruházni "túlélőképességgel", azaz rugalmassággal, ellenállóképességgel a meghibásodásokkal szemben. Az alfejezet további részében a hálózati követelmények e körének fogalmait és jellemző megoldásait tárgyaljuk.

Védelem vagy helyreállítás?

A hálózat életképességét alapvetően kétféle módon fokozhatjuk: statikusan és dinamikusán. E két megoldás közt az a leglényegesebb különbség, hogy míg a *védelem* előre kijelölt elkülönített erőforrásokat használ a sérült üzemi útvonalak védelmére, addig a *helyreállítás* a meghibásodás pillanatában használatlan/lefoglalatlan erőforrásokat használja fel. Tehát, helyreállításnál egyrészt

nem foglalunk előre erőforrást, másrészt nem is jelöljük ki előre az útvonalakat, hanem az adott helyzetben a körülmények függvényében döntünk. A leírtakból következik, hogy a *védelem* erőforrásigényesebb (tehát költségesebb is) mint a helyreállítás, de cserébe működése gyorsabb, tehát kisebb mennyiségű forgalmat veszít meghibásodás esetén. A *helyreállítás* állandóan és jelentősen változó forgalmi viszonyok esetén előnyös, hiszen a pillanatnyi állapot függvényében dönt.²

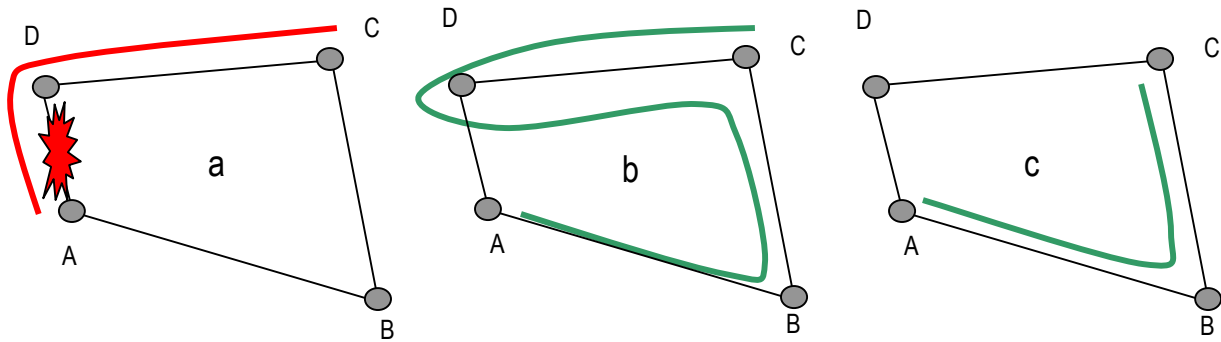
Mind a védelem, mind a helyreállítás elvét használva számos megoldás született. A legígéretesebb megoldások azonban együttesen használják a *védelmet* és *helyreállítást*. Például, a megszakadásra érzékeny összeköttetéseket védjük, míg a kevésbé érzékenyeket a maradék erőforrások újrahelosztásával helyreállítjuk. Vagy például, noha helyreállítást használunk, előre megtervezett stratégiákra támaszkodunk, hogy gyorsítsuk működését. Természetesen számolni kell a védettség, illetve a helyreállíthatóság *részlegességével*, azaz a kiesett kapacitások *részbeni* pótlásának esetével is.

Szakasz- vagy útvonal-védelem?

A *szakasz védelem* egy szakasz meghibásodása esetén csak az adott szakaszt hidalja át. Tekintsük példaként a 4. 2. 3. ábrát. Az **a** hálózatban az A és C csomópontokat összekötő útvonal egyik szakasza (A-D) meghibásodik (4. 2.3.a ábra). *Szakaszvédelem* esetén csak a meghibásodott A-D szakaszt védjük, így a C-D szakaszon kétszer továbbítjuk az információt (4.2.3.b ábra). Ebből adódik, hogy ez egy erőforrásigényes megoldás, azonban igen gyors és egyszerű.

Az *útvonalvédelem* az egyes útvonalakat védi. Pontosabban, amennyiben egy út meghibásodik akkor átkapcsolunk egy másik útvonalra. Például a 4.2.3.c ábrán az A-D szakasz meghibásodása esetén átkapcsolunk az A-B-C útvonalra. *Útvonalvédelmen* belül is két technikát különböztetünk meg. A *diszjunkt utas útvédelem* esetén minden üzemi útvonalra előre definiálunk olyan útvonalat, mely teljes mértékben diszjunkt, azaz a végpontok kivételével nem tartalmaz közös hálózati elemet. *Szakaszos útvonalvédelem* esetén egy üzemi útvonal minden egyes szakaszának meghibásodására más-más védelmi utat határozunk meg. Tehát akár annyi védelmi útvonal is tartozhat egy üzemi útvonalhoz, ahány szakaszból az áll.

² Az angol „restoration” szó szerinti fordítása. A hazai gyakorlatban azonban ez átirányítás. Helyreállítás pedig az eredeti összeköttetés hibájának kiküszöbölése és a forgalom átvitele a zavarmentes esetben megvalósított módon.



Amennyiben nem csak egy, hanem kettő vagy több egyidejű meghibásodásra számítunk, akkor egy-egy üzemi útvonalhoz több védelmi útvonalat szükséges biztosítani. Helyreállítás esetén elegendő csak újrafuttatni a helyreállító algoritmust.

Szakasz vagy csomópont diszjunk-utas védelem?

Az útszakaszok, a reprezentáló gráf éleinek meghibásodása a leggyakoribb, amit részben a kábelek (pl. földmunkák okozta) megrongálódása, másrészt az adó lézerek, ritkábban vevők meghibásodása jelent. A csomópontok, a gráf csúcsainak meghibásodása ritkább, ezt például a légkondicionáló meghibásodása, elemi csapás vagy a tápellátás huzamos idejű megszakadása okozhatja nem megfelelő szünetmentes táplálás esetén.

Ennek megfelelően a védelmi útvonal megválasztása él- vagy csúcs-diszjunkt kell legyen. Nyilván a csúcs-diszjunkt követelmény szigorúbb, minden csúcs-diszjunkt útvonalpár egyben él-diszjunkt is. Így egy csúcs-diszjunkt útvonalpár általában több erőforrást igényel mint egy él-diszjunkt.

Megosztott vagy hozzárendelt védelem?

Amennyiben minden üzemi útvonalnak lefoglalunk egy saját védelmi útvonalat is, az jellemzően hosszabb lesz mint az üzemi útvonal, hiszen mindig arra törekszünk, hogy az üzemi útvonal a lehető legrövidebb legyen. Ez azt jelenti, hogy amennyiben *hozzárendelt* védelmi útvonalakat biztosítunk, akár 2-3-szor több erőforrás szükséges mint védelem nélkül.

A *hozzárendelt védelemnek* (DP: Dedicated Protection) két típusát különböztetjük meg: "1+1" védelem esetén mind az üzemi, mind a védelmi útvonalon küldjük egyidőben az adatot, és a vevő dönti el, hogy melyik jelet használja, annak

minőségét folyamatosan mérve. Ezzel szemben az "1:1" védelem esetén csak az üzemi útvonalon küldjük az információt, és meghibásodás esetén mind az adót, mind a vevőt értesítjük arról, hogy kapcsoljon át a védelmi útvonalra. Ezt nevezik önműködő védelmi kapcsolásnak (APS: Automatic Protection Switching). Az 1+1 védelem gyorsabb, de üzemeltetése költségesebb.

Sok esetben ez megengedhetetlen többletköltséget jelent tekintettel a meghibásodások igen kis gyakoriságára. Ezesetben *megosztott védelmet* (SP: Shared Protection) használunk. Általában abból indulunk ki, hogy egyidőben csak egy meghibásodás éri a hálózatot, azaz a hiba elhárítását igen rövidnek tekintjük a meghibásodások várható időintervallumához képest. Ezesetben elegendő több (N darab) üzemi útvonalnak egy (1:N), vagy *M* darab (M:N) védelmi útvonalat biztosítani. Ennek az a feltétele, hogy mindazon üzemi útvonalak, melyek osztoznak ugyanazon védelmi erőforrásokon egymástól diszjunktak kell legyenek. Így jelentős mennyiségű erőforrást takaríthatunk meg, anélkül, hogy a rendelkezésre állás jelentősen csökkenne.

4.2.6. Hálózatvédelmi struktúrák

A hálózat védettségét fokozó, előző szakaszban bemutatott technikák jelentősen topológia- és forgalomfüggőek. Például, a hálózatok sűrűsége nagy mértékben befolyásolja a fenti megoldások hatékonyságát. A gyűrűk védelme igen egyszerű, igen gyors, és helyi döntés alapján működik. Ezért a hálózat üzemeltetői gyakran valamennyi forgalomigényt logikai gyűrűkbe sorolják a védelem érdekében. E megoldás különösen az SDH hálózatoknál terjedt el. A hátránya e módszernek viszont az, hogy nagy az erőforrásigénye. Azáltal, hogy az összekötött gyűrűk helyett mindinkább szövevényes topológiát használnak, a jobb erőforrásgazdálkodás érdekében mindinkább terjed a szövevényes védelem is.

További védelmi struktúrák a metaszövevény, ahol a 3-nál kisebb fokszámú szomszédos csomópontok összevonásával egyszerűsítik a védelem meghatározását, vagy a védőkörök definiálása (*p-cycle*) úgy, hogy bármely üzemi elem meghibásodása esetén e gyűrűre irányítjuk át a forgalmat, de akár a védőfákat (*p-tree*) is említhetjük, ahol a hálózatot lefedjük egy üzemi és egy védelmi fával, úgy,

hogy bármely hálózati elem meghibásodása esetén vagy az üzemi vagy a védelmi f mentén elérjük bármely csomópontból bármely másikat.

A *többrétegű hálózatok* az optikai technológiák fejlődésével és a forgalommenyiség rohamos növekedésével jöttek létre. Példaként említhetnénk az IP/ATM/SDH/DWDM struktúrát, vagy az IETF javasolta GMPLS (Generalised MultiProtocol Label Switching: Általánosított Többprotokollos Címkekapcsolás) megoldást, vagy akár az ITU-T által kidolgozott G.825-t (Automatic Switched Transport Network: Önműködő Kapcsolt Szállító Hálózat).

Ilyen többrétegű hálózatok kapcsán felmerül a kérdés, hogy egy meghibásodás esetén mely hálózatréteg védjen? Legjobb, ha abban a rétegben védünk, amely meghibásodott. Ennek viszont az lehet a hátránya, hogy minden rétegben külön-külön lefoglalunk védelmi erőforrásokat. Minden meghibásodás befolyásolja valamennyi fölötte lévő réteget. Ezért fontos, hogy ne kezdjen el valamennyi érintett réteg egyidőben védekezni a meghibásodás hatásainak mérséklése érdekében. Amennyiben forgalom összefogást (*traffic grooming*) használunk, érdemes ezen összefogott forgalmakat együttesen védeni. Noha ez több hálózati kapacitást igényel, gyorsabb és kevesebb jelzésforgalmat igényel, mintha minden egyes összeköttetést külön-külön irányítunk át a védelmi erőforrásokra.

A hálózat védelmének és az útvonalválasztásnak megoldása szoros összefüggésben van azzal, hogy a hálózat statikus vagy dinamikus, illetve hogy a hálózat statikus szállító vagy dinamikus kapcsolt részében alkalmazzuk. Mindaddig míg a hálózatunk statikus, azaz bérelt vonal jellegű (pl. az SDH hálózatok jelenleg ilyenek) addig az utak megválasztása, és szükség esetén a védelem biztosítása központosított lehet. A hálózat egészének naprakész ismerete egy központi helyen összpontosul, ahol az útvonalválasztási döntés is születik. E közelítésnek az a hátránya, hogy egy összeköttetés kialakításához napokra van szükség, és az adott erőforrásokat a vonalat bérlő állandóan lefoglalja, függetlenül, hogy küld-e hasznos információt vagy sem.

Az erőforrások hatékonyabb kihasználása érdekében önműködő kapcsolást alkalmaznak, így csak addig foglalunk erőforrást amíg az szükséges. E megoldásnak az a hátránya, hogy bonyolult jelzésrendszerre van szükség és nagy mennyiségű információt kell árasztani a hálózatban annak érdekében, hogy elosztott módon is megfelelő útválasztási döntést hozzanak. Ilyen környezetben, a hálózatot felosztva

egy-egy részhalmazban megfelelően működik az útvonalválasztás, a hozzárendelt védelem is megvalósítható, ám a megosztott védelem alkalmazása korlátokba ütközik: Nem elegendő csak a topológiára és a szakaszok terheltségére vonatkozó információt terjeszteni, hanem minden egyes szakaszra terjeszteni kell az azt használó üzemi útvonalakat, sőt azok védelmi útvonalait is pontosan kell ismerni!

4.2.7. A használhatóság számítása

A hálózat hálózati elemekből áll. Ilyen például két kapcsolót vagy rendezőt összekötő szakasz, mely jelfrissítő (regenerator) szakaszokból áll, jelfrissítőkből, jeladókból és vevőkből, illetve a szakaszvégeztető kártyákból. A hálózatok zavartalan működéséhez a kapcsoló-mátrix, a szinkronizáló óra, az összeköttetés-vezérlő kontroll és menedzsment síkok is zavartalanul kell működjenek.

A fent felsorolt valamennyi elemre külön-külön meghatározhatjuk a *rendelkezésre állást*. Például, ha egy vasútvonal mentén lefektetett 300 km hosszú fényvezető szálakat hordozó kábelt átlagban minden 7 évben egyszer vágják át és a javítása 1 napig tart, akkor az adott szakasz *használhatóságát* (rendeltetésszerű üzemelésének valószínűségét) A_i az alábbi módon határozzuk meg. Jelöljük MTBF-fel (Mean Time Between Failures) két meghibásodás közt eltelt idő várható (átlagos) idejét (esetünkben 7 év), továbbá jelöljük MTTR-rel (Mean Time to Repair) a meghibásodás pillanata és a javítást követő ismételt üzembehelyezés pillanata közt eltelt idő várható idejét (esetünkben 1 nap). Ekkor az adott i elem *használhatóságát* (A_i) az alábbi módon határozzuk meg:

$$A_i = 1 - \text{MTTR}_i / \text{MTBF}_i = 1 - \text{DTR}_i \text{ (down time ratio)}$$

ami esetünkben 0.9996, azaz az adott szakasz az idő 99.96%-ban üzemképes.

Egyszerűség kedvéért a meghibásodás valószínűségének eloszlása egy kábel mentén egyenletesnek (uniform eloszlás) tekinthető, így ha a szakaszunk 300 helyett csak 100 km hosszú, akkor ennek megfelelően használhatósága 0.9999 lesz. Nem mindegy, hogy egy meghibásodás következtében mennyi ideig tart elhárítani a hibát, ezért ezt is külön megadják.

Egy hálózatban két pontot számos hálózati elem segítségével kötünk össze, melyek közül akár csak egy meghibásodása is az egész összeköttetés

megszakadásához vezet. Egy l elemből álló összeköttetés *használhatóságát* az alábbi módon határozzuk meg:

$$A(i=1,2,\dots,l) = A_1 A_2 A_3 \dots A_l$$

Látjuk, hogy az egész összeköttetés *használhatósága* rosszabb, mint a legrosszabb rendelkezésre állású elemé. Továbbá látjuk, hogy minél hosszabb egy út, illetve minél több elemből áll, annál rosszabb (kisebb) lesz a *használhatósága*.

Hogyan tudunk akkor "öt kilences" használhatóságot elérni? Úgy, hogy minden üzemi útvonalnak biztosítunk olyan erőforrásokat, melyekre néhány század, vagy tized másodperc alatt átereljük a sérült üzemi útvonal forgalmát. Tegyük fel, hogy 1+1 védelmet használunk. Ezesetben a védelmi kapcsolás 10 ms alatt megtörténik. Ez az idő elhanyagolható az 1 napos kieséshez képest, és ebben az esetben úgy tekintjük, hogy egy összeköttetés csak akkor szakad meg ha mind az üzemi mind a védelmi út megszakadt.

Jelöljük most p_i -vel ($i=1\dots l$) az egyes útvonalak rendelkezésre állását. Egy üzemi és $l-1$ védelmi útvonal esetén az eredő rendelkezésre állás most az alábbi módon értékelhető ki:

$$A(i=1,2,\dots,l) = 1 - (1-A_1)(1-A_2)(1-A_3)\dots(1-A_l)$$

Látjuk, hogy az egyes pontpárok közti összeköttetés használhatósága nagyobb (jobb) lesz mint az egyes útvonalak rendelkezésre állása. Továbbá látjuk, hogy minél több védelmi útvonalat biztosítunk anél jobban lesz a rendelkezésre állás. Így biztosítani tudjuk viszonylag nagy, könnyen hibásodó elemekből épülő hálózatokban is a rendelkezésre állás kívánt szintjét.

Irodalomjegyzék

[4.2.1] Cinkler T., Henk T., Ziegler G. szerk.: Távközlő hálózatok, elektronikus jegyzet, BME, 2002, <http://leda.ttt.bme.hu/~cinkler/TavkHal/>

[4.2.2] Hosszú G.: Internetes médiakommunikáció, *LSI Oktatóközpont*, Budapest, 2001.

[4.2.3] Keshav, S.: An Engineering Approach to Computer Networking: ATM Networks, the Internet and the Telephone Network, *Addison-Wesley*, Reading, Massachusetts, US, 1997.

[4.2.4] Perros, H. G.: An Introduction to ATM Networks, *John Wiley and Sons*, Chichester, 2001.

[4.2.5] Tanenbaum, A. S.: Computer Networks, Prentice-Hall, 1996

[4.2.6] Tanenbaum, A. S.: Számítógép-hálózatok, *Panem-Prentice Hall*, Budapest, 1999

- [4.2.7] Dhillon, B.S.: Reliability in Computer System Design, *Ablex*, 1987
- [4.2.8] Kershenbaum, A.: Telecommunications Network Design Algorithms, *McGraw-Hill*, 1993
- [4.2.9] Ramesh Bhandari: Survivable Networks: Algorithms for Diverse Routing, *Kluwer*, 1999
- [4.2.10] Bertsekas, D.P.: Network Optimisation: Continuous and Discrete Models, *Athena Scientific*, 1998

4.3. Hálózatok tervezése

Szerkesztő: Jakab Tivadar

Lektor: dr Jereb László

A hálózattervezés a hálózati erőforrások műszaki-gazdasági szempontból optimális konfigurálását és méretezését jelenti, tudományosan megalapozott módszerek alkalmazásával. A tradicionális hálózattervezés - szolgáltatási prognózisokból zárt (analitikus) forgalmi modellek alapján származtatott mennyiségi követelményekből és minőségi előírásokból kiindulva - az optimális hálózati szerkezet meghatározását, valamint a hálózati erőforrás-méretezés és a berendezés-választás problémáinak megoldását kínálja. A hagyományos tervezési feladatok időbeli strukturálása három különböző, más-más tervezési megközelítéssel jellemezhető időtávlatra épült.

A *távlati tervek* szerepe alapvetően a stratégiai hálózati kép kialakítása, a hálózat hosszú távon érvényes jellemzőinek (hálózati szerkezet, infrastruktúra) meghatározása. A *középtávú terv* alapvetően a meglévő hálózati képnek a stratégia által kijelölt iránynak megfelelő fejlesztését szolgálja. A *rövidtávú tervek* szerepe a közvetlenül felmerülő hálózatbővítési igényeknek megfelelő beruházás-előkészítés.

Az eltérő tervezési célkitűzéseknek eltérő részletezettségű tervek felelnek meg, melyek kidolgozása különböző modelleket és módszereket igényel. Kulcskérdés, hogy az egymásra épülő folyamatokban alkalmazott megközelítések, modellek, módszerek koherensen szolgálják a hálózat gazdaságos és hatékony működtetését és fejlesztését. A hálózattervezési modellek, eredmények ellenőrzésére, a névlegestől eltérő működési feltételek hálózatjellemzőkre gyakorolt hatásának vizsgálatára hálózatanalízis (teljesítőképességi, megbízhatósági/használhatósági) módszerek szolgálnak.

A logikai hálózati szerkezet meghatározása mellett a tervezési folyamat lényeges részét képezi a hálózat fizikai megvalósításának megalapozása, az átviteli utak műszaki jellemzőinek méretezése, a hardver- és szoftverelemek együttműködési feltételeinek biztosítása.

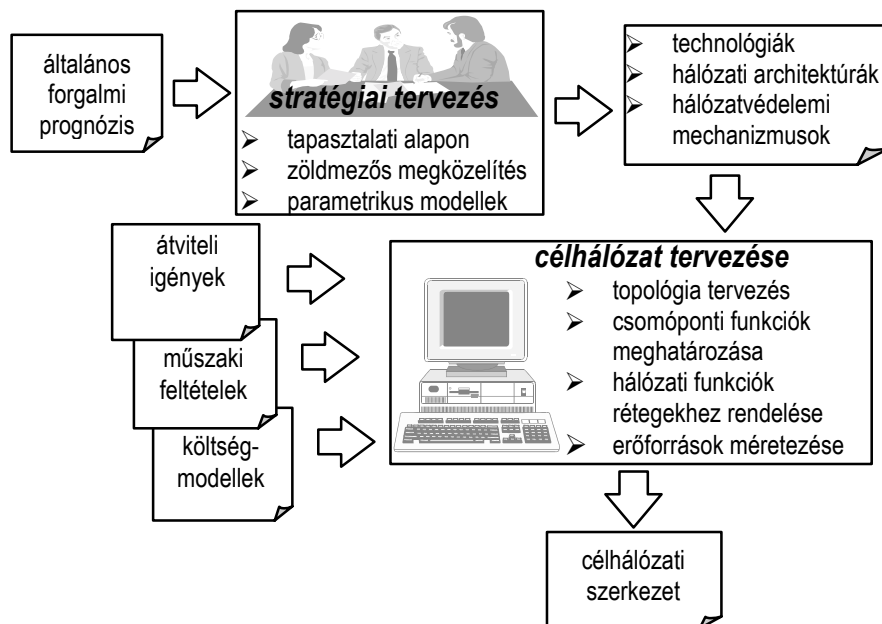
Az elmúlt évtizedben a távközlő hálózatok a permanens migráció állapotában voltak, és a közeljövőben ez az állapot nagy valószínűséggel fennmarad. Az alapvetően új szolgáltatások megjelenése, az új technológiák, a lényegesen megváltozott piaci feltételek, egyenként is a hálózatok jelentős átalakulását eredményeznék, együttes hatásuk következménye a folyamatos változás. A hagyományos távközlési szemléletet jelentős mértékben átalakító IP (Internet Protocol) technológia és az Internet alapú szolgáltatások térhódítása, a piaci verseny növekvő hatása is változásokat eredményez a hálózattervezés jellegében, tartalmában és módszereiben.

A vázolt fejlődési folyamat közvetlen következménye a különböző hálózati technológiák hosszú távú együttélése, ebből adódóan a kulcskérdés az optimális migrációs stratégiák kidolgozása, az együtt élő technológiák gazdaságos együttműködési feltételeinek megteremtése és fenntartása.

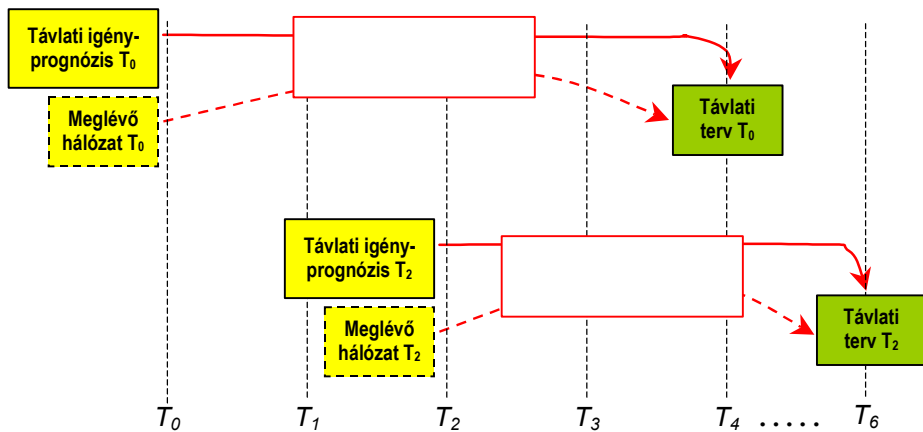
4.3.1. A tervezési megközelítések változása

A megváltozott logikai hálózat tervezésének folyamata és a tervezési módszerek jelentős mértékben átalakulnak. A gyors technológiai fejlődés, a rövidülő innovációs ciklus, a bizonytalanul prognosztizálható környezet, a korábbiaknál rövidebb tervezési időtávlatokat eredményez. Ennek egyik meghatározó jele a stratégiai tervezés felértékelődése. Ugyanakkor a stratégiai hálózati vízióknak alapvetően csak orientáló szerepe van, hiszen egy-egy távlati tervezési ciklusban többször is szükségessé válhat a stratégiai hálózati kép átértékelése.

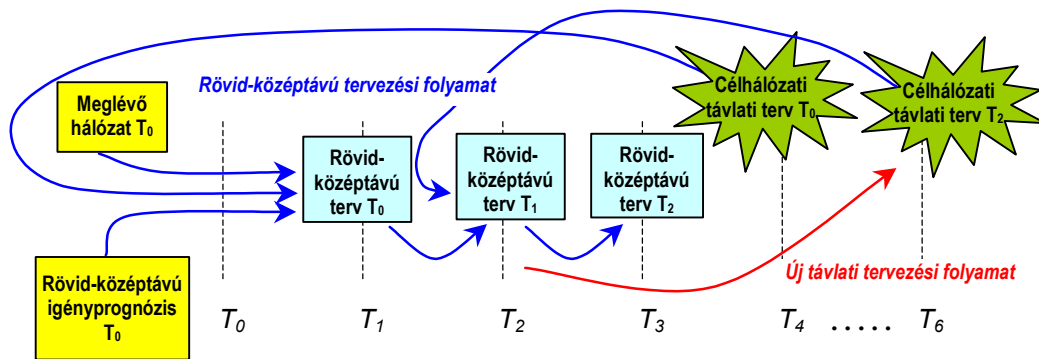
A technológiák, a szolgáltatások fejlődése és a piaci helyzet változásai a hálózatok meghatározó jellemzőinek módosítását igényelhetik. Ezen változtatási szándékok hosszabb folyamatokban érvényesülhetnek, melyek tervszerű alapja a célszerűen meghatározott távlati hálózati kép, mely egy olyan célhálózatot körvonalaz, amely az aktuális és prognosztizálható feltételek és hatások mellett optimálisnak tekinthető (4.3.1. ábra).



A tervezési ciklusok változásának másik lényeges következménye a rövidtávú tervezés meghatározóvá válása. Az elmúlt évek során a klasszikus középtávú tervezési ciklus egyre rövidült, majd a rövidtávú szempontok kiemelése mellett gyakorlatilag összeolvadt a rövidtávúval. A 4.3.2.a ábra a távlati (célnálózati) tervezés középtávú tervezési időszakokon áthúzódó megközelítését mutatja. A 4.3.2.b ábra által bemutatott középtávú tervezési megközelítésben, a középtávú tervezési ciklusok célja nem a rögzített célnálózati fokozatos kialakítása, hanem a hálózatnak a célnálózati által meghatározott irányba történő fejlesztése. Ebben az esetben a távlati tervezési időtartományon belül a távlati tervezés megismétlődik, a célnálózati az időközben módosult feltételek mellett újratervezendő mielőtt a középtávú tervezési lépések a távlatilag kitűzött időhorizontot elérnék. Ezt a technikát a tervezési gyakorlatban gördülő tervezésnek nevezik. Ennek lényege, hogy a távlati tervezési időhorizontján (4.3.2.a ábrán szereplő példánkban T_4) belül megtörténik a célnálózati terv aktualizálása (példánkban T_2 idő elteltével), azaz gyakorlatilag a távlati időtáv által meghatározott „időablak” nem illeszkedő, hanem átfedő jelleggel halad előre. A megközelítést az a gyakorlati megfontolás teszi, teheti szükségessé, hogy a tervezési feltételrendszer meghatározó elemei (technológia, igények, piaci, gazdasági feltételek) a távlati tervezési időszakon belül is jelentősen megváltozhatnak.



a) Távlati tervezési megközelítés



b) Rövid-középtávú tervezési megközelítés

A tervezési megközelítések, folyamatok, feladatok köre bővül. Egyre hangsúlyosabb szerepet kap a taktikai tervezés: a meglévő hálózati szerkezet és infrastruktúra folyamatos értékelése a változó feltételek mellett. Ez a tervezési elem az analízis-módszerek felértékelődését eredményezi.

Részben már említett felgyorsult folyamatok, valamint a prognóziskészítés nehézségei, továbbá az összetett, nehezen kezelhető modellekkel leírható (Internet) forgalom kezelésére két megoldás adódik. Vagy a hálózatot kell jelentősen túlméretezni, hogy az előre nem látható változásokra reagálni tudjon, vagy hálózat flexibilitására támaszkodva kell a mérés alapú tervezésre (konfigurálás) áttérni. Ennek során a hálózaton mért forgalmi jellemzők alapján rövidtávon az átkonfigurálás segítheti a hálózat hatékonyságának és a szolgáltatások megkívánt minőségének elérését. Amennyiben az átkonfigurálással a kívánt célok nem érhetők el, az erőforrás-bővítés szükségességének jelzése, majd a hálózatfejlesztés következő ciklusában az erőforrások tényleges bővítése következik.

A fentieknek megfelelő folyamat alapfeltétele a megfelelő mennyiségű erőforrással ellátott hálózati szerkezet, és az üzemeltetési (menedzsment) rendszerre alapozható gyors (automatikus) átkonfigurálást támogató hálózati technológia.

A hálózattervezésben szükséges változások másik meghatározó oka a hasonló hálózati funkciók megvalósítására alkalmas különböző technológiák huzamos együttélése. Ennek közvetlen következménye, hogy a technológiaválasztás, az alapvető hálózati funkciók (mindenekelőtt a hálózatvédelmi megoldások) megvalósításának technológiai rétegek közötti optimális szétosztása a megoldandó tervezési problémák egyike. A hálózati funkciók technológiai rétegek közötti optimális szétosztását jelentős mértékben befolyásolhatja a különböző technológiai rétegek együttműködési képessége.

A gyors technológiai változásokat sokszor nehezen követi a tervezési módszerek, a tervezést támogató szoftvereszközök fejlődése. Ezen módszerekkel és eszközökkel szemben ma már alapvető elvárás hogy egységes modellek és szemlélet alapján közelítsenek a különböző technológiájú hálózatok tervezési problémáihoz. Az új elvárásoknak megfelelő módszerek technológia-független alapmodellre épülő többrétegű tervezési megközelítést igényelnek.

4.3.2. A tervezési folyamatok illesztése

A sikeres hálózatfejlesztés és a hatékony beruházás szempontjából kulcsfontosságú, hogy a hálózattervezés különböző időtávlatú folyamatai koherensen illeszkedjenek egymáshoz. Mivel az egyre bonyolódó tervezési problémák mellett ennek biztosítása nem triviális, tekintsük át a nem illesztettség lehetséges okait és az inkoherenciák kiküszöbölésére szolgáló módszereket (4.3.1. táblázat).

Inkoherencia oka	Hol jelentkezik?
előrejelzések bizonytalansága	távlati – középtávú középtávú – rövidtávú
korlátozott költségvetés	távlati – középtávú
eltérő optimalizálási kritériumok	távlati – középtávú
Eltérő erőforrás-felhasználási stratégiák	távlati – középtávú középtávú – rövidtávú

4.3.1. táblázat. Tervezési folyamatok inkoherens illeszkedésének okai

A tervezési lépések és eredményeik illesztlenségének egyik alapvető oka a prognózisok és előrejelzések bizonytalansága. A hosszabb időtávra előretékintő előrejelzések nagyobb bizonytalansága a kapcsolódó tervezési folyamatok illeszkedésének zavaraihoz vezethet. Ez a veszély alapvetően az igényprognózisok kapcsán jelentkezik, de a költségtrendek és a technológiai fejlődés ütemének előrejelzési kapcsán is felmerülhet. Az átviteli igények váratlan változásai (különösen új szolgáltatások megjelenése és gyors elterjedése idején) jelentős zavarokat eredményezhetnek a hálózatfejlesztésben.

A ok az anyagi erőforrások korlátossága, illetve a hálózatfejlesztésre rendelkezésre álló költségvetés változásaiból is eredhet. Ennek következtében bizonyos hálózati erőforrások az eredeti tervekhez képest későbbi időpontban állnak csak rendelkezésre, ami a beruházás-ütemezés felborulásához vezethet.

A harmadik tipikus ok az egyes tervezési periódusok eltérő optimalizálási kritériumaiból és az erőforrás-felhasználás eltérő stratégiájából is származhatnak. Mindkét ok felmerülésének lehetősége a távközlési piaci versennyel növekszik.

A távlati és középtávú tervezés közti inkoherencia a stratégia döntéseket gyengíti, de nem befolyásolja közvetlenül a piaci jelenléttel kapcsolatos megfontolásokat. A középtávú és rövidtávú tervezési folyamatok illeszkedési zavarainak következménye ugyanakkor az is lehet, hogy bizonyos átviteli igények csak részben vagy egyáltalán nem elégíthetők ki, ami a piaci jelenlétet, a szolgáltatásokat, vagy azok minőségét is közvetlenül befolyásolhatja. Mindezek

Inkoherencia oka	Megelőző intézkedés	Korrigáló intézkedés
Előrejelzések bizonytalansága	az előrejelzési módszerek javítása, az időtávlatok rövidítése, mérés alapú tervezés és konfigurálás	kockázati analízis
Korlátozott költségvetés	a hálózatfejlesztési folyamatok tökéletesítése, hálózatátrendezés	-
Eltérő optimalizálási kritériumok	kritériumok egységes szemléletű megfogalmazása	-
Eltérő erőforrás-felhasználási stratégiák	a hálózatfejlesztési folyamatok tökéletesítése, az időtávlatok rövidítése, hálózatátrendezés, egyszerűbb hálózati megoldások preferálása	dinamikus igénynövekedési modellek

4.3.2. táblázat. Tervezési folyamatok illesztlenségének kiküszöbölésére szolgáló intézkedések

hatásának kiküszöbölésére megelőző és korrigáló intézkedések alkalmazhatók (4.3.2. táblázat).

4.3.3. Mérés alapú tervezés

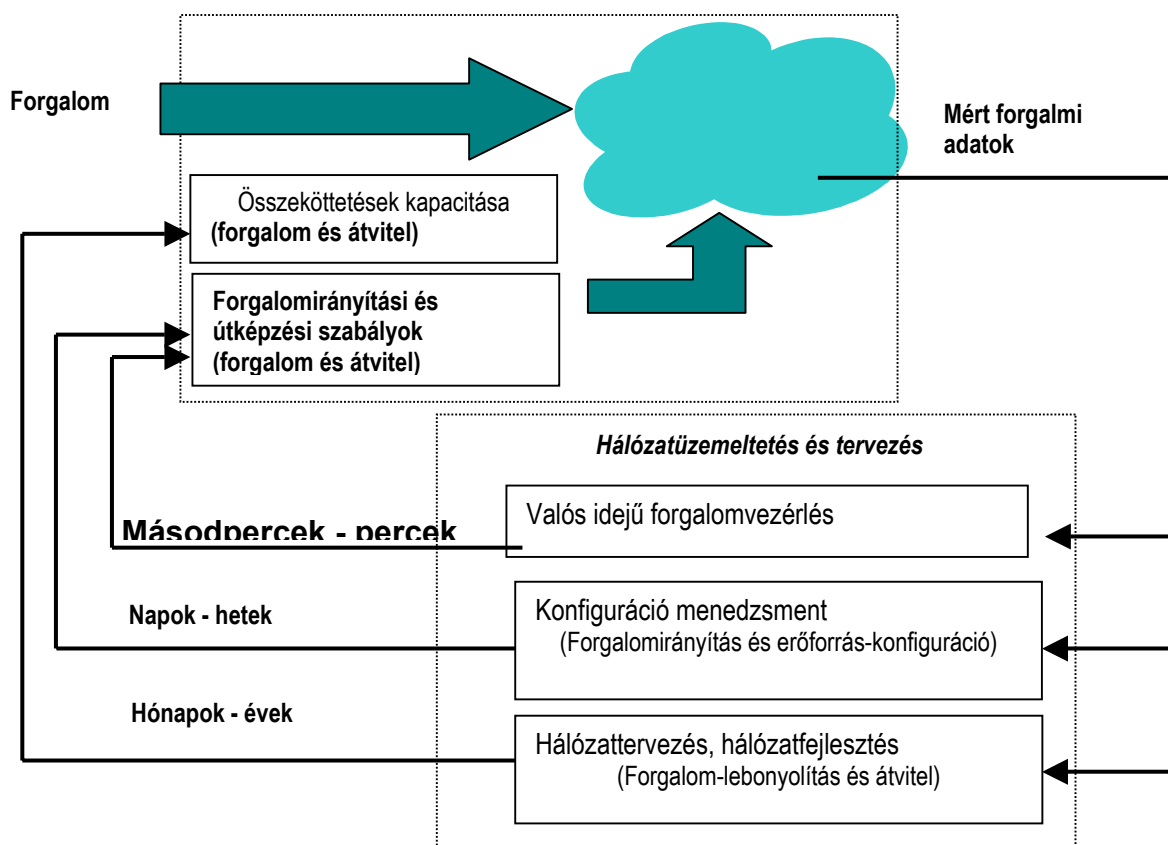
Az IP alapú hálózatok tervezése során sok bizonytalansági tényezővel kell szembenézni:

- Új alkalmazások, melyek forgalmi viselkedése kevésbé ismert.
- A meglévő alkalmazások forgalmi modellezése bonyolult (pl. önhasználó folyamatok), a rendelkezésre álló modellek alkalmazása a tervezési folyamatban nagyon nehézkes (forgalmi paraméterek meghatározása, illesztése).
- A hálózati csomópontokban megjelenő igények forgalmi érdekeltsége nehezen becsülhető.
- Az Internet rohamos fejlődésének következményeként a hálózat egy-egy pontján megjelenő forgalom nagysága csak nagy bizonytalansággal prognosztizálható.

A felsorolt hatások következtében a hagyományos tervezési módszerek és ezekre alapozott hálózatfejlesztési megközelítések alkalmazhatósága kérdéses. A bizonytalanságok kezelésére, csökkentésére új tervezési megközelítés szükséges. Az új tervezési módszer alapja a forgalmi prognózisok helyett a *hálózat aktuális forgalmának és kihasználtságának* mérése. Ennek alapján kialakítható egy olyan komplex hálózatkonfigurációs és hálózattervező rendszer, melyben az automatikus hálózatkonfigurálást és a hálózatbővítések szükségességét, továbbá az aktuális hálózat forgalmi jellemzőit mérés alapján állapíthatjuk meg.

A mérés alapú tervezés egyik kulcseleme a beavatkozási időpontok definiálása. A két egymást követő beavatkozási időpont közötti időszakban a tervezőrendszer mérési modulja folyamatosan kiértékeli a hálózat forgalmi állapotát. A beavatkozási időpontok közötti időtartam megválasztása függ a hálózatban kiszolgálandó igények változásának dinamikájától és a hálózat teljesítőképességétől.

A mérés alapú hálózatkonfigurálás és hálózattervezés másik kulcseleme a mért forgalmi jellemzők alkalmas feldolgozása, a hálózati állapot, az optimális hálózatkonfiguráció és hálózatbővítés meghatározásához szükséges forgalmi jellemzők előállításának közvetlenül mérhető adatokból. Az aktív és passzív mérések, és a hálózatelemek által gyűjtött forgalmi információk lekérdezése lehet a hálózati



forgalom jellemzésének alapja. A 4.3.3. ábra egy egyszerűsített sémát vázol fel a forgalom mérésre alapozott hálózatmenedzsment, hálózatkonfiguráció és hálózattervezés komplex együttesére.

4.3.4. Tervezési problémák és modellek

A távközlő hálózatok tervezése, műszaki tartalmát tekintve is sokrétű folyamat, mert számos, a tervezési probléma megfogalmazását, a feladat kitűzését és megoldását befolyásoló tényező jelenlétét kell a tervezés során figyelembe venni. Az alkalmazható modelleket és módszereket a megoldandó műszaki probléma mellett a tényezők is jelentősen befolyásolják. Jelen keretek között a kérdéskör rövid áttekintését adjuk csupán, a részletek iránt érdeklődők [4.3.3]-ban a témák bővebb kifejtését és kapcsolódó publikációk hivatkozásainak sorát találhatják.

A hálózattervezési problémák sajátosságai

A tervezési problémák jellegét, tartalmát befolyásoló lényeges szempontok három csoportját emeljük ki:

A) A technológiák folyamatos fejlődése: A technológiák változása az eltérő hálózatszerkezeti megfontolásokra alapozott megoldások sokszínűségéből adódóan hat alapvetően a tervezésre. Illusztrációul két példa szolgálhat. A forgalomlebonyolító hálózati sík technológiájának változásai a vonalkapcsolt (PSTN - Public Switched Telephone Network), cellakapcsolt (ATM - Asynchronous Transfer Mode), csomagkapcsolt (IP) a hálózatszerkezet és hálózatműködtetés alapvető változásait eredményezik, és így közvetlen hatással vannak a tervezésre is (pl. az alkalmazható forgalmi modelleken keresztül). A transzportkapacitásokat biztosító, alapvetően vezeték nélküli átviteli technológiák (PDH - Pleisochronous Digital Hierarchy, Public, SDH - Synchronous Digital Hierarchy, WDM - Wavelength Division Multiplexing) fejlődése a megvalósítható hálózati funkciók fejlődését eredményezte. Elég csak a preferált hálózati szerkezet változásainak szövevényes – gyűrűs – ismét szövevényes sorozatát említeni ahhoz, hogy a változások tervezési módszerekre gyakorolt hatását érzékeltessük. Ezek a változások egyrészt a modellek és módszerek folyamatos megújítását igénylik annak érdekében, hogy tervezési feladatok az új technológiák, hálózati megoldások megjelenésének korai szakaszában már vizsgálható és a hálózatok stratégiai jövőképeire gyakorolt hatásuk felmérhető legyen. A folyamatos fejlődés és a gyors változások másik következménye – mint arra már utaltunk – a különböző, technológiák hosszabb távú együttélése, amiből a több technológiai rétegből felépülő hálózatok tervezésének számtalan nehezen leírható problémája ered.

B) Az adott gazdasági környezet és piaci szabályozás: A külső gazdasági tényezők hatása a tervezett hálózat létrehozására felhasználható anyagi forrásoktól a gazdaságos üzemeltetés, a beruházás jellegéből eredő hosszabb távú megtérülés kockázatáig közvetlenül az üzleti vonatkozásokat érinti, de ezeken keresztül a műszaki megoldásokra is jelentős befolyással lehet. Példaként tekintsük azt az egyszerű helyzetet, amikor egy új technológiára épülő piac minél nagyobb szegmensének megszerzése érdekében a közvetlenül megragadható gazdasági és műszaki előnyök megjelenése előtt stratégiai kérdéssé válik az új technológia bevezetése.

C) A tervezendő hálózatot felhasználó szervezet jellege is jelentős befolyást gyakorolhat a tervezésre. A folyamatos megújulás kényszere, az adott szervezet innovációs képessége, az új technológiát befogadó szervezet nyitottsága a szélesebb értelemben tekintett tervezés során lényeges szempontok. Legjobb példa erre az IP technológia térhódításának ellentmondásos lefolyása a hagyományos távközlési szolgáltatók körében. Az adott szervezet technológia-orientált vagy költségorientált jellege befolyásolhatja a kialakuló hálózati megoldásokat. A szervezet felhasználói jellege (magánhálózat tervezése saját igények kielégítésére saját beruházásban) vagy szolgáltatói jellege (nyilvános hálózat tervezése piaci igények kiszolgálására) alapvetően eltérő megközelítéseket igényelhet. Ugyanakkor az alkalmazott tervezési metodológia és apparátus sok esetben azonos alapokra építkezik.

A technológiáktól, a felhasználás jellegétől és az eltérő hálózatszerkezési elvektől függetlenül megragadható *néhány olyan általános tényező*, amely a hálózat tervezése szempontjából meghatározó:

- A szolgáltatások iránti igények nem determinisztikus (statisztikus módszerekkel leírható) jellemzői a hálózati technológia kiszolgáló (forgalomlebonylító) képességeivel együttesen határozzák meg az adott hálózat viselkedésének leírására alkalmas modellt.
- A tipikusan sokszereplős, a sokféle célú, felépítésű, technológiájú hálózatot magában foglaló távközlési környezet a műszaki, szolgáltatási és üzleti együttműködési kereteken keresztül befolyásolja a tervezést.
- A megragadható, prognosztizálható növekedési tendenciák nyilvános és magánhálózatok esetében egyaránt meghatározó tervezési szempontokat szolgáltatnak (fejleszthetőség, bővíthetőség, gazdaságosság, megtérülés).
- A tervezett hálózat megvalósításában felhasználható hardver és szoftver termékek sokszínűsége mind gazdaságossági, mind modellezési-tervezési, mind pedig együttműködési szempontból lényeges tervezési problémákat vet fel.
- Az együttműködés, az együttműködtethetőség (mind saját hálózaton belül, mind a külvilág felé) feltételeit meghatározó szabványok és ajánlások műszaki tartalma alakítja a lehetséges műszaki megoldások körét, jellegét.
- A befektetések és beruházások hosszú távon megtérülő jellegéből adódó kockázatok (rugalmas fejlesztetőség, gazdaságos üzemeltethetőség) a tervezés gazdasági vonatkozásait befolyásolják számottevően.

Optimalizálási kritériumok és feladatok

A tervezési célkitűzések alapvetően két nagyobb csoportba sorolhatók:

- A *gazdaságos méretű* hálózati erőforrások kialakítása a megfelelő (specifikált) minőség biztosítása mellett. Determinisztikus igények esetén a nyálábolás (multiplexálás) teremti meg a megfelelő méretű és kitöltöttségű átviteli rendszerek kialakításának lehetőségét. Nem determinisztikus igények (forgalom) esetén a cél az erőforrások megfelelő kihasználtsága, aminek elérésére a forgalomkoncentráció (statisztikus multiplexálás) módszerei szolgálnak. A csoportba tartozó tervezési feladatok adott specifikáció minimális ráfordítás (erőforrás-mennyiség, beruházási, üzemeltetési költség) mellett történő kielégítését célozzák.
- A *véges erőforrások felhasználásával elérhető maximális teljesítményre koncentráció megközelítés* alapvetően más jellegű feladatot eredményez. Ekkor tipikusan a meglévő hálózati erőforrások, vagy a célok eléréséhez felhasználható finanszírozási keret korlátossága a meghatározó jellemző, és a cél a maximális hatékonyság elérése.

A jellegzetes tervezési, optimalizálási feladatok függnek:

- a tervezés részletezettségétől,

- a hálózat és a támogatott szolgáltatások jellegétől, az alkalmazott technológiától,
- a tervezés időtávlátától,

és jellegükből fakadóan négy nagyobb csoportot alkotnak:

1. Az első csoport a *klasszikus méretezési problémák* tartoznak (adott specifikáció teljesítése minimális költséggel), amelyek megjelenhetnek közvetlenül kitűzött feladatként, vagy összetettebb problémába ágyazottan (logikai, fizikai hálózatszerkezet tervezése) a lehetséges megoldások kiértékelése során.

2. A második csoportot a *hálózatátrendezési, hálózatkonfigurálási problémák* alkotják, ekkor a meglévő hálózat korlátozott mennyiségű erőforrásainak optimális felhasználása mellett kell valamilyen hálózati teljesítményjellemző (pl. kiszolgált felhasználók száma, átvitt forgalom, rendelkezésreállítás, stb.) maximalizálását biztosítani.

3. A harmadik csoportba tartozó feladatok az előző kettő kombinációjának is tekinthetők, ekkor az *optimális hálózatbővítési probléma megoldása* a cél részben a meglévő erőforrások optimális felhasználásával, részben új erőforrások optimális létesítésével (a megoldás korlátozódhat a meglévő szabad erőforrások felhasználására, de magában foglalhat komplett hálózatátrendezést is).

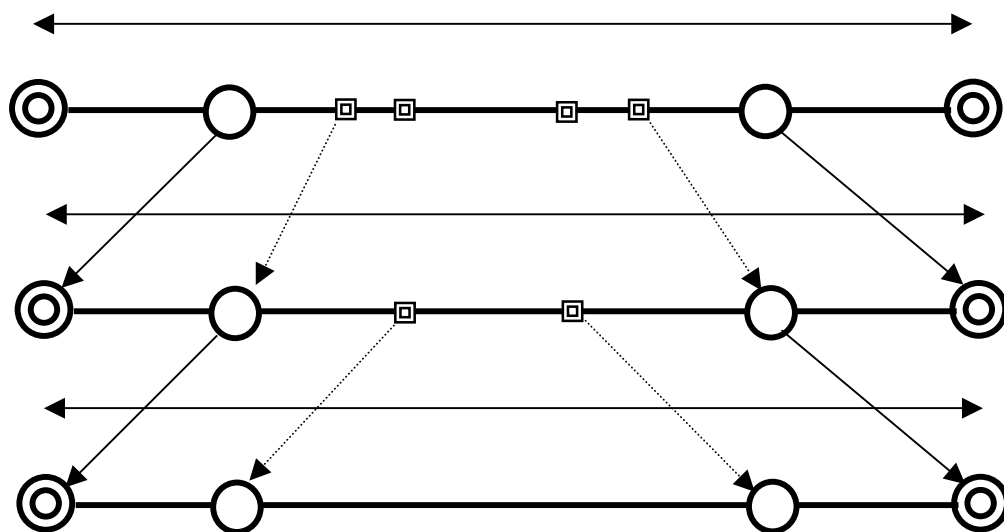
4. A negyedik csoportot olyan összetett tervezési feladatok alkotják, melyek alapvetően a *hálózatszerkezet optimális kialakítása* során jelentkeznek. A logikai és fizikai hálózatszerkezet kialakítása elhelyezési feladatok megoldását (központok, koncentrátorok, adatbázisok, stb. számának, helyének és illetékességének meghatározása), valamint a hálózati struktúra (forgalomirányítási szerkezet, szegmentált transzport-hálózati szerkezet) és topológia (alépitmény- és kábelhálózat) meghatározását foglalja magába (1.4.3.5. szakaszt).

4.3.5. A hálózattervezés általános rétegmodellje

A hálózatok tervezési, analízis-problémáinak megoldásához célszerű egységes modellt felállítani. Ennek előnye egyrészt a modellre alapozott tervezési és analízismódszerek hordozhatósága, másrészt a többretegű hálózatok összetett problémáinak egységes szemléletű kezelése. A modell alapja a különböző technológiák hasonló funkcionális elemeinek modellszintű kiemelése. Egy potenciális technológia-független tervezési alapmodell és megközelítés azon az általános törvényszerűségeen alapul, hogy a távközlő hálózatok nagy többségének felépítését a véletlen forgalom kapcsolókra alapozott koncentrálása, valamint a determinisztikus átviteli kapacitások nyálábokba multiplexálása határozza meg.

Véletlen (forgalmi) igények esetében a forgalomkoncentráció célja az osztott erőforrások jobb kihasználtságának biztosítása meghatározott szolgáltatási minőség mellett (*Logikai hálózatszerkezet*). A determinisztikus (átviteli kapacitás-) igények nyalábokba multiplexálásakor a motiváció a moduláris felépítésű erőforrások (multiplex rendszerek) jobb kitöltöttségének biztosítása (*Fizikai hálózatszerkezet*).

A technológia-független tervezési megközelítés a hálózatok rétegmodelljének (G.803, G.805, M1400) általánosításán alapul. A hierarchikus rétegstruktúrában minden réteg egy réteghálózatot alkot, amely logikai értelemben a magasabb koncentráltaságú, fizikai értelemben a magasabb multiplexáltságú réteg erőforrásait használja. A szomszédos rétegek közötti kapcsolatot az alacsonyabb réteg magasabb rétegben nyalábolt szakaszai adják. A nyalábképzés szabályait a rendelkezésre álló csomóponti funkciók és a technológia sajátosságai (berendezések modularitása, üzemeltetési megfontolások, gazdaságossági szempontok, stb.) határozzák meg.



Például hullámhossz-multiplexált szemi-permanens hálózatok esetén az optikai csatornák nyalábolásának feltétele, hogy a csomópontok multiplexálási, demultiplexálási, szükség esetén hullámhossz-konverziós funkciókkal legyenek ellátva. A multiplexált nyaláb méretét egyszerűen a nyalábolt csatornák számának összege határozza meg. A hálózati szintű nyalábképzési szabályok szempontjából

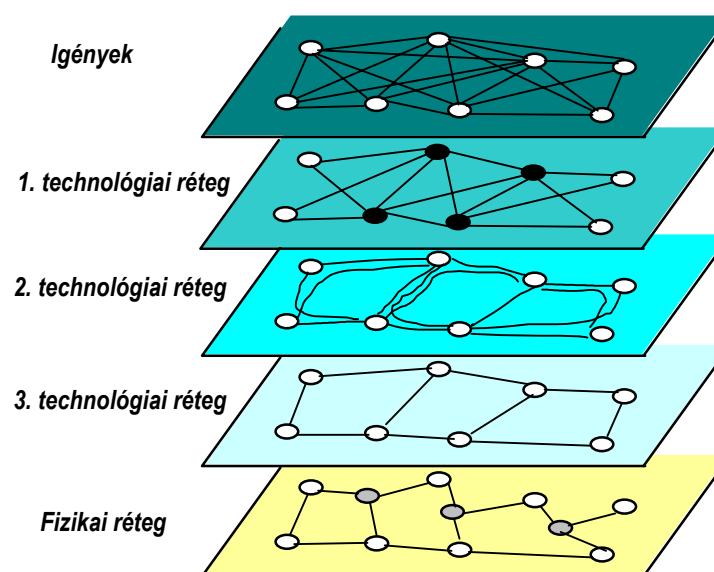
meghatározó lehet, ha az optikai leágazó multiplexer funkciót megvalósító berendezés csak korlátozottan fér hozzá az optikai multiplex hullámhosszaihoz (nem minden optikai csatorna végződteshető).

Vonal- vagy cellakapcsolt hálózatok esetén a csatornák nyálábolásának feltétele az alkalmas kapcsolófunkció csomóponti jelenléte. A koncentrált nyaláb méretét a technológiára jellemző forgalmi-tömegkiszolgálási modell alapján lehet meghatározni.

Többrétegű hálózatok tervezése

A több technológiai rétegből felépülő hálózatok üzemeltetésének, és ebből adódóan tervezésének is meghatározó eleme a technológiai rétegek közötti együttműködési képességek kialakítása, kihasználása, rétegekben megvalósítható hálózati funkciók optimális kombinációja és együttes alkalmazása. A technológiai rétegek együttműködésének alapja a koordináció. A különböző rétegek függetlenül, koordinációs technikák alkalmazása nélkül is működtethetők, ez azonban redundanciát eredményezhet az erőforrás-felhasználásban, és instabilitást a működésben (nemkívánatos redundancia a védelemben, működési zavarok a hibaeseményekre reagálásban).

A technológiai rétegek közötti legegyszerűbb koordinációs mechanizmus alapja az időzítés. Ekkor a hosszabb reakcióidejű réteg vár a gyorsabbra, és akcióit



csak egy adott (akár eseményfüggő) várakozás után indítja. A megoldás előnye, hogy az üzemeltető rendszerek függetlenül működtethetők, hátránya, hogy a hálózat reakcióideje megnő.

Szorosabb koordináció az üzemeltetési rendszerek korlátozott információcseréjére alapozottan érhető el (token alapú együttműködés), az optimális együttműködéshez pedig integrált üzemeltetési rendszer szükséges. A különböző technológiájú hálózati rétegek üzemeltetési rendszereinek integrálása a nem szabványos felületek és folyamatok mellett bonyolult egyedi fejlesztéseket igényelhet, skálázhatósági, beszállítói korlátokat eredményezhet. A távközlési technológiák fejlődése az alapjaiban egységes szemléletű és jelzésrendszerű intelligens hálózat – GMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching) alapú ASTN (Automatic Switched Transport Network) - felé haladva keres megoldást a problémára.

A multiplexelés általánosítására alapozott rétegelt modellhez jól illeszkedik egy fentről lefelé haladó rétegenkénti tervezés, amikor a kliens rétegek szerver réteggel szembeni elvárásait pont-pont igényeken és ezek kielégítésének szabályain keresztül adottak. Ez a klasszikus folyamat lehetőséget ad az egyes technológiai rétegek sajátosságainak maximális figyelembevételére, ugyanakkor a hasonló hálózati funkciók optimális megvalósítását jelentősen nehezítheti, például a védelmi és helyreállítási funkciók ilyen jellegű tervezése nemkívánatos redundanciákhoz vezethet.

Egy másik lehetséges megközelítésként az alulról felfelé haladó tervezési folyamat is felmerül. A hagyományos tervezési gyakorlat alapján eretnenségnek tűnhet kliensigények származtatása nélkül egy szerverréteg tervezése, méretezése. Van e realitása egy ilyen megközelítésnek?

Ha a technológiai hálózatrétegek tervezésével alulról felfelé haladunk, ekkor a pontosan meghatározott átviteli igények és igénymegvalósítási szabályok ismeretének hiánya korlátozhatja az optimális tervezést. Ugyanakkor a transzport-hálózatokban domináns optikai hálózatok nagy kapacitása és viszonylag alacsony fajlagos költsége lehetővé teheti hogy a kapacitás-tervezés helyett a strukturális és funkcionális tervezésre kerüljön a hangsúly.

A harmadik lehetőség a rétegek együttes tervezése. Ez mindenképpen jobb megoldásra vezethet az előbbieknél, de fennáll annak a veszélye, hogy a tervezési szempontból eltérő tulajdonságú kliensek együttes kezelése túlságosan elbonyolítja a folyamatot. Ezért célszerű kompromisszum lehet egy iteratív megközelítés, amely mind a felülről lefelé, mind az alulról felfelé haladó tervezési folyamat eredményességét jelentősen javíthatja.

A fajlagosan jelentősen olcsóbb optikai átvitel mellett nem tűnik ésszerűtlennek egy, a hagyományos kapacitás optimalizálástól eltérő tervezési megközelítés, melynél adott határok között változó kliensigények kiszolgálására képes hálózatszerkezet kialakítása a cél. Ez alkalmas olyan kliensréteg kiszolgálására szolgáló szerverréteg tervezésére, mely kliensréteg a mérés alapú hálózatkonfigurálás és hálózattervezés során vázolt séma szerint működtethető. Az aktuálisan felmérhető technológiai fejlődési irányok alapján az IP kliens és annak optimális kiszolgálására kifejlesztendő automatikusan kapcsolt optikai hálózatok (ASON - Automatic Switched Optical Network) együttese közel áll a fentiekben felvetett általános elképzeléshez.

4.3.6. Hálózatoptimalizálási módszerek

A hálózattervezési problémák megoldása összetettségéből, sokrétűségéből adódóan több tudományág eredményeit integrálják. A tömegkiszolgálás (sorbanállás)-elmélet modelljei és módszerei a sztochasztikus forgalmi viselkedés leírására, a statisztikai módszerek a nagymennyiségű hálózati információ feldolgozását igénylő feladatok (forgalmi mérések, hálózatanalízis) megoldása kapcsán kapnak szerepet. Az operációkutatás, a matematikai programozás, a gráfelmélet módszerei az optimalizálási problémák specifikálására és megoldására szolgálnak. Az egzakt módszerek korlátozott alkalmazhatóságuk ellenére fontos szerepet játszanak a tervezésben, mert az optimalizálási problémák kapcsán alkalmazott heurisztikus megoldások értékeléséhez szükséges egzakt referenciákat szolgáltatathatják. Jelentős a szerepe a tömegkiszolgálás-elméletből levezethető analitikus egzakt és közelítő módszereknek, valamint az analitikus kezelhetőséget meghaladó bonyolultság esetén a szimuláció alapú módszereknek.

A permanens összeköttetéseket tartalmazó hálózatok tervezési és méretezési problémáinak megoldása függ az alkalmazott technológia sajátosságaitól, ugyanakkor

a jellegükben sokszor hasonló feladatok megoldása az operációkutatás optimalizálási módszereire alapozható. A részproblémák (pl. legrövidebb út keresése, kifeszítő fa, vágatok, körök, folyamatok meghatározása, stb.) egzakt megoldása gráfalgoritmusokra épülhet, vagy az egészértékű matematikai programozás módszereivel (ILP – Integer Linear Programming) állítható elő. Az ILP alapú módszerek nem elég hatékonyak, valós méretű feladatok megoldása esetén jelentős erőforrásigényt támasztanak. Ugyanakkor új tervezési módszerek és megoldások kialakítását és használatát megkönnyítik.

A legkézenfekvőbb egzakt megoldást a *kimerítő keresés* szolgáltatja. Ekkor valamilyen szisztematikus bejárési stratégia szerint az összes megengedett megoldást kiértékelve határozzuk meg a globális optimumot. A megoldás egyszerűsége előny, de gyakorlati méretű feladatokra a megengedett megoldások nagy száma miatt általában nem alkalmazható.

Ha alkalmas modellezési és feladatkitűzési megközelítést választunk, akkor konstruálhatók a célfüggvényre olyan hatékony becslési eljárások, amelyek lehetővé teszik a megengedett megoldások globális optimumot (optimumokat) tartalmazó térrészének lépésenkénti szűkítését. Ekkor a megengedett megoldások egy jelentős részéről azok kiértékelése nélkül eldönthető, hogy rosszabbak a globális optimumnál. A módszer neve *Branch and Bound*, ami a vizsgált megoldások körének fokozatos kiterjesztésére (*branch*) és a megvizsgáltakra alapozott becslések alapján történő szűkítésére (*bound*) utal. A módszer nyilvánvalóan hatékonyabb a kimerítő keresésnél, alkalmazásának nehézsége abból származik, hogy a megfelelő modellt és becsléseket az egyes feladatokra egyedileg kell megkonstruálni.

A megengedett megoldások teljes terének bejárása helyett stratégiánk lehet egy (heurisztikus megfontolások alapján kiválasztott) *trajektória bejárása*. Ehhez megközelítés a megoldások szomszédosságát értelmezi, és egy adott megoldásból kiindulva egy-egy aktuális megoldás összes szomszédját kiértékelve határozza meg a továbblépés irányát.

Három módszer említünk ennek a stratégiának a megvalósítására. Az egyik a *mohó algoritmus*, amely egy aktuális állapot összes szomszédjának kiértékelése alapján a célfüggvényt leginkább javító állapot felé halad tovább. A módszer egyszerűen implementálható, gyors, ugyanakkor tipikusan lokális optimumra vezet. A másik szisztematikus módszer a *tabu search* (*tabu keresés*). Ez szintén egy aktuális

állapot összes szomszédjának kiértékelése alapján halad, de a továbblépés iránya ez esetben a célfüggvény alapján legjobbnak bizonyuló szomszéd, a visszalépés alapesetben tiltott (tabu). A szolgáltatott megoldás a bejártak közül a legjobbnak bizonyuló. Harmadikként említhető a *gradiens módszer*, amely deriválható célfüggvény esetén, nevéből következően egy aktuális állapotból a gradiensirányba eső szomszédos megoldás felé halad tovább.

A véletlen keresési stratégiák köréből három heurisztikus módszerre utalunk. Az egyik a *klasszikus Monte-Carlo módszer*, amely a megoldások terében folytatott véletlen bolyongás során kiválasztja a bejárt megoldások közül az optimálisat. A másik a *hegymászó módszer*, amely egy aktuális megoldás szomszédai közül véletlenszerűen választ, és ha a választott szomszédhoz tartozó célfüggvény jobb, akkor továbblép a lokális optimum felé. A harmadik módszer a szimulált lehűtés (*Simulated Annealing*), amely egy adott állapot véletlenszerűen kiválasztott szomszédjának célfüggvényét kiértékeli, és ha jobbnak találja, akkor mindig továbblép, ha nem találja jobbnak, akkor is véges valószínűsége van annak, hogy a rosszabb megoldás felé halad. A rosszabb megoldás választásának jelentősége a lokális optimumokból kikerülés lehetőségét adja. Az algoritmus konvergencia-sebessége és a keresett megoldás jósága paraméterekkel hangolható. Egy-egy feladatra az algoritmus viszonylag egyszerűen megkonstruálható (kiinduló megoldás, szomszédossági reláció értelmezése, célfüggvény és annak kiértékelése), optimális „felparaméterezése” azonban hosszabb vizsgálatokat igényel.

Szemléletében más a *genetikus algoritmus*, amely az evolúció analógiájára építve a kiértékelt megoldások jó tulajdonságainak átörökítésére alapozza az optimális megoldás keresését (szelekció, keresztezés, mutáció adott populáción). Ha a jó tulajdonságok átörökíthetősége az adott feladat kapcsán nehezen megragadható, akkor tisztán véletlen keresésre (mutációra) épít, de mindig a jó tulajdonságokkal rendelkező megoldásokra (egyedekre) alapoz.

A gyakorlati méretű és bonyolultságú hálózattervezési problémák megoldása számítógépes támogatás nélkül elképzelhetetlen. Ez a szoftverháttér a fejlett adatbázis-kezelési technikákat a hálózatokat leíró információk rendszerezésére és a hálózatüzemeltetés-hálózatnyilvántartás-hálózattervezés egységes információs alapjának folyamatos fenntartására használja. A korszerű szoftvertechnológia (objektum-orientált programozás, komponens alapú szoftverstruktúrák) egyre

fontosabb szerepet játszik a tervezési folyamatok számítógépes támogatását biztosító szoftverek létrehozásában..

Irodalomjegyzék

- [4.3.1] ITU ajánlások: G.ASON, G.ASTN, G.803, G.805
- [4.3.2] EURESCOM P709 D3: Tervezési megközelítések és módszerek összefoglalása (további hivatkozásokkal): www.eurwscm.de
- [4.3.3] Robertazzi, Thomas G.: Planning Telecommunication Networks, IEEE Press, New York, US, 1999
- [4.3.4] Wu, Tsong-Ho: Fiber Network Service Survivability, Artech House, Boston, US, 1992
- [4.3.5] Nemhauser, G. L. , Rinnooy Kan, A. H. G. , Todd, M J. : Optimization, Elsevier, New York, US, 1989
- [4.3.6] Bazara, M. S., Jarvis, J. J., Sherali, H. D.: Linear Programming and Network Flows, Wiley, New York, 1990
- [4.3.7] Bellman, R. E., Dreyfus, S. E.: Applied Dynamic Programming, Princeton University Press, Princeton NJ, 1962
- [4.3.8] Cooper, L., Steinberg, D.: Methods and Application of Linear Programming, Saunders, Philadelphia, 1974
- [4.3.9] Davis, L.: Handbook of Genetic Algorithms, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
- [4.3.10] Kaufmann, A., Henry-Labordère, A.: Integer and Mixed Programming: Theory and Applications. Academic Press, New York, 1977.
- [4.3.11] Kershenbaum, A.: Telecommunication Network Design Algorithms, McGraw-Hill, New York, 1993.
- [4.3.12] Otten, R.M.H., van Ginneken, L. P. P.: The Annealing Algorithm. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1989.
- [4.3.13] Kleinrock, L.: Queueing Systems, Vol. I: Theory. Wiley, New York, 1975.
- [4.3.14] Robertazzi, T. G.: Computer Networks and Systems: Queueing Theory and Performance Evaluation. Springer-Verlag, New York, 1994.
- [4.3.15] Sharma, R. L.: Network Topology Optimization: The Art and Science of Network Design, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990
- [4.3.16] Spohn, D. L.: Data Network Design. McGraw-Hill, New York, 1993.

4.4. Távbeszélő hálózatok

Szerző: Dely Zoltán

Lektor: dr. Sallai Gyula

A távbeszélő-technika több mint 125 éves története során a távbeszélő hálózatok a világon elterjedtek és azt szinte tökéletesen lefedik. Soklépcsős fejlődésen keresztül egyre magasabb színvonalon valósították meg eredeti céljukat, a beszédátvitelt, a kiegészítő, kényelmi szolgáltatások folyamatosan bővülő készletével társítva. A kezdetben minden elemében a beszédátvitelt szolgáló hálózat differenciálódott, különvált a kapcsolt *forgalmi hálózat* és az *átviteli hálózat*, mely utóbbi közös hordozójává vált a különböző célú *forgalmi hálózatoknak*: adathálózatok, mobil hálózatok, stb. Az átvitel és a kapcsolás digitalizálása lehetővé tette a beszédátvitel mellett adatok átvitelét is, megszületett a keskenysávú ISDN, amely a digitális távbeszélő hálózat többszolgáltatású kiterjesztésének tekinthető. Azonban a mindeddig alapelveként megtartott *áramkörkapcsolás* korlátjává vált a megnövekedett és nagyon változó átviteli sebességigényű szolgáltatások közös hálózaton való gazdaságos megvalósításának. A jövő sokszolgáltatású integrált hálózata – mai ismereteink és elképzeléseink szerint – a *csomagkapcsolás* elvén alapul.

A mobil hálózatok az utóbbi években felgyorsult, intenzív fejlődéssel átvették a vezető szerepet a beszéd szolgáltatások terén. A távbeszélő és ISDN hálózat, bár szolgáltatásai helyhez kötött végpontokon érhetőek el, ma már gyakorlatilag – igény esetén – minden épületbe elér. Ezért a távbeszélő hálózat *kapcsolt hozzáférési* megoldásként használatos más szolgáltatási célú hálózatok számára, amelyeknek nincs a széles használói közönséget elérő saját hozzáférési hálózatuk. Így például ez az eszköze az Internet eljuttatásának a lakossági használókhoz.

A kiterjedt vezetékes hozzáférési hálózat a távbeszélő hálózat legköltségesebb szegmense, ezért igen nagy az értéke. A hagyományos rézvezetős előfizetői hálózat a *DSL* (digital subscriber loop/line) digitális átviteltechnikai megoldásokkal többszörös kihasználásúvá válik: a távbeszélő, illetve ISDN használat

mellett, azoktól függetlenül szélessávú hozzáférésként használható, például adathálózatokhoz.

Ebben az alfejezetben a távbeszélő hálózatot, mint önálló forgalmi hálózatot tárgyaljuk, elhatároljuk az átviteli hálózattól, azonban bemutatjuk viszonyukat. Áttekintjük a távbeszélő hálózat legfontosabb sajátosságait, az áramkörkapcsolást, a hálózatra vonatkozó elvárásokat és a hálózat kialakítását meghatározó tényezőket. Bemutatjuk a forgalmi struktúrákat és a forgalomirányítási rendszereket, a ma használatos megoldásokra fókuszálva. Nem célunk a fejlődés történetét részletezni, korábbi állapotokra csak röviden, az összefüggések megértését segítő szándékkal térünk ki.

4.4.1. A távbeszélő hálózat sajátosságai

Forgalmi és átviteli hálózat

A távbeszélő hálózat beszédátviteli távszolgáltatásokat nyújtó forgalmi hálózat, amely a kapcsolást végző központokból és az azokat összekötő áramkörnyalábokból áll.

A *forgalmi áramkör* egyidejűleg egy *hívás* lebonyolítására alkalmas, kétirányú kommunikációt valósít meg és fogalma hasonlatos egy gráf-éléhez: hossza és nyomvonala érdektelen, csak az számít, hogy melyik két központot köti össze. A távbeszélő hálózat ráépített hálózatként az *átviteli hálózat* átviteli képességeit veszi igénybe a forgalmi áramkörök megvalósítására. Az átviteli hálózat átviteli csomópontokból és fizikai áramkörökből áll. Az átviteli csomópont lehet szakaszvégpont, ahol átviteli végberendezések, multiplexek vannak, továbbá elágazási pont, ahol multiplexekkel és/vagy rendezőkkel különböző irányok fizikai áramkörei összeköthetők, illetve elágaztathatók. A fizikai áramkörnek a nyomvonala és – a tárgyalás céljától függően – a technikája, és számos más paramétere is meghatározó. A forgalmi áramkörök számára ezek a fizikai sajátosságok mindaddig érdektelenek, amíg a központok felületeihez illeszkedő, adott tulajdonságú (pl. digitális hálózatokban 64 kbit/s sebességű) átviteli csatornákat nyújtanak. A két hálózat viszonyát, illetve eltérő jellegét szemlélteti a 4.4.1. ábra egy egyszerű háromközpontos példán. Az a) ábra a forgalmi hálózatot, a b), c) és d) ábrák ennek az egy forgalmi hálózatnak három különböző lehetséges átviteli hálózati (fizikai) megvalósítását mutatják.

Az előfizetői végberendezés és az előfizetői központ (*határcsomópont*) közötti előfizetői, vagy *hozzáférési hálózat* esetében a forgalmi és az átviteli hálózati szintek szétválasztása még nem általános, azonban a multiplex, osztott használatot biztosító rendszerek terjedésével, a több-szolgáltatású hozzáférési hálózatok kiépülésével folyamatban van (ld. DSL rendszerek).

Áramkörkapcsolás

A távbeszélő hálózat igénybevétele hívások kezdeményezésével történik. A hívás kiszolgálásához a hálózat központjai a forgalmi áramkörök összekapcsolásával egy hívásutat építenek fel a hívó és a hívott között. Ez adott átviteli kapacitással a hívás teljes időtartama alatt az adott híváshoz tartozik, függetlenül a ténylegesen átvitt információtól, annak időben változó tényleges intenzitásától (valós áramkör-alapú kapcsolat, v.ö. 4.1.1. szakasz). Ki kell hangsúlyoznunk, hogy a távbeszélő hálózatban az áramkörkapcsolás a központokban valósul meg és független az átviteli hálózat technikájától. A kezdetben fémes kapcsolást a digitalizálás során felváltotta a be- és kimenő időosztásos jelfolyamok megfelelő időréseinek összerendelése. A

digitális átviteli hálózatban a legelterjedtebben szintén időosztásos jelfolyam időrései képviselnek egy áramkört, de az átvitel már csomag (pl. ATM cella) alapú virtuális áramkörök formájában is lehetséges.

Forgalom

A távközlési forgalom a hálózat valamely elemének, kiszolgáló egységének (kapcsoló egység, átviteli szakasz, stb.) átlagos foglaltságát, igénybevételét jelenti. A távbeszélő hálózatban a forgalom a hívásokkal, azok összességével kapcsolatos, hiszen a hívásút felépítése során foglaljuk le a csomóponti eszközöket és az azokat összekötő forgalmi áramköröket. Megjegyzendő, hogy a távbeszélő hálózat az átviteli hálózatban az egyes központ-párok között a várható igénybevételre méretezett áramkörnyalábokat, és az azokat megvalósító, megfelelő kapacitású átviteli utat foglalja le, tartósan. Ezt a tartós lefoglalást az átviteli hálózat szempontjából lehet forgalomnak tekinteni, azonban a távbeszélő hálózat tárgyalásánál forgalomnak csak a használók által kezdeményezett hívások általi átlagos igénybevételt tekintjük.

Veszteséges kiszolgálás

Az áramkörkapcsolt távbeszélő hálózat fontos sajátossága, hogy a forgalmat veszteséges módon szolgálja ki: ha az egyes hívások számára a forgalomirányítási rendszerben lehetséges szakaszokon, kiszolgáló egységekben a hívás elakad, nem található szabad csatorna a felépítendő forgalmi útvonal következő szakasza számára, akkor a hálózat a hívást visszautasítja, azaz az adott híváskísérlet elvész. Más szóval a távbeszélő hálózat kiszolgáló egységeiben nincs mód várakozásra.

A hálózat kialakítására ható tényezők

A hálózat tervezésekor az alapvető cél az igények kielégítése a műszaki megfelelőség és a gazdaságosság összehangolásával, azaz: az előfizetői és forgalmi igények kielégítése a minőségi elvárásoknak megfelelően a műszaki képességek felhasználásával a lehető leggazdaságosabban. A műszaki és gazdasági szempontból optimális hálózat kialakításának tényezői: előfizetői és forgalmi igények, szolgáltatás minőségi követelmények, a hálózat elemek tulajdonságai és képességei, továbbá költség-jellemzői, a meglévő hálózat

adottságai, a környezeti feltételek, telepítési korlátok, valamint műszaki és szabályozási követelmények, előírások.

a) Előfizetői igények

- a hálózat lehetséges használóinak, leendő előfizetőinek földrajzi eloszlása: prognosztizálni kell az előfizetői igényeket a forgalmi szokásaik, forgalmi igényük mértéke és más sajátosságai, pl. irányultság szerinti eloszlása alapján különböző *használói kategóriákban*, piaci szegmensekben;
- az igénylők területi eloszlása nagyvárosi területeken folytonosként írható le, míg vannak elszórt és csomósodottan elhelyezkedő igények;

b) Forgalmi igények

- az időben változó forgalmi igények mértékadó értéke, amit a hálózat tervezésénél figyelembe veszünk a *forgalmas órai forgalom*, amit a forgalom napi és heti lefolyásának ismeretében határozunk meg;
- *fajlagos forgalmi* paraméterek előfizetői kategóriánként, azaz átlagosan egy előfizető forgalmi igénye, és annak megoszlása helyi, belföldi és nemzetközi viszonylatok között;

c) Szolgáltatás-minőségi követelmények

- a távbeszélő hálózatra vonatkozó követelmények egy része a *beszédátvitel minőségére* vonatkozik: zaj, csillapítás, torzítás, késleltetés, stb.
Ezek az átviteli jellemzők és az eredő mértékükre vonatkozó követelmények az analóg hálózatokban nagyon fontosak, a hálózat egészére kihatnak. Digitális hálózatok központközi részében az átviteli hálózatban megoldható ezek kielégítése, így a távbeszélő hálózat struktúrája az átviteli minőségi paraméterektől közel függetlenül alakítható; az előfizetői hálózatban, annak rézvezetős analóg jeleket használó szegmenseiben tekintettel kell lenni az áthidalható távolságra;
- a szolgáltatás szintjét a távbeszélő hálózatban a forgalmas órai hívások megengedett veszteségével adjuk meg: a felajánlott hívások hány százalékát utasíthatja vissza a hálózat a kiszolgáló egységek foglaltsága miatt;

d) Központ jellemzők és képességek

- a központok híváskezelési, forgalomirányítási képességei meghatározzák a távbeszélő hálózat szolgáltatásait, és lényeges hatással vannak a hálózat kialakítására is;
- a központok csatlakozó felületei (interfészei), jelzésrendszerek és hálózatirányítási (menedzselési) rendszerek, képességek;

- a központok összetett rendszerek, melyek felépítése, a különböző funkciójú egységeik alapmoduljainak kapacitása és ezek variálhatósága, valamint a kiépíthető legnagyobb kapacitás meghatározó fontosságú;
- a központok áramkörei részét képezik a felépített hívásutaknak, ezért átviteli jellemzőik is számíthatnak (a digitális központokból álló, digitális átviteli hálózatra épülő távbeszélő hálózatban az átviteli jellemzők a hálózat kialakítását már nem befolyásolják);

e) A hálózatelemek költségstruktúrája

- a hálózat kialakítására döntő hatással van a hálózat-elemek költségstruktúrája, különösen a csomóponti eszközök (központok és átviteli végberendezések) költségeinek és az átviteli út távolságtól függő költségének aránya.

4.4.2. Forgalmi struktúrák

A távbeszélő hálózat két, alapvetően különböző jellegű szegmensre, részhálózatra osztható: az előfizetői végpontokat az első helyi (ill. előfizetői) központtal összekötő *előfizetői hálózatra* és a helyi központok közötti kapcsolatokat felölelő *központközi hálózatra*.

Előfizetői (hozzáférési) hálózat

Az előfizetői vagy más szóval hozzáférési hálózat *forgalmi értelemben* hagyományosan csillag-struktúrájú: minden előfizetői végpont számára egy forgalmi áramkör lehetséges a központ előfizetői fokozatáig, útvonal-választás nélkül. A műszaki megvalósítás lehetőségei a rézvezeték-től a fényvezetékön keresztül a vezeték-nélküli rendszerekig terjednek, beleértve ezek kombinációt is. A rézvezetékes hálózatokban fizikailag egy érpár áll egy előfizető rendelkezésére. Az előfizetői hálózat gazdaságossága osztott használatú eszközök alkalmazásával javítható. Figyelembe véve egy részterület előfizetőinek fajlagos forgalmi igényeit és szokásait, *forgalomkoncentráló eszközök* alkalmazásával a kitűzött szolgáltatási szint az előfizetői hálózat bizonyos szakaszain az előfizetők számánál kevesebb csatornával is biztosítható.

Az elektronikus eszközök alkalmazása lehetővé tette nagyobb távolságok gazdaságos áthidalását és ezzel nagyobb területek egyetlen központtal való ellátását. Az elektronikus, forgalom-koncentráció *kihelyezett előfizetői fokozattal* sikeresen megvalósító. A mai digitális kapcsolástechnikával igen nagy, akár több

számozási körzetet is lefedő terület ellátható egyetlen *host* (anya-) központtal és általa vezérelt több kihelyezett fokozattal.

Központközi hálózat

Az előfizetői központok tápterületeinek kialakítása nyomán adottak a központközi hálózat alappontjai, a helyi központok. A forgalmi érdekeltég általában a közigazgatási, gazdasági, kulturális szempontból egy terület egységbe tartozó központok között erősebb, a távolsággal pedig csökken. A hálózat gazdaságos felépítése egy többszintű csillag-struktúra, amely illeszkedik a többszintű terület-beosztáshoz: több helyi hálózat alkot egy elsőszintű (primer) területet, több primer terület alkot egy második szintű (szekunder) területet, és így tovább.

Minden területen egy kiemelt központ – a terület forgalmi centruma – *tranzitálja* a forgalmat a terület többi központja között, és *kapu-központként* lebonyolítja a terület ki- és bejövő forgalmát a többi terület felé. Így egy hierarchikus struktúrát kapunk, amely a távbeszélő hálózat hagyományos, általános struktúrája. Bármely két központ között egy meghatározott forgalmi út áll rendelkezésre, más szóval az ilyen hálózat *egyszeres összekötöttségű*. A területek kapu központjai koncentrálnak a távolabbi területek közötti forgalmat, ezzel biztosítják a hálózat távolsági szakaszainak kihasználtságát.

A távbeszélő hálózatot a hierarchia mentén helyi és helyközi hálózatra, az utóbbit körzeti és helyközi tranzithálózatra osztjuk. A belföldi (nemzeti) hálózat *nemzetközi (kapu) központokkal* kapcsolódik a nemzetközi hálózathoz. A hálózat szintjeinek száma a forgalom növekedésével, a hálózatelemek fejlődésével és a költség-struktúra módosulásával fokozatosan csökkent. A hazai hálózat 1974-ben a crossbar kapcsolástechnika bevezetésével 5-ről 4 szintűre, majd 1990-ben a digitális központok elterjesztésével 3 szintűre változott, mindkét esetben fokozatosan, több éves átmenettel.

Ha egy többközpontos hálózatban, hálózatrészben a központok között páronként erős forgalmi érdekeltég van, nincs kitüntetett vonzópont, célszerű a *szövevényes* struktúra, azaz közvetlen áramkör-nyaláb köti össze páronként a központokat. Ez a hatékony megoldás nagyvárosok helyi hálózatában és nagy méretű és forgalmú hierarchikus hálózatok legfelső szintjén is.

A hazai távbeszélő hálózat struktúrája

A hazai távbeszélő és ISDN hálózat³ primer körzeti hálózatokra és az azokat összekötő helyközi tranzithálózatra tagolódik. A helyközi tranzithálózat kétszintű, a felső, szekunder szint központjai szövevényesen kapcsolódnak egymáshoz. A nemzetközi központok a hálózati hierarchiában a szekunder szinten helyezkednek el. A primer körzeti hálózatok elvileg szintén kétszintűek, azonban a legtöbb körzet egyközpontos. A jelenlegi trendek (igények stagnálása, sőt némelykor csökkenése, a host központok kapacitásának növekedése) a hálózat további egyszerűsödését, a jelenlegi 3 szint 2-re való csökkenését hozhatják. A különböző szintű kapcsolási funkciókat a legtöbb esetben összevontan egy kapcsoló eszköz valósítja meg.

A budapesti helyi hálózat egy különleges primer körzeti hálózat: a belső, helyi tranzitálást két azonos szerepű tandem központ végzi, a helyközi tranzithálózat felé a kapu szerepet külön primer központok látják el. A kettős tranzit központok növelik a hálózat hibatűrő képességét, a hálózatban kettős összekötöttséget biztosítanak. Gazdaságosan alkalmazhatók egy terület tranzit funkciójában, ha a forgalmi igény

³ A 2001. 12. 23-án hatályba lépett szabályozással induló verseny kezdetén fennálló állapot a 26/1993 KHVM rendelet szerint.

elegendően nagy két központ kihasználására. Kettős tranzit központok a jelenlegi hálózatban a budapesti tandem és a kombinált primer-szekunder központok, valamint a nemzetközi központok. A kettős összekötöttség úgy általánosítható, ha például minden primer központot két szekunder központhoz kötünk, a forgalmat megosztva.

Megjegyzendő, hogy amíg a koncessziós időszakban az egyes szolgáltatók hálózatai a vázolt struktúrába illeszkedtek, a liberalizált szabályozás mellett adott földrajzi területeken párhuzamosan jelennek meg. Az egyes körzetek részleges lefedése lényegesen kevesebb kapcsoló ponttal építhető ki gazdaságosan, mint az eddigi struktúrában.

4.4.3. Forgalomirányítási rendszerek

Az áramkörkapcsolással működő távbeszélő hálózatban a forgalomirányítás feladata a hívások útvonalának megválasztása a kezdő és a végpont között. Ez nyilván akkor jelent csak problémát, ha a hálózat struktúrája különböző irányválasztási lehetőséget ad, azaz a központ-párok között általában egynél több út lehetséges.

Az előző szakaszban leírt több-szintű csillagstruktúránál említettük, hogy azon bármely két központ között egyetlen útvonal adott. Ez az útvonal biztosítja a különböző viszonylatok forgalmának közös útra, közös eszközökre koncentrálását és ezzel az eszközök hatékony kihasználását. Másfelől azonban, a központ-párok többsége számára szükségszerűen egy vagy több tranzit központon keresztül biztosít összeköttetést, ami emeli a hívásutak költségét. Ha a hálózatot kiegészítjük haránt áramkörnyalábokkal, amelyek a hierarchiában össze nem rendelt központokat kötnek össze, alkalmassá válik forgalomirányítás bevezetésére, melynek elsődleges célja a hálózat gazdaságos kialakítása: az elegendően nagy forgalmú viszonylatokban közbenső kapcsolóeszközök igénybevétele nélkül bonyolítjuk le a forgalmat, míg a kis forgalmú viszonylatok számára a közös utakat használjuk.

Hívásfelépítési elvek

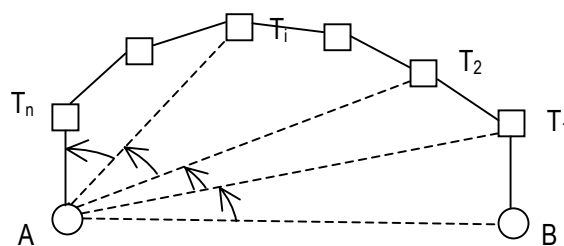
Távbeszélő hálózatokban a legelterjedtebb a hívás-felépítési mód a *vándorló pontos vezérlés*, ami azt jelenti, hogy minden tranzitpont önállóan választja

meg a hívásút következő szakaszát. Analóg központok esetén a tranzitpontok úgy irányítják a hívást, mintha ott kezdeményezték volna. Digitális központoknál a kimenő irány kiválasztásánál az is figyelembe vehető, hogy a hívás melyik nyálábon érkezett a központba.

A vándorlóponthoz vezérlés a gyakorlatban nagyon jól működik. Elvileg lehetséges hátránya, hogy egy szakasz kiválasztásánál nem ismert a következő tranzitpontra túli hálózat állapota, ha ott nincs szabad út, a hívás elvesz. A hálózat helyes méretezésével, és a már több szakaszt foglaló hívások prioritizálásával ennek gyakorlati kockázata csekély.

Hierarchikus irányítási rendszerek

Az irányítási rendszer hierarchikus, ha bármely forgalmi irány számára adott, hogy túlcsoportosítás esetén melyik további utak és milyen sorrendben választandók, függetlenül az arra az irányra felajánlott hívások céljától és korábban vizsgált irányaitól. Ez azt jelenti, hogy bármely A-B viszonylat számára a $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n$ tranzitpontok választási sorrendje kötött és az A- T_i viszonylat számára a felsorolt tranzitpontok közül csak a T_i utániak megengedettek (4.4.3. ábra). Ez praktikus módon úgy biztosítható, hogy a hálózat váza hierarchikus, többszintű csillag-struktúra és egy tranzitpontban a lehetséges haránt szakaszok abban a sorrendben választandók, ahogyan végpontjuk egyre közelebb esik a vázhálózati útvonalon.



A) *Direkt-utas irányítás* - ha a hálózat működése során a tranzitpontokban minden célpontra adott a választandó irány, amit a tervezés során határozunk meg a vázhálózati szakasz és a lehetséges haránt nyálábok közül. Alkalmazásának oka a központok korlátozott képessége.

B) *Alternatív irányítás* - ha a központok több lehetséges kimenő irányon adott sorrendben szabad áramkört keresnek és az első szabad irányt választják. Ehhez a központok megfelelő képessége szükséges. Mivel az egyes haránt irányok

foglaltsága esetén az alternatív irányítási rendszer további szabad utat keres és a hívást csak akkor utasítja vissza, ha az utolsó választású (vázhálózati) nyaláb is foglalt, lehetővé teszi a *nagy-kihasználtságú nyalábok* alkalmazását. A nagy-kihasználtságú nyaláb torlódás valószínűsége nagy, de a torlódó forgalom továbbjut (túlcsordul) a következő választású irányokra, végső soron a vázhálózatra. Csak a vázhálózati szakaszokat kell kisveszteségre méretezni, azonban ezek több viszonylat koncentrált forgalmát viszik, a hierarchikus viszonylat forgalmával együtt, így általában viszonylag nagy, megfelelő kihasználtságú nyalábban.

Nemhierarchikus irányítási rendszerek

Ha a hálózat struktúrája szövevényes, a központok között nincs hierarchia, az irányítás időszakoktól vagy a hálózat állapotától függően változik, akkor *dinamikus*, illetve *adaptív* nemhierarchikus irányításról beszélünk. Ezek csak digitális (programvezérelt) központokkal valósíthatók meg, amelyek irányítási táblái időszakonként változnak, vagy egy hálózatvezérlő központ a hálózat állapotának figyelése és kiértékelése alapján határozza meg és adja meg az irányítási táblákat.

Irodalomjegyzék

- [4.4.1] Wilkinson, R.I.. Theories for toll traffic engineering in the USA. Bell System Techn. Journ. Vol. 35. No.2. 1956.
- [4.4.2] Larsson, T.: Technical long-range scheme of a country advanced in telecommunications. 3rd Telecom Forum, Part 2. No.311. Geneva, Sept. 1979.
- [4.4.3] Lajtha, Gy., Borsos, K., Sallai, Gy., Papp, Z.: A change of the cost-effective network hierarchy. 3rd Telecom Forum, Part 2. No.354. Geneva, Sept. 1979.
- [4.4.4] Sallai Gyula (szerk.): Távközlő hálózatok forgalmi tervezése. KÖZDOK, 1980.
- [4.4.5] Sallai Gy., Papp, Z.: A statistical method for optimizing hierarchical networks. First Internat. Telecommunication Network Planning Symp. pp. 131-137. Paris, 1980.
- [4.4.6] Sallai Gy., Dely Z.: Modular engineering and full grouping theorems for alternate routing networks. 10th Intern. Teletraffic Congress, No. 4.3 B-2. Montreal, 1983.
- [4.4.7] Ash, G. R., Kafker, A.H., Krishnan, K.R.: Intercity dynamic routing architecture and feasibility. 10th Intern. Teletraffic Congress, No. 3.2.2. Montreal, 1983.
- [4.4.8] Sallai Gy., Dely Z.: Dimensioning alternate routing networks with overload protection. 11th Intern. Teletraffic Congress, pp. 189-194. Kyoto, 1985.
- [4.4.9] Roosma, H. A.: Optimization of digital network structure, 11th Intern. Teletraffic Congress, No. 2.4A-4. Kyoto, 1985.
- [4.4.10] Girard, A., Cote, Y., Quimet, Y.: A comparative study of nonhierarchical alternate routing. 2nd Internat. Telecommunication Network Planning Symp. pp. 70-74, Brighton, March 1983.
- [4.4.11] Sallai, Gy.: Computerized planning of telecommunication networks. Journ. Communications, Vol. XLII. March 1991. pp. 20-26.
- [4.4.12] Dely Z., Pauka L., Balogh I.: No.7-es jelzeshálózatok. OKTIG jegyzet, 1995.

[4.4.13] Dely Z.: Jelzeshálózatok kialakítási lehetőségei. PKI Napok előadás, 1995.

[4.4.14] Kovács Oszkár (szerk.): A keskenysávú ISDN kézikönyve. Távközlési Könyvkiadó, 1997.

4.5. Adathálózatok

Szerző: Mazgon Sándor

Lektor: dr. Bartolits István

Az adathálózatokban adat-végberendezések (végrendszerek) cserélnek adatokat más adat-végberendezésekkel (végrendszerekkel) vagy hálózati eszközökkel. Az adatcserét mind az adat-végberendezések, mind a velük kommunikáló hálózati berendezések protokollnak nevezett adatcsere-szabályok szerint bonyolítják le. Ebben az értelemben számítógép-hálózatok is adathálózatok. Ebben az alfejezetben az adathálózatokkal általában foglalkozunk, azon belül nagyobb figyelemmel az adatkapcsolati réteg kérdéseire.

Az adathálózatokban minden adatcsere adatáramkörön továbbított jelek adásával és vételével történik. Ha az adat-végberendezések sok viszonylatban bonyolítanak adatcserét az egyes viszonylatokban kiépített közvetlen adatáramkörök helyett hálózatot képezünk, és a hálózati csomópontok közötti adatáramköröket használva több szakaszon át adatáramkorról adatáramkörre továbbítva juttatjuk el az adatjeleket a rendeltetési pontra. Áramkörmódú (valós áramkör-alapú) hálózatok az adatjelek továbbítása előtt teljes összeköttetést építenek fel, majd az adatcsere befejezése után lebontják az összeköttetést. Ezzel szemben a tároló-továbbító elven működtetett hálózatok az adatjelek továbbításához nem építenek fel összeköttetést, hanem a rendeltetés irányában rendelkezésre álló valamelyik adatáramkörön továbbítják az adatokat. Továbbítás előtt az adatok a hálózat közbenső csomópontjainak tárolóin várakoznak a következő útszakasz adatáramkörének felszabadulásáig, amíg az mások üzeneteinek továbbításával van elfoglalva. A várakozás egyszerűsítésére és a jobb kezelhetőség érdekében az elvileg korlátlan méretű üzenetet véges méretű csomagokra vagy cellákra bontjuk, és ennek technikája szerint beszélünk kerettovábbító, csomagüzemmódú és cellaalapú hálózatokról. Ehhez a technológiához egyaránt alkalmazkodhat az átviteli berendezések nyálábképzése és a csomóponti berendezések kapcsolástechnikája.

4.5.1. Adatátviteli hálózatok osztályozása

Sokféle szempontból lehet osztályozni a hálózatokat.

a.) Az első szempont az ipari kör vagy használói közösség, akik számára az adott hálózat elérhető és adatátviteli szolgáltatások hordozója. Egyes adathálózatok bárki számára szabadon elérhetőek, tehát **nyilvánosak**, mások csak meghatározott használói csoportokat szolgálnak. Ez utóbbiak **magánhálózatok** és szolgáltatásaikat többnyire forgalommérés és elszámolás nélkül, tehát ellenszolgáltatás nélkül nyújtják. Virtuális magánhálózatok viszont a nyilvános adathálózatok zárt használói csoportjait úgy szolgálják ki, mintha a „nyilvános” használóktól el lennének különítve.

b.) A második szempont az adathálózatban alkalmazott **technológia**, mely nagyban összefügg a hálózat kiterjedésével is. Minél nagyobb távolságot fog át az adott adathálózat, annál fontosabb költségtenyező a sáv szélesség, a válaszidő, a kommunikáció helyreállítása. Ezért állandó a technológiák fejlesztése, hogy folyamatosan illeszkedjék a változó igényekhez, hogy egyre robusztusabb, hatékonyabb megoldásokat kínálhasson az alkalmazások folyamatosan kiterjedő, bővülő világa számára. Nagy, világméretű adathálózatokon a tengeralatti kábelek és a műholdas összeköttetések segítségével bonyolódik a nemzeti, regionális és kontinentális adathálózatok között folyó nemzetközi adatforgalom, másrészt vannak olyan „kis kiterjedésű” adathálózatok, amelyek egyetlen hajó, repülőgép vagy jármű irányító, szabályozó és kezelő szerveit, azaz vezérlő processzorait és folyamatait fogja össze egyetlen hálózatba. A legtöbb adathálózat sem magában álló, minden más hálózattól elkülönülő hálózat, hanem bizonyos kapcsolattal rendelkezik a külvilág felé, más hálózatokhoz. Ezért az alkalmazott technológia függ a hálózatok közötti együttműködés, a kölcsönös információcsere követelményeitől is.

c.) Harmadik szempont az alkalmazott adatátvitel módja. A adathálózatot adatforgalomra kell tervezni, de figyelembe kell venni azokat a szempontokat is, amelyek az egyes adathálózati összeköttetésekben alkalmazott adatátviteli módból következnek. Azt például, hogy a hálózatot összeköttetés alapú avagy összeköttetésmentes módú hálózati működésre tervezzük. Részleteket lásd a 4.5.2. szakaszban.

Az adathálózati osztályozás további lehetőségét mutatja a 4.5.1. táblázat, amelyben a felhasználói kör számára hasznosítható formában adatátviteli megoldásokat állítottunk szembe egymással. A 4.5.2 táblázat az egyik hagyományos felosztásmódot mutatja a hatótávolság szempontjából, míg a kapcsolásmód alapján való felosztást mutat a 4.5.3. táblázat.

4.5.1. táblázat. Adathálózati megoldásmódok

Megnevezés	analóg - PSTN	digitális 64 kb/s kapcsolt magán-hálózat	X.25	Bérelt vonal	Kerettvábbítás (FR)	xDSL	Kábeltvé	ISDN	ATM (szélessávú B-ISDN)
Fajta	Nyilvános vonal-kapcsolt összeköttetés	Vonalkapcsolt magánhálózati összeköttetés	Csomagkapcsolt, nyilvános vagy magánhálózat	Pont-pont magán-összeköttetés	Csomagkapcsolt, nyilvános vagy magánhálózat	Áramkóralapú üzemmódú	Pont-pont magán-összeköttetés	Nyilvános, vonal- és csomagkapcsolt	Cellaalapú üzemmód
Bitsebesség	adatmodemtől függően 9.6-33,3 kb/s (14.4 kb/s tipikus)	64 kb/s	≤64 kb/s	E1: 2 Mb/s, E3:34 Mb/s	64 kb/s - 2 Mb/s	64 kb/s - 140 Mb/s (technológiától függően)	<140 Mb/s adatra és videóra	64-128 kb/s (BRI) 2 Mb/s (PRI) mind beszéd-, adat- mind videokommu.- ra	Beszéd, hang, adat, videó: 2 Mb/s-622 Mb/s (tipikusan 25-155 Mb/s)
Alkalmazás	Beszédhívás és adathívás elkülönül	Beszédátvitel és adatátvitel elkülönül	Gép-gép és gép-terminál protokoll hatékony ha stabil, nagy megbízhatóságú csomagtovábbításra van szükség	Nagysebességű beszéd és adatátvitel tranzakció-alapú környezeti alkalmazásokhoz és Internet eléréshez	Adatátvitelre és pont-pont környezetre optimalizálva ha az alaphálózat eléggé stabil és megbízható	Adathívás (Internet-eléréshez, távoli LAN-eléréshez), videóhívás (videókonf.-hoz, igény szerinti videóhoz)	Sajáthasználátú online Internet és információkeresés, LAN-összeköttetés és videósolgáltatás, csatlakozás nyilvános hál.-hoz	A digitális előfizetői vonalon integrálja a beszéd-, adat- és videokommunikációt	Beszéd, hang, adat, videó egyformán optimálisan kapcsolt (cellakapcsolási technológiával)
Végpontok gazdaságos száma	Korlátlan	Korlátlan	Korlátlan	Csekély	Bérelt vonalak helyett néhány pont között, X.25 helyett több pont között is költséghatékony	Korlátlan de csak a helyi hozzáférés tekintetében	Korlátlan	Korlátlan	Nagyforgalmú, úttörő alkalmazók, előbb főként LAN-ok gerincéként alkalmazták
Erősség	Általánosan hozzáférhető, mindenki elérhető, olcsó	Általánosan hozzáférhető, mindenki elérhető, közepesen olcsó, telefonrendszerű a számozása, együttműködtethető ISDN-el	Általánosan hozzáférhető, mindenki elérhető, lüktető forgalomra hatékony, automatikus a hibajelzés és a hibajavítás, biztonsági szolgáltatások, szabványosak a protokolljai	Nagysebességű, magas szinten menedzsel, megbízható, biztonságos, szabványos; Internethez közvetlen kapcsolódhat	Nagysebességű, csekély a változékonysága (latency), igény szerinti a sáv szélessége. könnyen skálázható, szabványosak a protokolljai, pont-pont kapcsolatot szolgáltat	Egyidejű digitális szélessávú adatátviteli és telefon szolgáltatás, multimédia alkalmazásokat is kiszolgál	Igen nagysebességű, meglévő infrastruktúrán alapul, gyorsan létesül	Nagysebességű; integrált vonalán digitálisan kezeli az adatot, beszédet, képet, hangot, videót, gyors hívásfelépítés, biztonságos, megbízható, stabil digitális kapcsolatrendszer, lüktető forgalomra is hatékony, szabványosak az eljárásai	Igen nagysebességű; integrált vonalán digitálisan kezeli az adatot, beszédet, képet, hangot, videót, gyors hívásfelépítés, biztonságos, megbízható, stabil digitális kapcsolatrendszer, lüktető forgalomra is hatékony

4.5.1. táblázat. Adathálózati megoldásmódok (folytatás)

Megnevezés	analóg - PSTN	digitális 64 kb/s kapcsolt magánhálózat	X.25	Bérelt vonal	Kerettovábbítás (FR)	xDSL	Kábeltévé	ISDN	ATM (szélessávú B-ISDN)
Gyengeség	Korlátozott és fix a sávszélessége, állandóval szemben a lüktető forgalomra nem hatékony, menedzselése szállítófüggő	Csak adatátvitelt kezel, ISDN-hez képest korlátozott a sávszélessége, szolgáltatók elnyomják, sajátos vonalcsatlakozó berendezést igényel	Korlátozott a sávszélessége, mivel hibajelzése teljesítménycsökkentő és költségnövelő, LAN-közi kapcsolatra csak határesetben alkalmas	A teljesen összekötött hálózat (mindenki mindenkivel) nagyon költséges	ISDN-hez képest drága, egyéni hozzáférési utat igényel, nem általánosan hozzáférhető, költséges és bonyolult a változtatása vagy áthelyezése	Szabványai és infrastruktúrája fejlesztés alatt állnak, a kiszolgált körzet hatótávolsága korlátozott, az adatátviteli áramkör csatornaszimmetriája változó	Még fejlesztik, beszedátviteltől elkülönül, használókat sávszélességre bocsátja, nincs tűzfala, ügyféltámogatása gyenge, többnyire egyirányú	Európán kívül nem egységes, esetenként ellentmondó tarifálású, nehézkes a létesítés és a konfigurálás	Nem mindenütt hozzáférhető, egyes szabványrészeit még fejlesztik, elérhető gyártmányai drágák, egyesek szabványok hiánya miatt együttműködési nehézséggel terheltek
Díjlemek	Belépési díj (egyszeri és változó); havi alapidj és használati/forgalmi díj	Belépési díj (egyszeri és változó); havi alapidj és használati/forgalmi díj	Belépési díj (egyszeri és változó); havi alapidj és használati/forgalmi díj	Belépési díj (egyszeri és változó); havi átalánydíj sávszélesség- és távolságfüggő	Belépési díj (egyszeri és változó); havi átalánydíj sávszélesség- és távfüggő különböző engedményekkel		Belépési díj (egyszeri és változó); havi átalánydíj és használatfüggő díj	Belépési díj (egyszeri és változó); havi alapidj és használati/forgalmi díj	Esetről-esetre változó díjazás

4.5.2. táblázat. Adathálózatok osztályozása hatótávolságra

Nyilvános/Magán	Nyilvános adathálózat	Magán adathálózat				
Elnevezés	Nyilvános adathálózat	Nagykiterjedésű adathálózat	Nagyvárosi adathálózat	Lokális adathálózat	Kis kiterjedésű adathálózat	Eszközön belüli adathálózat
Rövidítés	PDN	WAN	MAN	LAN	SAN	DAN
Hatótávolság	korlátlan	≥ 100 km	≤ 100 km	≤ 10 – 35 km	≤ 100 – 500 m	≤ 10 – 35 m
Lefedtettség	Nemzeti és nemzetközi PDN-ek függetlenek a terület nagyságától és az abban lévő körzetek számától	Igen sok rendszer kapcsolódhat több különböző körzetből, főként LAN-ok és MAN-ok	Sok rendszer kapcsolódhat egyetlen nagy körzetből, főként LAN-ok	Több rendszer kapcsolódhat egy épületben vagy „egyetemvárosnyi” területen	Több eszköz kapcsolódik egyetlen berendezésen vagy járművön belül (hajó, vonat, repülő stb.)	Egyetlen kiterjedt eszközt behálózóan sok egység kapcsolódik közös közegen át
Interfészek szabványossága	Nemzetközi ITU-T ajánlásokban előírt interfészek	Világszabványos interfészek	Szabványos interfészek	Szabványos interfészek pl. ISO 8802 azaz IEEE 802	Több szállító közös gyári interfésze	Az egyetlen szállító saját gyári interfésze
Együttműködőképesség	Bármely végberendezésnek OSI értelemben nyílt rendszernek kell lennie	Igen sok nyílt rendszer képes együttműködni, főként OSI alapon	Igen sok nyílt rendszer képes együttműködni, közös, pl. OSI alapon	Igen sok nyílt rendszer képes együttműködni, közös alapon	Eszközcsoportok sajátos szabályaik és eljárásaik szerint vannak kölcsönhatásban	Az eszközök a szállító sajátos szabályai és eljárásai szerint vannak kölcsönhatásban
Protokollok szabványossága	Nemzetközi ITU-T ajánlásokban előírt protokollok Lásd az 1/X.220 ábrát	Nemzetközi szabványok és egyezmények rögzítette protokollok	Főként nemzetközi szabványos protokollok	Elsősorban nyilvánosan elérhető protokollok	Több szállító közös gyári protokolljai	Egy szállító sajátos gyári protokolljai

4.5.3. táblázat. Kapcsolásmódok összehasonlítása adathálózati szempontból:

Jellemző	Vonalkapcsolás	Üzenetkapcsolás	Csomagkapcsolás: 1. Virtuális hívás	Csomagkapcsolás: 2. Adatgramma	Kerettovábbítás és kapcsolás	Cellakapcsolás
A végszakasz kommunikációs szünetállapota	"A kézibeszélő visszaakasztott" (a vonal szabad) állapota	Üres állapot (a vonal állandóan átvitelre kész) állapotban	Üres állapot (a vonal állandóan átvitelre kész) állapotban	Üres állapot (a vonal állandóan átvitelre kész) állapotban	Üres állapot (a vonal állandóan átvitelre kész) állapotban	Üres állapot (a vonal állandóan átvitelre kész) állapotban
Hívásfelépítés	Adatátvitel előtt a teljes valós út kiépül	Nincs hívásfelépítés,	Adatátvitel előtt egy virtuális utat lefoglal	Nincs hívásfelépítés	Dinamikus hívásfelépítés	Dinamikus hívásfelépítés
Hálózati erőforrás-terhelés a hívásfelépítés előtt és alatt	hívásészlelés, forgalomirányítás, kapcsolás	virtuális pufferkiosztás készen vár minden üzenetközlést	virtuális pufferkiosztás készen vár minden csomagközlést	virtuális pufferkiosztás készen vár minden adatgrammaközlést	virtuális pufferkiosztás készen vár minden keretközlést	virtuális pufferkiosztás készen vár minden cellaközlést
Átviteli csatorna foglalás	végől végig a teljes hívásidőre	szakaszonként egy teljes üzenetre	szakaszonként és csomagonként	szakaszonként és adatgrammanként	szakaszonként és keretenként	szakaszonként cellánként
Elfoglalt csatorna sáv szélessége	valamennyi szakaszon azonos sáv szélesség	szakaszonként eltérő sáv szélesség (trónkvonalakon dinamikusan kiosztott)	szakaszonként eltérő sáv szélesség (trónkvonalakon dinamikusan kiosztott)	szakaszonként eltérő sáv szélesség (trónkvonalakon dinamikusan kiosztott)	szakaszonként eltérő sáv szélesség (trónkvonalakon dinamikusan kiosztott)	szakaszonként eltérő sáv szélesség (trónkvonalakon dinamikusan kiosztott)
Üzenettárolás a csomópontokon	nincs üzenettárolás	teljes üzeneteket tárolják feldolgozás (irányítás) előtt	csomagokat sorban tárolják és továbbítják	csomagokat önálló táviratként tárolják és továbbítják	a kereteket sorban tárolják és továbbítják	a cellákat sorban tárolják és továbbítják
Adegyeségek hossza	tetszőleges	a tároló korlátozza	a csomag legnagyobb hossza hálózatjellemző	a csomag legnagyobb hossza hálózatjellemző	a keret legnagyobb hossza hálózatjellemző	a cella hossza szabványos (48+5 oktett)
Az átviteli idő ingadozása	nincs érzékelhető ingadozás	várakozási és feldolgozási idő erősen ingadozó	várakozási és feldolgozási idő erősen ingadozó	várakozási és feldolgozási idő erősen ingadozó	várakozási és feldolgozási idő erősen ingadozó	várakozási és feldolgozási idő erősen ingadozó
A forgalmi díjazás alapja	a távolság és a hívás időtartama	a továbbított adatmennyiség ill. üzenetméret, valamint a sürgősség	adatszégmensek mennyisége és a távolság	adatszégmensek mennyisége és a távolság	adatszégmensek mennyisége és a távolság	adatcellák mennyisége és a távolság

4.5.2. Adatátviteli hálózatok működése

Az adatátviteli hálózatok szolgáltatásalapúak, azaz felépítésük, működés módjuk, tervezésük stb. nagyjában függ attól, kinek nyújtják szolgálataikat (magáncsoportnak vagy a nyilvánosságnak), és hogy mely szolgálatok ellátására tervezték azokat. A nemzetközileg szabványosított adatátviteli szolgálatok (lásd az ITU-T X.7 és F.600 ajánlásait):

vonalkapcsolt adatátviteli szolgálat (CSDTS)

csomagkapcsolt adatátviteli szolgálat (PSDTS)

kerettovábbító adatátviteli szolgálat (FRDTS)

bérelt áramköri adatátviteli szolgálat (LCDTS).

Az adathálózatok működése még az alábbiaktól is függ:

Összeköttetés-mentes vagy összeköttetés alapú működés

Az összeköttetés-mentes adatátvitelben ritkán használnak sorszámozást és nyugtázást. A sorszámozás nélküli csomagközvetítés azt jelenti, hogy a csomagok egyedi adatgrammaként egymástól függetlenül bolyonganak a hálózatban. Ez a fajta adatátvitel nem igényli, hogy összeköttetést létesítsünk az adattovábbítás megkezdése előtt. Ezért hasonló egy távirat, vagy egy levél feladásához. A helytelen címezés csak akkor derül ki, amikor a hálózat nem képes a kívánt címzettnek kézbesíteni. Többnyire a felsőbb szintű protokollok gondoskodnak a kívánt minőséghez szükséges, az összeköttetés alapú adatátvitelben alkalmazottnál erősebb (robusztusabb) és rugalmasabb hibajelzésről és hibajavításról. Az UDP protokoll összeköttetés-mentes.

Az összeköttetés alapú adatátvitelben majdnem mindig használnak sorszámozást és nyugtázást. Ha a küldőhöz nem érkezik nyugta, akkor ismételi. Ezen a módon képes gondoskodni bármely összeköttetés alapú protokoll az adatok sorrendhelyes kézbesítéséről. Minden protokoll, ha sorszámozást alkalmaz, „összeköttetés alapúnak” és „megbízhatónak” tekinthető. Ez a mód igényli, hogy (valós vagy virtuális) összeköttetést létesítsünk az adattovábbítás megkezdése előtt. Ezért hasonló a telefonhíváshoz (telefonban sem lehet azonnal társalogni a kézbesítő felemelésekor, csak a hívóhang megérkezése, a tárcsázás befejezése, a hívott felcsengetése, a hívott jelentkezése után, azaz ha tudjuk, hogy „figyel ránk”).

Az összeköttetés alapú adatátvitel többnyire jóval megbízhatóbb az összeköttetésmentes adatátvitelnél. Az X.25 hálózat és a TCP protokoll összeköttetés alapú.

Adathálózati protokollok

Mindmáig éles határt vontunk olyan különböző rendszerek között, amelyeket általános célú, nyilvános távközlő hálózatokon folyó adatátvitelre terveztek és olyan rendszerek között, amelyeket kimondottan számítógépek közötti hírközlésre, főként külön célú (magán)hálózati és ilyen hálózatok hálózatainak céljaira fejlesztettek. Napjainkra ez az éles elhatárolás kezdi elveszteni létjogosultságát, mert egy részről a Nemzetközi Távközlési Egyesület (**ITU**, International Telecommunication Union)⁴ és a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (**ISO**, International Standards Organization)⁵ tagszervezetei által kidolgozott **OSI** (nyílt rendszerek összekapcsolása, Open System Interconnection) szabványok, másrészt az Internet céljaira az Internet Műszaki Célcsoport (**IETF**, Internet Engineering Task Force)⁶ által kidolgozott számítógépközi együttműködési protokollok megkülönböztetése egyre inkább elmosódik.

Mindazonáltal fennáll bizonyos aszimmetria az OSI alkalmazási szabványok és az Internet alkalmazási szintű protokollok között, mert műszaki természetük különbözősége megjelenik azokban az alapelvekben, amelyek az OSI hivatkozási modelljét és az Internet protokollkészletét megkülönböztetik, vagy azokban a munkamódszerekben, amelyekkel az OSI szabványokat, illetve az Internet protokollokat kidolgozták:

- az OSI alkalmazási szabványok a felső rétegek architektúráján alapulnak és önálló modulokból állnak. A három felső réteg adja az együttműködtetés teljes rugalmasságát, sajnos a bonyolultság árán. Az OSI felső rétegei ugyanúgy függetlenek az alsó rétegektől, mint ahogy – elvileg - valamennyi rétegben a rétegprotokollok a többi rétegtől függetlenül cserélhetők.
- az Internet alkalmazási protokollok alulról felfelé építkeznek. A TCP/IP alapú alkalmazási szolgáltatások, mint az FTP vagy a TELNET közvetlenül a szállítási (transport) rétegszolgáltatásokra támaszkodnak, illeszkednek (plugged in).

⁴ <http://www.itu.int>; <http://www.itu.ch>

⁵ <http://www.iso.ch>

⁶ <http://www.ietf.org>; <http://www.ietf.cnri.reston.va.us>

Elvben lehetséges, hogy OSI alkalmazási szolgálatokat bármely alsó rétegegyüttes felett működtessünk, akár TCP/IP felett is. Még általánosabban tekintve az OSI és a TCP/IP viszonyát két különböző, bár erősen összefüggő szempontból kell megítélnünk: egyrészt a felső rétegek protokolljait, másrészt a szállítási réteg protokolljait. Az OSI, a TCP/IP és a gyári sajátosságú (proprietary) protokollkészletek együttélését és együttműködését az utóbbi időben a többprotokollós (multiprotocol) specifikációk kidolgozása és elterjesztése tette lehetővé. Ezek a kereszt-kapcsolatú alkalmazások gyakorlatilag bármely alkalmazási szolgálatot az alsó rétegekre kiterjedő bármelyik protokollkészlettel képesek kiszolgálni.⁷

4.5.3. Adathálózatok egyértelmű működési feltételei

Adathálózatok alapvető tulajdonsága kell legyen a nemzetközi együttműködtethetőség, amit csak széles körben egyeztetett és elfogadott, nemzetközileg szabványosított együttműködési feltételek szerint lehet elérni. Ilyen szabványok egyik sorozatát képezik a mechanikai interfész csatlakozók szabványai. Ezekben, és általában minden adathálózatban a működés alapja az, hogy a hálózat határait átlépő adatokat és vezérléseket hordozó jelek és jelzések egyértelműek és világméretben azonosan értelmezettek legyenek. Ezt mutatja be az alábbi 4.5.4. táblázat.

Bitsorrend az adatátvitelben

Hasonlóan egyértelmű nemzetközi megállapodás kell legyen az adatok vonali bitsorrendje. A második rétegből, a keretszintről nézve a címzések, parancsok, válaszok és sorszámok adatátvitelekor a legkisebb helyi értékű bittel kezdve továbbítják az oktetteket, pl. a sorszám elsőként továbbított bitjének súlyozása 2^0 . A keretellenőrző sorozatokat (FCS, frame checking sequence) a legmagasabb értékű tényezővel kell kezdeni (a 16-os bitpozícióval). (Lásd az ITU-T X.25/X.75 ajánlását.)

A faksimile kép-adatokat oldalszélességnyi sorokba rendezik és a sorokat egymástól függetlenül kódolják. A sorokat egymás után közvetítik a lap tetejéről lefelé haladva egész az aljáig. A FAX kódoló kimenetén a kódolt adatok bitsorrendje

⁷ Ilyen specifikációk egy hozzáférhető készletét írja le az EWOS „Technical Guide ETG 053, *Overview of approaches to multiprotocol coexistence and convergence in support of the Transport Service*”.
[lásd: <http://www.ewos.be>]

CCITT szerinti megnevezés	JELLEMZŐ ÁLLAPOT		MEGJEGYZÉS
	A állapot	Z állapot	
Jelkép (szimbólum)	0	1	Lásd a CCITT V.1 V.4, V.10, V.11 és X.4 ajánlásait
Bináris számjegy	0	1	
Logikai érték (bit)	0	1	
Start-stop kódjel	start-jelelem	stop-jelelem	Lásd a CCITT V.1 U.1--U.12, X.20, X.21, X.70 és X.71 ajánlásait
Kétállapotú modulációban	start-állapot	stop-állapot	kétállapotú AM, R.31 OOK (On-Off-Keying)
Előfizetői vonal	szabad állapot	foglalt állapot	
Amplitúdóbillentyűzés	nincs hang	van hang	kétállapotú FM
Frekvenciabillentyűzés	nagyobb frekvencia	kisebb frekvencia	a referenciához képest
Fázismoduláció referenciával	ellentétes fázis	egyező fázis	az előző jelelemhez képest
Differenciális fázismoduláció	nincs fázisfordítás	van fázisfordítás	
Lyukszalagon	nincs lyukasztás	van lyukasztás	
ADAT interfész áramkör	0	1	Lásd a CCITT ill. ITU-T R-, S-, T-, V-sorozatú és X-sorozatú ajánlásait
VEZÉRLÉS interfész áramkör	BE	KI	
IDÓZÍTÉS interfész áramkör	BE	KI	
FESZÜLTÉG	pozitív	negatív	interfész áramkörön
Vételi jelszint	⊕+ 0,3 V	⊖- 0,3 V	A-ágon a B-ághoz képest (V.10 és V.11)
Vételi jelszint	⊕+ 3 V	⊖- 3 V	A-ágon a földhöz képest (V.28)
NYELVI KONVENCIÓ: A KÉTÁLLAPOTÚ KÓDBAN			
magyarul	jel	szünet	(állapot v. elem)
angolul	space	mark	(condition or element)
franciául	travail	repos	
spanyolul	trabajo	reposo	
németül	Zeichen	Trenn	(Schritt)
németül	Arbeits	Ruhe	(Zustand)

4.5.4.táblázat. Ekvivalencia a bináris jelölés szimbólumai és a kétállapotú rendszerek jellemző állapotai között (lásd a CCITT V.1 ajánlását)

A nyelvi konvenció nem tükörfordítás, hanem a nemzetközi megállapodásoknak megfelelő gyakorlat. A magyar nyelvi forma nem az angolnak, hanem a kontinentális (európai) formának felel meg (tükörfordításban).

[„≥„ ez a jel „nagyobb mint” jelentésű , „≤„ pedig „kisebb mint” jelentésű]

a legmagasabb értékűvel kezdődik, azaz amikor oktettekbe osztják, akkor a legmagasabb helyi értékű bittel kezdik. Valamennyi többbittes adatot is mindig a legmagasabb értékű elemmel kezdik, azaz valamennyi érték első oktettjét a legmagasabb értékű oktett képezi, legutolsó oktettjét pedig a legalacsonyabb értékű

oktett képezi. Az adatokat oktett-füzérekbe fogják össze és az adatléírásban az oktettek a legmagasabb helyiértékkel kezdődnek, ugyanakkor az **adatátvitelben** a legkisebb helyi értékű bittel kezdve haladnak a legmagasabb felé. A kezdeményező FPAD-ból is a csomagkapcsolt adathálózat fizikai vonala felé oktetről oktetre haladva a vonalon ugyanaz a bitsorrend (oktettenként a legkisebbtől a legnagyobb felé halad), mint a helyi PSTN telefonvonalon a 3-as csoportú facsimile készüléktől az FPAD-nak szóló bitfolyamban. A vevő facsimile készülék az, amelyik a vonalról kapott bitfolyamot a maga céljára átrendezi úgy, hogy amikor a facsimile dekódere az adatokat feldolgozásra beolvassa, akkor azt az első oktett legmagasabb helyi értékű bitjével kezdi és így halad oktetről oktetre. [ITU-T T.4 (G.3 fax)]

4.5.4. Adathálózatok elemei

A csomagkapcsolt nyilvános adathálózatok X.25-ös előfizetői (UNI) interfésze

Az „X.25” azt az összeköttetés alapú, csomagkapcsolt interfészt jelenti, amely a nyilvános adathálózat és a csomagüzemmódú adatvégállomás között az OSI hivatkozási modell alsó három rétegeire vonatkozik és ezen rétegek protokolljait szabja meg. Az ITU CCITT 7-es tanulmányi bizottsága dolgozta ki a távközlési szolgáltatók nyilvános adathálózatai számára. [A CCITT a mai ITU-T jogelődje. Ennek 7-es bizottsága 1970 óta felelős valamennyi X-sorozatú, az adathálózatokra vonatkozó ajánlás kidolgozásáért és karbantartásáért]. Az X.25 ajánlás írja elő azt, hogyan lehet felépíteni, fenntartani és lebontani adatösszeköttetéseket („data connections”) olyan jelzésekkel, amelyeket a végső használó („end user”) adatvégberendezése (DTE, „data terminal equipment”), az azt a hálózathoz csatlakoztató adatáramkörü végberendezés (DCE, „data circuit-terminating equipment”) vált egymás között. Az X.25-ös ajánlás a távközlési szolgáltatók kezdeményezésére alakult ki a 70-es évek elején, a nyilvános hálózatok számára, amikor még csak néhány olyan magánhálózat és kutatóhálózat létezett, amelyekből később az Internet kialakult.

Az X.25 szerinti fizikai interfész csatlakozhat közvetlen áramkörön az ITU-T X.21 vagy X.21 bis ajánlása szerint, vagy kapcsolt ISDN vonalon X.31-nek, vagy kapcsolt PSTN vagy ISDN vagy CSPDN vonalon X.32-nek megfelelően. Az átvitel maga bitenként szinkron módon, vagy karakterenként start-stop karakterekkel

történik. A második szinten magas szintű adatkapcsolat-vezérlő (HDLC, High-level Data Link Control) eljárások kiegyenlített adatkapcsolat-elérési protokollját (LAPB, Link Access Procedures Balanced), akár egykapcsolati (SLP, Single Link Procedure), akár többkapcsolati (MLP, MultiLink Procedure) formában alkalmazzák. Utóbbi esetben, ha több fizikai kapcsolat van, az azokon létesített, a közös MLP által kezelt egyes SLP-k egymástól függetlenek. A hálózati rétegben a csomagszintű protokoll (**PLP**, Packet Layer Protocol) kezeli a virtuális áramkör szolgáltatásokat, azaz mind az állandó virtuális áramkör (PVC permanent virtual circuit), mind a virtuális hívás (VC, virtual call) szolgáltatást, mely utóbbi nem más, mint egy kapcsolt virtuális áramkör szolgáltatás (SVC, switched virtual circuit service). Egyetlen adatkapcsolaton több virtuális áramkör is létesíthető, amelyeket logikai csatornacsoporthoz és logikai csatorna-sorszámukhoz azonosít. A logikai csatornák mindkét irányban egyidejűen képesítettek adatátvitelre.

A csomagkapcsolt nyilvános adathálózatok X.75-ös hálózatközi (NNI) interfésze

Az X.25-ös ajánlás szerinti előfizetői (UNI) interfészű hálózatok között az ITU-T X.75 ajánlása szerinti hálózatközi (NNI) interfészt alkalmazzák, amely a természeténél fogva aszimmetrikus X.25-ös eljárások szimmetrizált változata és ki van egészítve a hálózatok közötti információváltáshoz szükséges eszközökkel.

A PAD/FPAD

Gyakran szükségesek X.25 hálózatokban olyan illesztő eszközök, amelyek egyszerű DTE-k (pl. karaktermódú terminálok) illesztését végzik, ha ezek nem képesek a csomagműködéssel járó minden feladatot ellátni. Ezeket összefoglaló néven csomagösszeállító-szétbontó (PAD, packet assembler/disassembler) eszközöknek nevezzük, a DTE és a DCE közé helyezük. Feladatuk csomagok tárolási feldolgozása, összeállítása és szétbontása, továbbá segítik a csomagműködésnek megfelelő virtuális hívások felépítését és lebontását, valamint a start-stop DTE illesztéséhez elvégzik a start- és stop-elemek ki- és beiktatását. Ezeknek kell a csomagnyi adatot a DTE-től átvenniük, X.25-ös fejrészrel ellátniuk, majd a DCE-nek átadniuk, és ugyanígy a DCE-től átvett csomagokat adatokra bontaniuk, a csomagok X.25 fejrészét leválasztaniuk és az adatokat a DCE-nek átadniuk. G3 facsimile terminálok közötti X.25-alapú kommunikáció kiszolgálását sajátos

FPAD egységek végzik. (A PAD-ról és az FPAD-ról lásd az ITU-T X.3 illetve X.5 ajánlását.)

LAPB, a HDLC családba tartozó második rétegi protokoll

Az X.25 szerinti hálózatok adatkapcsolat-vezérlése olyan eljárásokat tartalmaz, mint pl. a hibából való visszatérési eljárások, amelyeket a keretelutasítás (FRaMeReject), az elutasítás (REJect) és a szelektívelutasítás (SelectiveREJect) keretek által kiváltott visszatérési eljárásokként használnak. Valamint a hívásütközés feloldásának eljárásai, az "ablak-mechanizmus" alapján működő adatfolyamvezérlő eljárások, amelyekkel a kivételes(nek nevezett) helyzetek feloldhatók, valamint az egyes rendszerparamétereket kezelő-beállító folyamatok, amelyekkel például a még nyugtázatlan, még "kintlévő" csomagok legnagyobb számának "k" értékét lehet beállítani. Tartalmazhatja továbbá azt a többkapcsolati (MLP, Multi-link procedures) eljárást, amelynek révén a csomagszinttől átvett csomagokat több, különböző egykapcsolatú eljárásra (SLP, Single Link Procedure) osztják szét. Majd továbbítás után az egyes SLP-ktől kapott csomagokat újra sorba rendezve kézbesítik a túlvégen a csomagrétegnek. A hibahelyzeteket és más rendkívüli problémákat a többkapcsolati ablakmechanizmus megfelelő végrehajtásával kezelik.

A LAPB keretfajta, keretfelépítés és a keretcímzés

Az X.25 keretei között használt LAPB közvetlen fizikai kapcsolatot feltételez egyetlen DTE és egyetlen DCE között, amelyen az információt keretek közvetítik. Minden keret vagy parancs- vagy válaszkeret.

- **Információkeret:** az (I) keret csak parancskeret lehet.
- **Felügyeleti keretek:** Vételkész (RR), Nem vételkész (RNR) és Elutasítás (REJ) keretek akár parancs- akár válaszkeretek lehetnek, Szelektív elutasítás (SREJ) keret csak válaszkeret lehet.
- **Sorszámozatlan keretek:** Aszinkron kiegyenlített válaszmód beállítás (SABM), Aszinkron kiegyenlített kiterjesztett válaszmód beállítás (SABME), Válaszmód beállítás (SM) és Szétkapcsolás (DISC) keretek csak parancskeretek lehetnek, Sorszámozatlan nyugtázás (UA), Szétkapcsolt üzemmód (DM) és Keretelutasítás (FRMR) keretek csak válaszkeretek lehetnek.

Valamennyi keret nyitó **zászló**sorozatból (flag), **címmező**ből, **vezérlésmező**ből, esetleg **információmező**ből, **keretellenőrző sorozat**ból (**FCS**, frame check sequence) és záró **zászló**sorozatból áll. Egyetlen **zászló**sorozat (a

01111110 bitfüzér) lehet egyidejűleg valamely keret zárózászlója és a közvetlen utána következő keret nyitózáslója. A címmező azonosítja a parancskeret szándékolt címzettjét (a vevőt) illetve a válaszkereket küldőjét. A vezérlésmező formátumának három faja van: sorszámozott információkeret (I) formátum, a sorszámozott felügyeleti keret (S) formátum és a sorszámozatlan vezérlőkeret (U) formátum. Az információtovábbításra szolgáló **I formátum** sorszámokat és ettől független P bitet tartalmaz. A nyugtázásra, ismétléskérésre, valamint az átvitel ideiglenes felfüggesztésére szolgáló **S formátum** a következőként elvárt I keret várt adási sorszámát és egy ettől független P/F bitet tartalmaz. A P/F bitet parancskeretben P kérébitnek nevezzük (p=1 lekérdezés=poll, azaz választ kikényszerítő jelzés), válaszkereketben F végbitnek (f=1 vége=final, azaz a választ ezzel megadtuk). Az adási sorszám annak a keretnek a sorszáma, amelyben szerepel, a vételi sorszám nyugtázásra szolgál. A sorszámnak három üzemmódja van: az egyszerű (moduló 8 üzemben), a kiterjesztett (moduló 128 üzemben), és a szupernagy (moduló 32 768 üzemben). Ez az üzemmód szabja meg a sorszámot tartalmazó keretek vezérlésmezejének a hosszát, amely lehet egy oktettnyi (egyszerű sorszámozás), két oktettnyi (kiterjesztett sorszámozás), vagy négy oktettnyi (szupernagy sorszámozás). A kiegészítő adatkapcsolat-vezérlési feladatokat képező **U formátum** nem tartalmaz sorszámot, tehát egy oktettnyi a vezérlésmezeje, viszont tartalmaz 5 funkciómódosító bitet és egy P/F bitet. Külön algoritmus szerint számított 16-bites sorozat az FCS, amely a nyitó és záró zászló között valamennyi bitet védi (a vonali továbbításhoz beiktatott szinkronizáló biteket és zászlóvédő 0-biteket nem számítva).

A keretben használt (második rétegbeli) cím függ attól, hogy az parancs- vagy válaszkereket-e, és hogy azon egykapcsolati vagy többkapcsolati eljárás folyik-e:

	Parancs (az ön neve)	Válasz (az én nevem)
a DCE-től a DTE-nek	SLP: A cím MLP: C cím	SLP: B cím MLP: D cím
a DTE-től a DCE-nek	SLP: B cím MLP: D cím	SLP: A cím MLP: C cím

4.5.5. táblázat

4.5.4.1. HDLC eljáráscsalád (protokollok az OSI második rétegében):

HDLC magasszintű adatkapcsolatvezérlő eljárások (lásd az ITU-T LAP-jait)

LAPB kiegyenlített adatkapcsolatvezérlő eljárások (ITU-T X.25/X.75)

LAPD D-csatornás adatkapcsolatvezérlő eljárások (ITU-T Q.921)

LAPF kerettovábbító adatkapcsolatvezérlő eljárások (ITU-T Q.922)

LAPM modemek adatkapcsolatvezérlő eljárásai (ITU-T V.sorozathoz)

LAPX félduplex adatkapcsolat-elérési eljárások (see ITU-T T.71 + X.32)

A PLP, a harmadik réteg protokollja

A PLP üzemmódjai: a hívások felépítése, azok lebontása, az adatátvitel, az újraindítás és az üres állapot (idle). A hívásokat DTE-től DTE-ig virtuális áramkörönként építi fel és bontja le, ez csak SVC esetén szükséges. Adatátvitelkor mind a PVC, mind az SVC az adatokat a virtuális áramkörön sorrendhelyesen közvetíti a DTE-k között. A PLP végzi az adatátvitelben a csomagok darabolását (segmentation) és egyesítését (reassembly), a bitbetoldást és bitpárnázást (bit padding), a hibaszabályozást (error control) és a forgalomvezérlést (flow control). Az **üres állapot** a PLP-nek az üzemmódja, amelyben a virtuális áramkör fel van építve, de azon nem folyik adattovábbítás (data transfer). Az **újraindítás** (restart) a DTE és a DCE között a helyi fizikai kapcsolaton folyó jelátvitel szinkronizálását végzi, azaz indítja vagy újraindítja a csomagszintű DTE/DCE interfészt, ez annak valamennyi virtuális áramkörét érinti: a PVC-ket alaphelyzetbe hozza, a virtuális hívásokat (SVC-eket) mind lebontja. A **megszakítási eljárás** teszi lehetővé, hogy a DTE a távoli DTE-nek a közönséges adatcsomagokra érvényes adatfolyamvezérlési (flow control) eljárástól független módon, azt kikerülve küldhessen adatokat, de csak egyenként (nyugtázásonként). Csak az adatcsomagoknak van sorszáma. Az adatcsomagok sorszámozása, moduló 8 alapon (alapl mód), moduló 128 alapon (kiterjesztett mód), vagy moduló 32 768 alapon történik (szuper-kiterjesztett mód). A sorszámozás módja azonos mindkét irányban és valamennyi logikai csatornán. Az adatfolyamvezérlést ablakmechanizmus szolgálja. A szabványos ablakméret értéke mindkét irányban 2, de egyeztetett időszakokra választható más méretérték is egyes állandó virtuális áramkörökre, illetve hívásonként egyeztethető az adatfolyamvezérlési paraméteregyeztető szolgáltatás segítségével. Az alaphelyzetbe

visszaállítási (reset) eljárás a virtuális hívást illetve állandó virtuális áramkört újratekinti. További eljárások szolgálnak a hibahelyzetek, ütközések, kivételes helyzetek stb. feloldására, visszatérésre.

A PLP csomag és a PLP cím

A DTE/DCE interfészen át haladó valamennyi csomag legalább három oktettet tartalmaz, amelyben van az általános formátumazonosító (**GFI**, general format identifier), a logikai csatorna azonosítója (**LCI**, logical channel identifier) és a csomag típus azonosítója (**PTI**, packet type identifier). Adatcsomagokban használói adatmező is található, moduló 32 768 működéshez egy további oktett is tartozik (a csomagban az első oktettbe helyezett) protokollazonosító mező. A **GFI** azt azonosítja, hogy a csomag adatot vagy vezérlési információt hordoz, milyen az ablakmechanizmus, hogy kérnek-e kézbesítés visszaigazolást/megerősítést és hogy TOA/NPI címformátumot használnak-e. Az **LCI** a virtuális áramkört logikai csatorna sorszámaival és logikai csatorna csoport sorszámaival azonosítja. A **PTI** azonosítja a lehetséges 39 csomagfajta egyikét. Használói adatok a felsőbb rétegek „beágyazott” információküldeményét jelentik. További csomag-mezők képezhetők igény szerint.

A hívást felépítő és a lebontást végző csomagok címblokkot tartalmaznak. Ez a címblokk két formátumú lehet: **TOA/NPI** formátumú vagy **nem-TOA/NPI** formátumú. Az utóbbi olyan, az **ITU-T X.121** és **X.301** ajánlásai szerinti címet hordozhat, amely az előtagokat (prefix-eket) és az átlépési (escape) kódokat is beleértve legfeljebb 15 számjegyből állhat. A **TOA/NPI** formátum olyan, az **ITU-T X.121** és **X.301** ajánlásai szerinti címet hordozhat, amely 15 számjegynél többől is állhat, sőt képes arra is, hogy a hívott DTE címmezőjében alternatív címet jelenítsen meg. A **TOA/NPI** formátum szerinti címblokk lehetővé teszi, hogy ha egy DTE címmező jelen van, annak három almezője legyen, egy almező a címfajta (**TOA, Type of Address**) megadásához, egy almező a számozási terv azonosítására (**NPI, Numbering Plan Identification**), valamint egy almező a cím számjegyei számára.

4.5.5. Lokális és nagyvárosi adathálózatok

Eredetileg a helyi adathálózatokat (LAN-okat) egyetlen közegen közösködő adatállomások egymásközi kommunikációjának megszervezésére hozták létre. Később speciális eszközök alkalmazásával lehetségessé vált az is, hogy különböző

közegeken folyó különböző közegelemzés módok, más és más elrendezésű hálózatszervezések és hálózatmenedzselési rendszerek is együttműködhetnek valamely közös szervezési, alkalmazáspolitikai megegyezés alapján. A rendszer kiterjesztése mindenképp korlátokba ütközött, amelyet a csatlakoztató elemekben kellett kiegyenlíteni és ez bizonyos határon túl már új kört alkot, a nagyvárosi hálózatok (MAN, Metropolitan Area Network) világát. A leginkább ismert LAN technika kétségtelenül az Ethernet.

Ethernetről beszélve igen sokféle LAN-megvalósítást érthetünk e név körében. Az eredeti megoldást Robert Metcalf szabadalma alapján a DEC, az Intel és a Xerox cégek együttesen dolgozták ki, és ennek alapján készült el az első amerikai IEEE 802.3 szabvány 1984-ben. Az IEEE 802 szabványkészlet lett minden szabványos LAN architektúra és technológia alapja és ebben alakult ki az a mód, ahogyan az OSI elveket az első két rétegben a LAN-ok számára alkalmazzuk. Világméretű elfogadását az is mutatja, hogy az ISO és az IEC közös JTC 1 műszaki bizottsága 8802 (valamint 11802 és 15802) számon az amerikai nemzeti szabványszintről világszabvánnyá emelte. A sorozat az Etherneten túlmenően kiterjed a vezérjeles gyűrű (token ring), vezérjeles sín (token bus) és több más technikára is az alábbi táblázat szerint. A leírásba felvettük a 802 szabványsorozaton túl a LAN/MAN technikákban jelentős szerepet játszó FDDI & CDDI technikákat is.

A LAN/MAN közegelemzési protokollok többnyire az Ethernet ütközés-észleléses, vivőérzékelő, többszörös hozzáférésmódját (CSMA/CD, *carrier sense multiple access with collision detection*) vagy a vezérjeles (*token passing*) eljárások valamelyikét alkalmazzák. Ez utóbbi csoportba a vezérjeles sín, a vezérjeles gyűrű, és az FDDI közegelemzés-technikája tartozik.

Az FDDI és a CDDI

Az **FDDI** (*Fiber Distributed Data Interface*) az a LAN-technika, amely fényvezető kábelben 100 Mb/s sebességet tesz lehetővé. Vezérjeles (*token passing*) elven működik és két egyirányú (egymással szemben működő) fényszálas gyűrűt alkalmaz. Az eredetileg fényvezető technikára alapozott FDDI gyakran más LAN megoldások számára gerinchálózatául szolgál. Újabban az FDDI protokollokat sodrott rézérpárokra is alkalmazzák, ezt nevezik **CDDI** (*Copper Distributed Data Interface*) technikának.

Az **FDDI** keretében használt kettős gyűrűn a forgalom ellenirányban folyik. Az elsődleges és a másodlagos gyűrű szerepe eltérő, zavartalan üzemben az elsődleges gyűrű viszi az adatátviteli forgalmat, a másodlagos gyűrű csak tartalékot képez. A kettős gyűrű használata tehát a megbízhatóság növelését szolgálja. Multimódusú kábel alkalmazásával 2 km-es szakaszokhoz érhető el, monomódusúval még nagyobb távolság is áthidalható. Jellemzően azonban multimódusú szálakat használnak. Az akár 1000 állomás összekötésére alkalmas FDDI kiterjedése így is több száz km-es lehet. A CDDI esetében a csatlakoztatott gép és a hálózati koncentrátor között a réz-érpár hossza kb 100 méter lehet.

802/	Áttekintés és architektúra	IEEE 802-1990	ISO/IEC 8802
1	LAN/MAN hidak és a hálóknak a menedzselése	IEEE 802.1-1993 IEEE 802.1G, 1998	ISO/IEC 8802.1 ISO/IEC TR11802-x ISO/IEC 15802-x ISO/IEC15802-5:1998
2	Logikai kapcsolatvezérlés	IEEE 802.2-1998	ISO/IEC 8802-2:1998
3	CSMA/CD elérésmód	IEEE 802.3-2000	ISO/IEC 8802-3:2000
4	A vezérjeles sín elérésmódja	IEEE 802.4-1990 (R1995)	ISO/IEC 8802-4:1990
5	A vezérjeles gyűrű elérésmódja	IEEE 802.5-1998	ISO/IEC 8802-5:1998
6	DQDB elérésmód	IEEE 802.6-1994	ISO/IEC 8802-6:1994
7	Szélessávú LAN	IEEE 802.7-1989 (R1997)	
10	LAN/MAN biztonságtechnika	IEEE 802.10-1998	
11	Vezetéknélküli LAN-technika	IEEE 802.11-1999 IEEE 802.11a-1999	ISO/IEC 8802-11: 1999 ISO/IEC 8802-11/Amd 1:2000(E)
12	Igény szerinti elsőbbségű elérésmód	IEEE 802.12-1998	ISO/IEC 8802-12:1998
14	Vezetéknélküli személyi körzeti hálózat	IEEE 802.14	
15	Szélessávú Vezetéknélküli elérés	IEEE 802.15	
16	Szabványos rádióinterfész	IEEE 802.16	
17	Rugalmas csomag-gyűrű	IEEE 802.17	

4.5.6. táblázat

Az FDDI specifikációs előírásai négy kötetben készültek, ezek: **MAC** (Media Access Control, közeghozzáférés vezérlés), **PHY** (Physical Layer Protocol, a fizikai réteg protokollja), **PMD** (Physical-Medium Dependent, a fizikai közegtől függetlenítés), és **SMT** (Station Management, állomásmenedzselés). A **MAC specifikáció** azt határozza meg, hogyan kell a közeget elérni, beleértve a keretformátumot, a vezérjelek kezelését, a címzést, a ciklikus redundanciaellenőrzés (**CRC**, cyclic redundancy check) kiszámításának algoritmusait, valamint a hibából visszatérés mechanizmusait. A **PHY specifikáció** többek között azt határozza meg, hogyan kódolják az adatokat jelekké és alakítják vissza, beleértve az órajelképzés és keretalkotás követelményeit. A **PMD specifikáció** azt határozza meg, hogy milyenek az átviteli közeg jellemzői (karakterisztikái), beleértve a fényszálas összeköttetést, a teljesítményszinteket, bithibaarányokat, az optikai alkatrészeket és csatlakozókat. Az **SMT specifikáció** azt határozza meg, hogy miből áll az FDDI állomás, milyen a gyűrű elrendezése, milyenek a gyűrű vezérlésviszonyai, beleértve az állomások be- és kiiktatását, a kezdő indítást, a hibabehatárolást, a hibából visszatérést, az ütemezést és a forgalmi statisztikák összeállítását.

Az **FDDI** annak a három berendezésfajtának a meghatározása, amelyekkel a végállomások a hálózatra csatlakoztathatók: a SAS egyszeres csatlakozást, a DAS kettős csatlakozást, a koncentrátor többszörös csatlakozást ad. A SAS előnye, hogy csak a primer gyűrűhöz csatlakoztat, ezért a SAS révén csatlakoztatott készülék (tápegységének) kikapcsolása vagy lekapcsolása (a hálózatról) nincs hatással az FDDI gyűrű működőképességére. A DAS révén csatlakoztatott készülék mind a primer mind a szekunder gyűrűhöz csatolva van és ki- vagy lekapcsolása hat az FDDI gyűrűre. Az FDDI DAC koncentrátora mindkét gyűrűhöz csatlakoztatható és gondoskodik arról, hogy a SAS révén csatlakoztatott elemek ki- vagy lekapcsolása nem hat az FDDI gyűrűre. Ez különösen ott előnyös, ahol olyan PC jellegű eszközök alkotják az FDDI állomásait, amelyeket gyakran szoktak ki- és lekapcsolni. Az FDDI fő hibatűrő képességet adó eleme a kettős gyűrű. Ha a kettős gyűrű bármelyik állomása meghibásodik vagy kikapcsolják, vagy ha a kábelt éri sérülés, akkor a kettős gyűrűt automatikusan visszahurkolják a hibahely kizárására és ezáltal az FDDI egyetlen gyűrűvé válik. Az adatfolyam változatlanul folyik a működő állomások mentén és az FDDI hatékonysága is megmarad. Ha egyetlen állomás esik ki, akkor a hibás állomás két szomszédja hurkol vissza és teszi az FDDI-t egyetlen gyűrűvé és a

többi állomás változatlanul működik. Az FDDI azonban csak egyetlen hibát tud így áthidalni. Két vagy több meghibásodott elem az FDDI-t több független gyűrűvé tördeli, amelyek egymást már nem látják, tehát a részek kapcsolata ellehetetlenül.

Címzés módok

Adathálózatokban alkalmazott adatszórás technikák abban különböznek, hogy a csomagokat egycímű (*unicast*), többcímű (*multicast*) vagy körözvény (*broadcast*) módban közvetítik. Egycímű adásban a küldő forrás-állomás egyetlen csomagot küld el a hálózaton át a rendeltetési állomásnak. Küldés előtt a küldő a küldendő csomagot ellátja a rendeltetési állomás (egyedi) címével. A csomag áthalad a hálózaton és a hálózat a rendeltetési állomásra kézbesíti. Többcímű adásban az elküldött egyedi csomagban csoportcímet helyeznek el, és a hálózat a csoport minden tagjának külön-külön „lemásolja” és kikézbcsíti a csomagot. Küldés előtt a küldő ellátja a küldendő csomagot a rendeltetési állomás-csoport csoport-címével. Körözvényadás üzemmódban többnyire a hálózat valamennyi állomásának kikézbcsítik a csomagot (*általános körözvény*) vagy adott csoportoknak (*korlátozott körözvény*). Ebben az üzemmódban a küldő forrás-állomás elküldendő csomagjához körözvénycímezést alkalmaz, a hálózat a csomagot valamennyi érintettnek kikézbcsíti. Egyszerű LAN hálózatok ugyanezt a címezéstechnikát alkalmazzák egyetlen közegükön azzal, hogy a csomagok válogatása a rendeltetési állomás vételi folyamatában történik, hiszen a közegre ráadott valamennyi csomagot valamennyi működő adatállomás megkapja.

Topológia

LAN **hálózati topológiák** az általános hálózati alapelrendezésekhez hasonlóak és négy fő típust képviselnek: a sít, a gyűrűt, a csillagot és a fa-elrendezést. Ezek elsősorban logikai architektúrát jelentenek, a valóságos fizikai elrendezés ettől különbözhet. A sítelrendezés olyan soros architektúra, amelyben a közeg mentén halad végig a küldött csomagot hordozó jel és valamennyi többi állomás képes annak vételére. Az IEEE 802.3 hálózatok sítelrendezésűek. Amikor a sorba egymás után egyirányú átviteli közegszakaszokkal összefűzött állomások egyetlen nagy „visszahurkolt” kört alkotnak, akkor ezt gyűrűelrendezésnek nevezzük. A vezérjeles gyűrűs IEEE 802.5 hálózatok ennek példái. Hasonló gyűrűelrendezést alkot az FDDI hálózat is. Csillagelrendezésben a központi csomópont-hoz egyedileg

vannak „bekötve” a „végállomások”. A fa-elrendezés a csillagtól abban különbözik, hogy a központból induló egyedi vonalak „külső” vagy „közbenső” csomópontokon minden „visszahurkolás” nélkül szétágazhatnak a végállomások felé. Lényegében olyan sín, amelynek egyes szakaszai szétágaznak.

LAN/MAN hálózatok különleges eszközei

A jelfrissítő vagy **jelismétlő** (*repeater*) az a fizikai rétegbeli eszköz, amely azonos technikájú LAN szakaszokat köt össze, hogy az egy szakasszal elérhető hatótávolságot kiterjessze. Ilyenkor több kábelszakasz egyetlen kábelként viselkedik, mert a jelfrissítő a kábelszegmenstől kapott jelet felerősíti és újraidőzíti (újraformálja) és így adja rá a következő kábelszakaszra elhárítva ezzel a kábel hossza és a rácsatlakozó eszközök nagy száma miatti jelcsökkenést. A jelfrissítő nem képes bonyolult szűréseket és egyéb bonyolult forgalmi műveleteket végezni. Sőt a vonalon jelentkező valamennyi elektromágneses zavaró hatás jelét is felerősíti és továbbadja. Az adott LAN technikát korlátozó tényezők (mint pl. az időzítések és futásidők) behatárolják az adott technika esetén alkalmazható jelfrissítők és kábelszakaszok teljes számát.

A csatoló-csomópont (*hub*) a fizikai rétegben az az eszköz, amelyik több, egyéni vonallal csatlakoztatott adatállomást is összeköt (egymással és a hálózat többi részével). Villamos csatlakoztatást a csatoló-csomóponton belül úgy oldják meg, hogy a fizikai topológia csillagelrendezése ne zavarja a LAN logikai gyűrű vagy logikai sín elrendezés szerinti működését. Bizonyos szempontból a csatoló-csomópont többirányú (többcsatlakozású) jelfrissítőként működik.

Irodalomjegyzék

[4.5.1] Sebestyén Béla: Helyi számítógép-hálózatok, Lektor: Mazgon S. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 1987

[4.5.2] Balogh Sándor, Berkes Jenő, Kovács László: A számítógépes távközlés telemaikai szolgálatai OMIKK LSI Alkalmazástechnikai Tanácsadó Szolgálat, Budapest. 1988

[4.5.3] Berkes Jenő, Gonda László, Szabó Károly, Verebélyi Attila: Adatátvitel számítógép felhasználóknak. Ipari Informatikai Központ (Informatik), Budapest. 1989

[4.5.4] Uyless D. Black: Data Networks, concepts, theory and practice. Prentice-Hall. 1989

[4.5.5] Tannenbaum, Andrew S.: Számítógép-hálózatok. Panem-Prentice-Hall. New Jersey 1996. Harmadik kiadás magyar változata. Budapest. 1999. Szerk.: dr. Harangozó József.

[4.5.6] „Free on-line dictionary of computing” hálózati témában egy sor kifejezést definiál az alábbi címen:
<http://www.nightflight.com/foldoc/contents/networking.html>, lásd többek között: összeköttetés alapú (connection oriented) pl. TCP, vagy összeköttetésmentes (connectionless) pl. UDP.

[4.5.7] LAN és TCP/IP témában egyetemi kiegészítő magyarázó szövegek (főként OSI alapon): Lecture Information by Godred Fairhurst: EG3561/EG3567 Communications Engineering.

<http://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/eg3561/road-map.html>,

<http://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/eg3561/index.html>

[4.5.8] Műszaki információ, ismertető, útmutatók stb. adatátvitelről (is):

általános: <http://www.internet.com/sections/downloads.html>

<http://webreference.com/internet/tutorials.html>

webopedia: <http://www.webopedia.com/>

<http://www.pcwebopedia.com/>

nanotech planet: <http://www.nanotechplanet.com/>

Internet lists: <http://www.internet.com/sections/lists.html>

Internet technology: <http://www.internet.com/sections/it.html>

Internetdotcom: <http://www.webreference.com>

datacom: <http://www.alliancedatacom.com/>

Internet-standards: <http://webreference.com/internet/standards.html> <http://www.wssn.net/WSSN/>

info-superhighway: <http://www.netsquirrel.com/index.html>

4.6. Technológiai hálózatok

Szerzők: Bély András és Jutasi István

Lektor: dr. Bartolits István

A távközlés általánosságban egyfajta szolgáltatás - a kétirányú információcsere lehetőségének biztosítása -, így kézzelfogható terméket nem állít elő és nem is forgalmaz, és ezen belül a távközlés különösképpen *személyes szolgáltatás*; mindenkinek igénye és jártassága szerinti készüléke lehet, amelyen át kapcsolatba kerülhet a távközlési szolgáltatás megrendelt területével.

A távközlésben ugyanakkor létezik egy speciális, egy kevésbé közismert terület, amely többnyire *személytelen*, és az előbbinél jóval nagyobb használhatóságot biztosítva *szolgáltatást* nyújt, mint valamilyen adott technológiai folyamat vagy rendszer szerves tartozéka. A távközlés ez utóbbi, speciális területét nevezzük **technológiai távközlésnek**, illetve szűkített értelemben magát a hálózatot **technológiai (korábban különcélú) hálózatnak**.

A technológiai távközlés követelményrendszerében meghatározó a kiszolgált technológia, és ezzel összefüggésben a technológiai hálózatoknál alapvető követelmény a magas szintű *használhatóság* vagy más néven *rendelkezésre állás* és egy sor, a technikai feladatnak megfelelő specifikus szolgáltatás.

4.6.1. Közlekedési technológiai hálózatok

Szárzföldi viszonylatokban a szállítási feladatok gazdaságos és egyben biztonságos megoldását a modern vasútközlekedés hozta magával. A vasúti forgalom sebességének növelését - közvetve ugyan - de mégis az 1844-ben Washington és Baltimore között üzembe helyezett Morse-rendszerű **távíróvonal** tette lehetővé. A vasúti közlekedésnek ettől fogva elválaszthatatlan tartozéka volt a távközlés.

A tengeri hajózásban sorsdöntő fordulatot hozott Marconi felfedezése, a **szikratávíró**, majd belépett a rádió-távközlés és napjainkban a műholdas távközlés.

Vasúti technológiai hálózat

A távközlés célja a vasúti forgalom biztonságos irányításának elősegítése, a vasúti forgalmi és fenntartási szolgálat információ ellátása. A távíróvonalon továbbított információ a "*távirat*" - írásos jellegéből következően - okmányként is szolgál, míg a *távbeszélő* a szóbeli utasítások, és jelentések közlését teszi lehetővé a forgalom és a fenntartás számára.

A vasúti technológiai hálózatot kezdetben - Magyarországon 1847-ben - a vasútvonallal párhuzamosan kiépített, faoszlopsoron feszített bronz vezetőjű távíró vonal jelentette, ami később távbeszélő céljára is felhasználásra került. A vasút által felkínált nyomvonalat a nyilvános távbeszélő szolgáltatást nyújtó Magyar Királyi Posta is kihasználta saját hálózata kiépítésére, így a vasútvonal egyik oldalán a vasút technológiai hálózatának, míg másik oldalán a Posta nyilvános távbeszélő hálózatának oszlopsorai épültek meg.

A vasutak általában hatalmas szervezetek. A vasúti szervezetben a végrehajtás üzemeltetésre és fenntartásra osztható. Az üzemeltetési szolgálat a szállítási tevékenységet, a forgalom közvetlen lebonyolítását végzi. Az üzemeltetési szolgálat operatív irányítása a meghatározott állomásoknak, csomópontoknak, vasútvonalaknak az üzemi folyamatokkal (technológiákkal) közvetlen kapcsolatban lévő távközlő eszközeit használja fel. Ide tartoznak a "különcélú" vagy "magán" távbeszélő összeköttetések, diszpécser rendszerek, a rádiós körzetek és rendszerek, az utasítást adó hangrendszerek, a villamos órahálózat, a hangrögzítő berendezések, a kultúrált utazás feltételeit biztosító hangos és vizuális utas-tájékoztató berendezések és a helyfoglalás célberendezései. Ide tartozik még a "központi forgalomellenőrzés" és a "központi forgalomirányítás", is.

A vasútüzem 24 órás, folyamatos jellege miatt a távközléstől folyamatos rendelkezésre állást és az előforduló hibák azonnali megszüntetését kívánja meg,

A vasútüzemnek két fő területét lehet megkülönböztetni: az áruszállítást és a személyszállítást. A fentiekhez kapcsolódik a "Szállításiirányítási Rendszer" (SZIR), amely lehetővé teszi egyrészt a teherkocsik állomási szintű követését és ez által a fuvaroztatók megfelelő kiszolgálását, előértesítését a rakomány érkezéséről, másrészt a teherkocsi irányítás automatizálását. A személyszállításra is kiterjed a SZIR, a vonatok és a személykocsik követése és irányítása területén. Továbbá a

rendszer kapcsolatot biztosít a külföldi vasutakkal és a nemzetközi vasúti információs hálózattal.

A fenntartási munkákat a pályafenntartási, a járműfenntartási, továbbá a távközlő- és biztosítóberendezési szolgálat végzi.

A villamos vontatás bevezetésével egyidejűleg fel kellett számolni a légvezetékes hálózatokat, melyeket kezdetben magas védőtényezőjű (alumínium burkolatú) földkábelek váltottak ki, majd a fényvezető kábeltechnika bevezetése a vasúti távközlés alapvető hálózati elemévé vált, mégpedig általában a villamos vontatás oszlopsorára önhordó kivitelben szerelve.

A vasúti távközlésben alkalmazott átviteltechnika és kapcsolástechnika egy lépéssel mindig megelőzte a közcélú távbeszélő hálózatoknál alkalmazottat. Az adatátviteli és más, nem-beszéd jellegű szolgálatok (szállítá irányítás, helyfoglalás, járműkövetés stb.) céljára kezdetől digitális átviteli utak kiépítése vált szükségessé és ehhez a legkorszerűbb eszközök kerültek alkalmazásra.

A vezetéknélküli távközlésnek is jelentős szerep jut a vasúti távközlésben egyrészt a mozgásban lévő szerelvényekkel való folyamatos kapcsolattartásra (a "mozdonyfedélzeti számítógépes rendszer" közvetlen adatcsere kapcsolatát tart fenn a SZIR-rel a vonali rádiós hálózaton keresztül), másrészt a rendező-pályaudvarok működtetése (kocsirendezése) területén.

Vízi-közlekedési technológiai hálózat

A vezetéknélküli távközlés tette lehetővé a *tengeri hajózásnál a **vészjelzés*** (S.O.S) és az ***időjárás jelentések*** bevezetését, amely nagyban növelte a hajózás biztonságát. A *folyami hajózás* sem nélkülözheti azoknak a távközlési szolgáltatásoknak az igénybevételét, amelyek a tengerhajózásban terjedtek el.

Műholdas helymeghatározásra több rendszert is kifejlesztettek, például az amerikai GPS (Global Positioning System) rendszer az, amelyik a Föld bármely pontján helymeghatározást tesz lehetővé. A GPS használata sok esetben kötelező (pl. tengeren vitorlás hajóknál).

Az utas kényelmi szolgáltatások (távbeszélő, fax, stb.) ma már természetes együtt járói mind a tengeri, mind a folyami hajózásnak.

Az ENSZ által 1979-ben létrehozott világméretű szervezet az **INMARSAT** (International Maritime Satellite Organisation) eredeti működési területe a tengeri, a légi és a mozgó szárazföldi távközlés. Az INMARSAT a világtengerek nagy részén (a sarki területek kivételével) beszéd- és adat-összeköttetést, valamint segélykérést tesz lehetővé.

Közúti-közlekedési technológiai hálózat

A közúti közlekedésben a technológiai hálózat szerepe egyrészt a városi közúti közlekedés-irányításában, másrészt az autópályák menti segélyhívó szolgálat működtetésében játszik szerepet. Egyre jelentősebb a közutak forgalmi helyzetéről adott folyamatos tájékoztatás (UTIFORM), amit elsősorban rádióon közvetítenek.

A városi közúti közlekedés-irányítás vezetékes hálózata általában a nyilvános távbeszélő hálózattól elkülönülten épült fel, külön e célra létesített alépítmény hálózatban. A távközlési monopóliumok megszűntével ezek az alépítmény hálózatok felértékelődtek, mivel az újabb szolgáltatások számára egyre nehezebb és költségesebb újabb nyomvonalhoz jutni, és alépítményt építeni. Napjainkban a közúti technológiai hálózatok, illetve ezek alépítményei egyre nagyobb részt vállalnak a nyilvános távközlésben.

Az autópályák menti segélyhívó szolgálatban vezetékes vagy vezeték nélküli megoldások egyaránt alkalmazhatóak. Mindkét megoldásnál felértékelődött az alapinfrastruktúra, vagyis vezetékes esetben az alépítmény hálózat (a kiépített védőcsövekbe fényvezető kábelek húzhatók be) míg vezeték nélküli esetben az antenna tartó oszlopok, tornyok (GSM antennák helyezhetők el az oszlopokon, tornyokon).

A műholdas helymeghatározó rendszer a közúti-közlekedésben nemcsak a vezetőt segíti a tájékozódásban, hanem a rendőrséget az eltűnt (ellopott) járművek felkutatásában is.

Az INMARSAT rendszer automatikus műholdas helymeghatározással kiegészítve lehetővé teszi nagyszámú jármű egyidejű felügyeletét és irányítását. Az INMARSAT kiegészítő helymeghatározási korrekciós rendszerével, a GPS pontosságát 100 m-ről 5 m-re javították.

Légi-közlekedési technológiai hálózat

A korszerű légi közlekedés elválaszthatatlan tartozéka a **"légi irányítás"**. A légi irányítás egyrészt a földi és a fedélzeti rádiólokációs (RADAR) rendszer működésére, másrészt a földi irányítók és a repülőgép vezetők közötti információcserén alapul. A légi közlekedés biztonságát a "légi irányítás" nemzetközi együttműködése garantálja. A légi közlekedés technológiai hálózata, egyrészt a vezeték nélküli hálózatok igénybevételén, másrészt a földi irányító központok közötti vezetékes összeköttetésen alapul.

A légi közlekedéssel szoros kapcsolatban áll a *nemzetközi helyfoglaló rendszer*, amely a légiforgalmi társaságok közötti távközlő hálózaton alapul.

Az utas kényelmi szolgáltatások (távbeszélő, fax, stb.) ma már a repülőgépeken is igénybe vehetők, ugyanakkor a mobil rádiótelefonok használata a fedélzeten tilos.

4.6.2. Csővezetéki szállítás

Kőolaj, gáz, kőolajtermék csővezetéki szállítás hálózata

Magyarországon az olajipari technológiai távközlő hálózat kiépítése már a 40-es évek elején megkezdődött, amikor a zalai olajmezőkről kiindulva, a Balaton déli partját követve, a csepeli olajfinomítóig kiépült az úgynevezett MAORT-vezeték és a hozzá tartozó önálló légvezeték hálózat.

Tekintettel arra, hogy a szénhidrogének szállítási technológiája, de különösen az üzemeltetés biztonsága megköveteli a megfelelő minőségű, kiváló megbízhatóságú és használhatóságú távközlési szolgáltatásokat, az iparág vezetése a Postától független, úgynevezett tartozék (különcélú) hálózat kiépítése mellett döntött.

Az olajipar önálló technológiai hálózata kialakulásában meghatározó volt, hogy a kezdeti időszakban a csővezetékek nyomvonala mentén, annak védelmi sávjában kiépültek a távközlő kábelek a csővezetéki szállítás technológiájának kiszolgálására és az üzemeltetési biztonság növelése érdekében.

Az 1980-as évek kezdetére kiépült "olajipari" technológiai hálózat főbb jellemzői:

- a távközlő kábelek nyomvonala megegyezik a csővezeték nyomvonalával;
- a telemechanikai és a diszpécser távbeszélő összeköttetések számára négyhuzalos, hangfrekvenciás áramkörök állnak rendelkezésre;
- az iparág távolsági összeköttetéseit 12 csatornás, vivőfrekvenciás berendezésekből felépített átviteli utak biztosítják;
- a hálózat tervezését, építését és fenntartását is az iparághoz tartozó vállalatok végzik;
- a hálózathoz felhasznált kábeleket, készülékeket és berendezéseket a magyar ipar gyártja.

A több évtizedes tapasztalatok azt mutatják, hogy a csővezeték védelmi sávjában (biztonsági övezetében) épített olajipari kábelek sokkal védettebbek, mint a postai kábelek, amelyek legtöbbször a közutakat követik.

Vízvezetési szállítás hálózata

Az ivóvíz csővezetési szállítását az ókorra vezethető vissza, Róma vízellátását az időszámításunk előtti IV. században a Via Appián megépült az első nagy vízvezeték az Aqua Claudia. Mindez ideig a vízvezetési szállítás és a távközlés kapcsolata nem volt kimutatható. A legutóbbi időkben azonban - miután a nyomvonal felértékelődött - olyan műszaki megoldások is napvilágot láttak, hogy a vízvezeték belsejében a távközlő kábel elhelyezésére is lehetőség nyílik. E megoldásban fényvezető kábel jöhet számításba, a műszaki problémát elsősorban a kábelnek a csővezetékbeli kivezetése jelenti, a meglehetősen nagy nyomáskülönbség miatt. Léteznek azonban ma már olyan "tömszelencés" megoldások, amelyek e problémát megoldották.

Szennyvíz csatorna hálózata

A szennyvíz csatorna távközlő hálózatáról nem igen beszélhetünk, azonban a nyomvonal felértékelődés következtében - hasonlóan, mint a vízvezeték hálózatnál - a csatorna belsejében távközlő kábel elhelyezésére lehetőség nyílik. A műszaki megoldás egyrészt egyszerűbb, mint a vízvezetékénél (nincs nagy nyomáskülönbség), másrészt komplikáltabb a kábelre veszélyes vegyi hatások miatt.

Távfűtő csővezeték hálózat

A távfűtő csővezeték hálózat, mint egy lehetséges megoldás a városokban, ugyancsak szóba jöhet távközlő kábel elhelyezésére.

4.6.3. A villamosenergia rendszer technológiai hálózata

Technológiai igény

A villamosenergia szolgáltatás megindulásával egy időben kezdődött a technológiához szorosan kötődő saját távközlési rendszer kiépítése és a szolgáltatás megkezdése. Ez a folyamat az 50-es években az egyesült energia rendszer (VER), majd a nemzetközi kooperáció fejlődésével (CDU⁸, UCPTÉ⁹, CENTREL¹⁰, UCTE¹¹) párhuzamosan felgyorsult.

Kezdetben az átviteltechnika alapvetően a közvetlen postai, kábeles bérleményekre és a távvezetékekre közvetlenül csatolt távvezetési vivőfrekvenciás (TVF) technológiára alapult. Már ebben az időben is előírás volt az energetikai objektumok (erőművek, távvezetési állomások, diszpécser központok) közötti független kétutas elérhetőség, mivel a villamosenergia termelés, szállítás és fogyasztás egyensúlyát minden pillanatban biztosítani kell az azt kiszolgáló automatika, mérő és adatfeldolgozó rendszereknek, valamint az ezt koordináló diszpécser szolgálatoknak.

A hazai villamosenergia szolgáltatás stratégiai fontossága, valamint a nemzetközi együttműködésből fakadó kötelezettségei miatt jóval magasabb színvonalú volt, mint az adott térség távközlési infrastruktúrája, így rákényszerült, hogy a saját követelményeinek megfelelő távközlési és informatikai szolgáltatást ennek megfelelően fejlessze.

⁸ Centralnoje Diszpercsterszkoje Upravlénijje

⁹ Union for the Coordination of Production and Transmission of Electricity

¹⁰ Union for the Coordination of Transmission of Electricity

¹¹ Cseh, Lengyel, Magyar és Szlovák villamosenergia irányító és üzemeltető társaságok egyesülése

Hálózati szolgáltatások

Kiépült a hazai TVF hálózat mellé a mikrohullámú gerinchálózat a legfontosabb irányokban (pl. Paksi Atomerőmű) ORION berendezésekkel és az üzemzavar-elhárítást szolgáló többszinten URH hálózat a BRG berendezésekre alapozva. Az országos távválasztást messze megelőzve BHG központokkal kiépült az iparág saját távválasztó távbeszélő hálózata, ami a diszpécseri hálózat alátámasztása mellett a korszerű ügyvitelt is szolgálta.

A komplex átviteli rendszeren világszínvonalú informatikai szolgáltatást lehetett kialakítani az Országos Villamos Teherelosztó (OVT), valamint a Közzeti Diszpécser Szolgálatok (KDSZ) részére a folyamatirányító számítógépes rendszerek kiszolgálásához.

A távműködtetés, a fogyasztói korlátozó automatika (FKA), a belső energiaelszámolási rendszer, a zavarító automatika lekérdezés, mind igen fontos technológiai informatikai alrendszer. Újabban igen fontos szerepkört töltenek be a környezetvédelmi, meteorológiai és biztonsági monitoring rendszerek.

Az együttműködő anya- és leányvállalatok közötti kapcsolatokban a LAN/WAN rendszerek és különböző integrált gazdaságirányító (SAP) rendszerek összekapcsolása is elsősorban a saját átviteli hálózatot veszi igénybe.

A 90-es években a digitális technika igen gyors, szinte párhuzamosan a nyugati világban zajló fejlődéssel, a közép-európai térség különhálózataiban is fejlődést eredményezett. A fénykábeles technika és a korszerű digitális átviteli eljárások (SDH, ATM) és távbeszélő központok olyan lehetőségeket eredményeztek, amely a minimális technikai kiépítési szinten is meghaladta a technológia által megkövetelt kapacitásokat mind sebesség, átviteli sávszélesség, mind vonalszám tekintetében. Ez előre vetítette ezeknek a technológiai rendszereknek az üzleti, közcélú hasznosítását, különösen az adatátviteli, informatikai szolgáltatás (Internet) de a vezetékes és vezeték nélküli (GSM) piac területén is.

Hálózatépítés

Ma már a TVF technológia háttérbe szorult, bár végponti berendezésként még működnek többcsatornás kvázi digitális berendezések. Alkalmazásuk elsősorban a

diszpécser telefonhálózat és a távvezetési védelmi automatikák kiszolgálására korlátozódik.

A mikrohullámú berendezések frekvenciagazdálkodási okok és sáv szélesség problémák miatt nem versenyképesek az optikai kábelekkel kiépített rendszerekkel.

A villamosenergia iparban úgy tűnik, hogy az optikai hálózat a viszonylagos drága építési költség és az alaptermékkel való együttes üzemeltetés nehézségei ellenére is a legjobb megoldás. A távvezetésekre a védővezetőbe telepített optikai kábelnek (OPGW) számtalan előnye van. Teljesen védett a mechanikai károsodástól, az elektromágneses zavaroktól. A nyomvonal a viszonylag sűrű távvezetési rendszer miatt (120, 220, 400, 750 kV-os hálózat) szinte mindenhol egyszerűen biztosítható, energetikai szempontból fontos felhasználási helyekre. A szál kapacitás szinte korlátlan ($n \times 96$ szál), a közbenső erősítő pontok, leágazások könnyen kiépíthetőek. Egyéb hálózati szolgáltatókkal együttműködve teljesen független második út biztosítható a villamosenergia rendszer kábeleiben. Alacsonyabb feszültség szinten (20, 35, 120 kV) a távvezetési tartóoszlopokra műanyag burkolatú légekábel is felépíthető.

A távvezetési tartóoszlopoknak újabban antennatoronyként való hasznosítása is megvalósult (GSM, DCS).

A nemzetközi távvezetési kapcsolatok miatt a transznacionális szolgáltatók részéről is érdeklődés van a villamosenergia-ipari fénykábeles hálózat iránt.

A tervezett új villamos energiatörvény (VET) az európai csatlakozás követelményeinek megfelelően szabályozni fogja a villamosenergia piac résztvevőinek szerepét a nyitott energia-kereskedelem szempontjai szerint. Ez kihatással lesz a szektor különhálózatára is, mivel a folyamatirányítás a független rendszerirányító (MAVIR) önálló felhasználóként, vagy üzemeltetőként fog a későbbiekben működni, saját fejlesztési koncepcióval.

PLC (Power Line Communication)

A PLC a 230 V-os elosztóhálózaton távközlési helyi hozzáférést tesz lehetővé a fogyasztói hely és az utolsó transzformátor állomás között. 1MHz, illetve e feletti frekvenciasávban, 1-8 Mbit/s sebességű kétirányú adatátvitel valósítható meg a fogyasztónál, illetve a transzformátor állomáson elhelyezett PLC berendezések

között. A transzformátor állomástól már nem az erősáramú hálózaton, hanem a szokványos távközlő hálózaton történik az adatátvitel.

4.6.4. Vízügyi hálózat

A vízügyi hálózat ár- és belvív-, valamint vízminőség-védelmi célokat szolgál. Az ár- és belvívvédelem mindig is kiemelt jelentőséggel bírt, főleg olyan ország esetében, mint Magyarország. A környezetvédelem jelentőségének növekedésével együtt a vízminőség védelem is jelentős szerepet kapott.

Mindhárom esetben az előrejelzés a legfontosabb, hogy a hatóság és a lakosság kellő időben felkészülhessen a veszély elhárítására akár töltésmagasítással, akár a lakosság, az állatállomány, és más gazdasági értékek evakuálásával, mentésével.

Tekintettel arra, hogy Magyarországra a folyóvizek kivétel nélkül külföldön lévő forrásvidékekről származnak, az előrejelzéseket is külföldről kell megkapnunk. Ennek érdekében többoldalú megállapodás jött létre a vízparti ökörendszerekre kiterjedően. Megállapodás született a megfigyelési helyek, a mérendő jellemzők és a rendszeresen értékelendő paraméterek felől, nyilvántartásba veszik a szennyezőforrásokat, határértékeket állapítanak meg a szennyezőanyag-bebocsátásokra, meghatározzák a vízminőségi célállapotot.

A védelmi tevékenység a gazdaságban előállított javak megóvásában, az élet- és vagyonvédelem területén játszik fontos szerepet. A védelmi tevékenység az alábbi területekre terjed ki:

- árvízvédekezés,
- belvívvédekezés,
- jégvédekezés,
- vízminőség kárelhárítás.

A termelési jellegű vízügyi tevékenységek:

- vízellátás és csatornázás,
- vízhasznosítás,
- egyéb.

Például a Dunával kapcsolatban közös programokat dolgoznak ki és hajtanak végre a vízviszonyok rendszeres megfigyelésére (a lefolyásra, a vízminőségre, a

hordalékra), és elkészítik az egész Duna-medence vízmérlegét. Közös értesítő-, figyelmeztető- és riasztórendszerek létrehozása is szerepel; a kétoldalúan kialakított meglévő rendszerek kiegészítéseként pedig megszervezik a sokoldalú tájékoztatást az árvíz- és jégveszélyről, továbbá a rendkívüli vízszennyezésekről. Vállalják a Felek a rendszeres információcserét a vízi- és vízparti környezet általános állapotáról.

Hazánk vízgazdálkodásában kiemelt szerepet játszik a vízügyi távközlő rendszer, amely egyrészt a védelmi tevékenységgel, másrészt a termelési feladatokkal összefüggő távközlési igények kielégítésére hivatott. Tekintettel arra, hogy a védelmi tevékenység túlnyomórészt a vízfolyáshoz kötött, ezért a vízügyi távközlő hálózat szinte teljes egészében a védelmi töltések mentén helyezkedik el.

Ár- és belvíz-, valamint vízminőség-védelmi hálózat működtetésénél - különösen katasztrófa helyzetekben - igen fontos szerep jut a rádiós összeköttetéseknek. E területen a készenléti rádiószolgálat (pl. TETRA rendszer) veendő figyelembe.

4.6.5. Technológiai hálózatok jövője

A termelési folyamatban az anyag, energia átvitel optimalizálása révén mind gyakrabban közvetlen termelőerővé válik az információátvitel, s e miatt a távközlő hálózatok a technológiai folyamatok létfontosságú alkatelemeivé válnak.

A nyilvános és a technológiai hálózatok közeledését, integrációját is megfigyelhetjük. A nyilvános és a technológiai hálózatok közötti konvergencia egyrészt a hálózatok, másrészt a szolgáltatások mentén jelentkezik. E kettős konvergencia alapját egyrészt a távközlésben végbement *szabályozás változás (liberalizáció)*, másrészt a távközlésben lejátszódott *technológiai váltás (digitalizáció)* teremtette meg

A liberalizáció lehetővé tette, hogy a technológiai távközlő hálózatok, együttműködve illetve versenyezve a nyilvános hálózatokkal előfizetői szolgáltatásokat nyújthassanak, belépjenek a távközlési piacra. A digitalizálás pedig azt tette lehetővé, hogy a nyilvános távközlő hálózatok képesek a különböző technológiai folyamatok informatikai igényeinek kielégítésére (pl. interaktivitás).

Irodalomjegyzék

[4.6.1] Jutasi István: *A technológiai távközlés kialakulása, jelenlegi és jövőbeni szerepe* Híradástechnika XXVIII. évf. (1977) 9. sz.

[4.6.2] Jutasi István: *Olajipari távközlő hálózat Magyarországon*. Kőolaj és Földgáz 17. (117.) évf. (1984) 3. sz.

[4.6.3] Jutasi István: *Különcélú hálózatok a távközlési piacon*. Híradástechnika XLV. évf. 1994. december

[4.6.4] Bély András: *MVM Rt. távközlési hálózata*. MVM Rt. Közleményei 1999/4

[4.6.5] Bély András: *Informatika stratégia*. MVM Rt. Közleményei 2000/3

4.7. Műsorszóró hálózatok

Szerző: dr. Kovács Imre

Lektor: dr. Gschwindt András

A műsorszórás egyes megoldásait a következő speciális csoportosításban ismertetjük. Először átfogó képet adunk a műsorszóró adók ellátására kiépített műsorszétoosztó hálózatokról, majd ismertetjük a műsorszórás rendszertechnikai vázlatát, kitérve néhány speciális megoldásra, különösen a műsorszóráshoz ma már szorosan kapcsolódó interaktív rendszertechnikára.

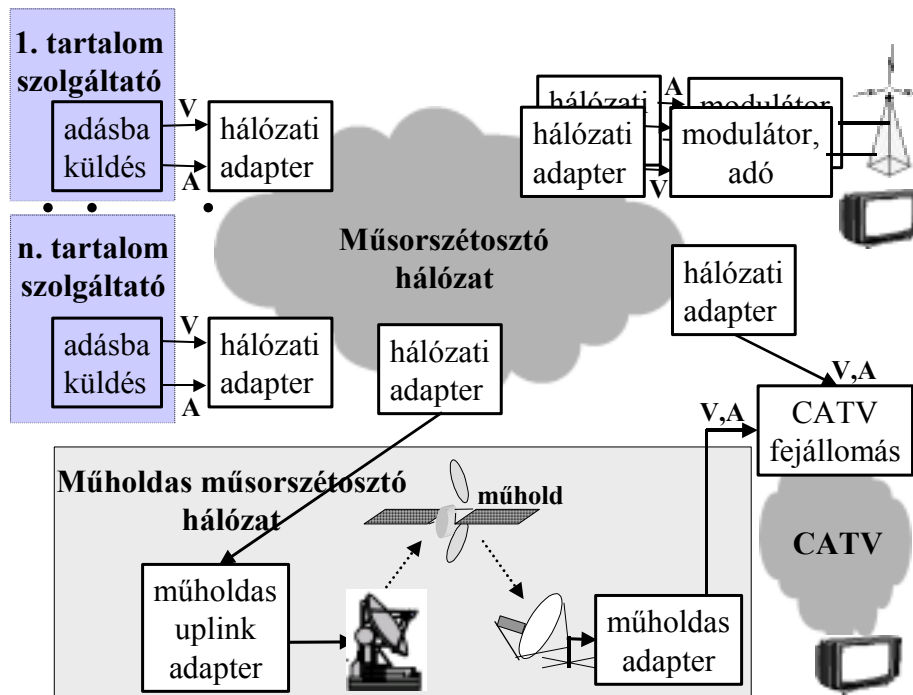
4.7.1. Műsorszétoosztó hálózatok

A műsorszétoosztás feladatát gyakorlati szempontból a legjobban és legegyszerűbben úgy tudjuk megfogalmazni, ha megadjuk azokat a végpontokat, amelyek között a műsorszétoosztás, mint távközlési szolgáltatását értelmezzük. Eszerint az egyik végpont minden esetben az az egység, ami természetes része a tartalom szolgáltató stúdiójának, beleértve annak valamennyi berendezését, amely gondoskodik a tartalom folyamatos, az előre kiadott műsorrend szerinti kijátszásáról. E stúdió komplexum a kijátszáson kívül számos egyéb feladatot is ellát, csak felsorolás jelleggel: felvételkedészítés, átmeneti tárolás, utó-munkálatok, archiválás, hírszerkesztés, stb. Számunkra jelen fejezetben csak a kimeneti jelformátumok bírnak jelentőséggel.

A műsorszétoosztás másik végpontja az ellátott közegtől függ. Földfelszíni műsorszórás kiszolgálása esetén a végpont a műsorszóró adó, műholdas műsorszórás esetében a műholdas feladó (uplink), míg a műsorelosztás (kábeles, vagy vezeték nélküli) táplálásakor a műsorelosztó fejállomás. Ez a struktúra igaz mind a hang, mind a kép műsorterjesztésre, teljesen függetlenül attól, hogy az analóg, vagy digitális technológiájú. Természetesen a jelformátumok és alkalmazott modulációk az egyes technológiák és továbbított jelek esetében különböző.

4.7.1. ábrán felrajzoltunk egy általánosnak tekinthető műsorszétoosztási rendszertechnikát. Ezen jelöltük mind a három legfontosabbnak ítélt megoldást. Az

ábrán baloldalt találjuk a forrás jeleket szolgáltató stúdiókat, kettőt tüntettünk fel, de természetesen ezek száma a konkrét megvalósítástól függ. A „V” a videó, az „A” a hangjeleket azonosítja. Természetesen, rádió program esetén csak hangjel, vagy hangjelek vannak. A hálózati adapter feladata, hogy a bemeneteire adott jelet, vagy jeleket a műsorszétesztő hálózat átviteli módjának és protokolljának megfelelően alakítsa át. Ezért az adapter felépítését a bemeneti formátum és az alkalmazott hálózat egyértelműen meghatározza.



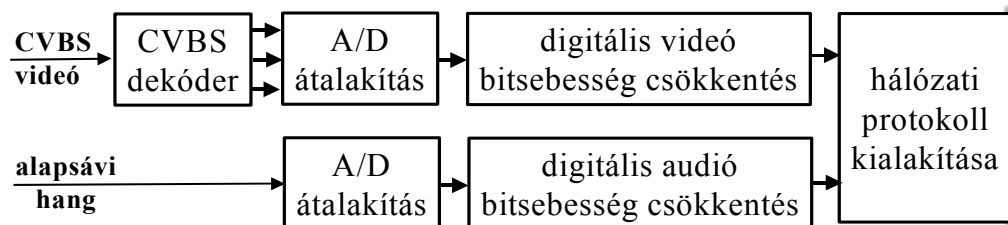
4.7.1. ábra. A műsorszétesztés elvi vázlat

A műsorszétesztő hálózat megvalósítása sokféle lehet, pl. tisztán egyirányú műsorszolgáltatás alapú, de lehet a szükséges adatsebesség továbbítására alkalmas bármely kétirányú távközlő hálózat is.

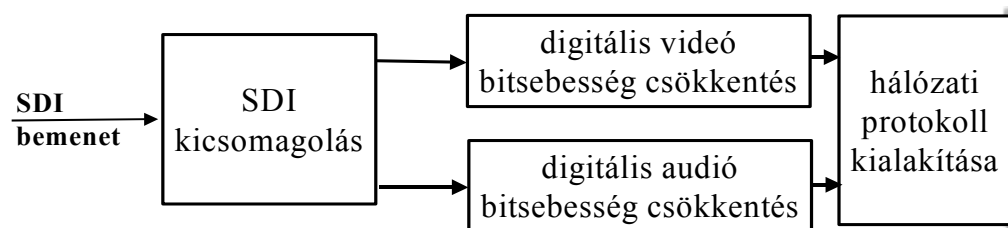
Analóg jelek analóg műsorszétesztésakor a leggyakoribb megoldás az FM RF mikró, amely lényegesen jobb átviteli paraméterekkel rendelkezik, mint amit a műsorszóró szabvány előír, így nem korlátozza a szolgáltatott minőséget. Ebben az esetben a hálózati adapter fogadja az összetett PAL¹², SECAM, vagy NTSC jelet [4.7.1] és az alapsávi hangjeleket, melyeket az FM mikro rendszer modulációs módjának megfelelően alakít át.

Digitális technológiájú műsorszétoztás esetében a hálózati adapter felépítése természetesen attól függ, hogy milyen formátumú a bemenőjel, és a műsorszétoztó digitális hálózat technológiája, továbbá milyen audió és videó bitsebesség csökkentést alkalmazunk.

A 4.7.2. ábrán felrajzoltuk az adapter két lehetséges funkcionális felépítését. A felső arra az esetre utal, ahol CVBS¹³ jeleket küldenek adásba, dolgozik, míg a műsorszétoztó hálózaton, valamilyen bitsebesség csökkentés után továbbítjuk a jeleket. Az alsó funkcionális vázlat már a modernebb, itt feltételeztük, hogy a stúdió soros digitális interfészen (Serial Digital Interface: SDI, [4.7.2], [4.7.3]) szolgáltatja a videó és az audió jeleket. Mivel ezen interfész adatsebessége 270 Mbit/s, ezért a hálózati adaptert a stúdió kimenetéhez közel kell elhelyezni.



Műsorszétoztás CVBS-digitális adapterének funkcionális felépítése



Műsorszétoztás SDI-digitális adapterének funkcionális felépítése

4.7.2. ábra. A hálózati adapter két lehetséges funkcionális vázlata

A 4.7.2. ábra vázlatán az utolsó blokk a hálózati protokoll szerinti keretezés és csomagolás, amelyeknél a két legfontosabb paraméterre, a programonkénti hatalmas adatsebességre és az on-line átvitel szükségességére hívjuk fel a

¹² **PAL:** Phase Alternation Line; Soronkénti fázis váltás elve, mellyel a PAL rendszer képes a színezet hibát telítettség hibává konvertálni.

¹³ **CVBS:** Composite Video Blanking Sync; Összetett videójel, amely tartalmaz a világosságjelet, a modulált színjelet, a sor és a félkép kioltási időt, valamint az összetett szinkronjelet.

figyelmet. Ez utóbbi természetesen azt jelenti, hogy a hálózaton bekövetkező esetleges folytonossági és jitter hibákat magában a hálózatban, jobban mondva a hálózati adapterben kell lekezelni.

A videó és audió bitsebesség csökkentési eljárások a legkritikusabb pontjai a láncnak. Több okból is, hiszen ezen a ponton feszül egymásnak a továbbított hang és képminőség, és a továbbításhoz szükséges adatsebesség és annak költsége. Az első digitális műsorszétoztó hálózatokban az alkalmazott adatsebesség 140 Mbit/s volt, amely Transzparens (a kódolási veszteség nem érzékelhető még többszöri oda-vissza kódolás alkalmazásakor sem) eljárások közé tartozik, azonban a hatalmas bitsebesség megnehezítette alkalmazását, a szükséges sáv szélesség költsége miatt. A műsorszétoztó hálózatokon a következő alkalmazott adatsebesség a 34 Mbit/s [4.7.4] volt, amely már számos hálózaton (PDH, SDH, ATM) gazdaságosan továbbítható. A kódolás és a szükségszerű dekódolás kép- és hangminősége teljesíti a követelményeket, de nem nevezhető transzparensnek, hiszen a dekódolás utáni, esetleges tovább feldolgozás (pl. editálás) észrevehető minőségromláshoz vezet. Szerencsére ezt a műsorszétoztást csak a legkritikább esetben használjuk stúdiók közötti kommunikációra.

A bitsebesség csökkentési eljárások fejlődése további adatsebesség csökkenést eredményezett, miközben a kép- és hangminőség alig észrevehetően csökkent csak. Ezért ha csak a kisugárzási minőség biztosítása a cél (műsorterjesztés), akkor a 34 Mbit/s-nál lényegesen alacsonyabb bitsebesség (6 – 15 Mbit/s) is megengedhető. Néhány éve kezdték el alkalmazni műsorszétoztási célra az MPEG¹⁴-2 videó [4.7.5], az MPEG-1 audió [4.7.6], és MPEG-2 audió [4.7.7] kódolásokat és azok MPEG-2 rendszer [4.7.8] szerinti transzport adatfolyamba történő multiplexelését.

4.7.2. A műsorszóró rendszerek típusai és felépítésük

A műsorszétoztó hálózat fogadó oldalán található hálózati adapterek a táplálási oldal funkcióinak csak egy részét hajtják végre, hiszen ezek kimenőjele nem feltétlenül azonos azzal, amit a feladó oldalon bemenő jelként kapunk. A 4.7.3. ábrán

¹⁴ **MPEG:** Motion Picture Export Group; A videó és hang jelek bitsebesség csökkentési eljárásait kidolgozó és szabványosító szakértői csoport.

az analóg és digitális földfelszíni műsorszórás esetében alkalmazható adapterek és kapcsolódó elemek, míg a 4.7.4. ábrán az analóg és digitális műholdas műsorszórás esetében alkalmazható adapterek és kapcsolódó elemek funkcionális vázlatát tüntettük fel.

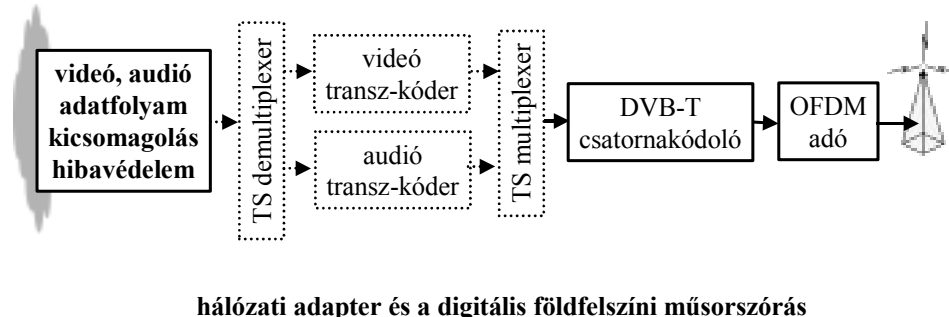
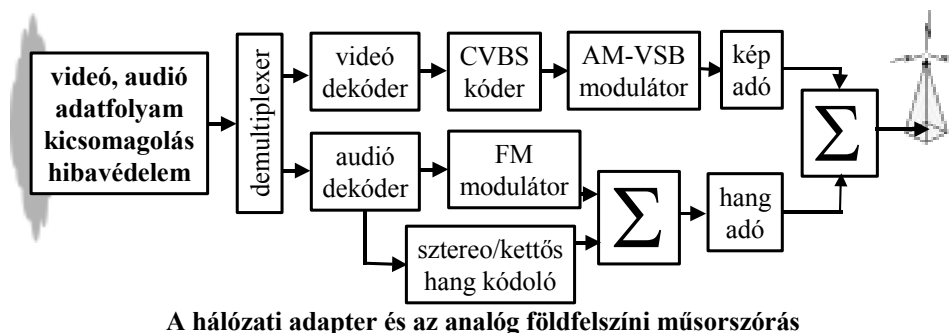
Az analóg földfelszíni műsorszórás ellátása során a hálózati adapter végrehajtja a hibaellenőrzést és hibajavítást, kicsomagolja a videó és audió komponenseket. Lévén, hogy a hálózaton egy időben több program is továbbítható demultiplexálni kell a kisugárzandó program videó, audió és egyéb szolgáltatási komponenseit, majd azokat az alkalmazott bitsebesség csökkentési eljárásnak megfelelő dekóderrel vissza kell alakítani az analóg kép és hang jellé. Ezt követően végre kell hajtani az analóg kisugárzási szabványnak megfelelő kép és hangkódolást és modulációt.

A 4.7.3. ábrán jelöltük, hogy már az analóg földfelszíni műsorszórás is képes a kettős/sztereó hangátviteli mód biztosítására, mono kompatibilisen, amely azt jelenti, hogy a plusz információ továbbítása mindig további átviteli eljárások alkalmazásával történik. Ma Európában a sztereó/kettős hang továbbítására kétféle egymással össze nem férő eljárást alkalmaznak. Az egyik a digitális NICAM¹⁵-728 [4.7.9], a másik az analóg két hangvivős német rendszer [4.7.10].

A 4.7.3. ábra alján a digitális földfelszíni műsorszórás és annak műsorszétoztási táplálása található. A bemeneten a műsorszétoztó hálózat átviteli protokolljától függő kiegészítő adatok eltávolítása után a hibavédelem, majd a videó és audió, valamint kísérő, értéknövelő szolgáltatások adatainak kinyerése következik. Az ábrán ezután következő funkcionális egységeket szaggatott vonallal ábrázoltuk, amely azt jelzi, hogy e műveletekre csak akkor van szükség, ha a műsorszórás, a műsorszétoztásban használt digitális kompressziós eljárás helyett valamilyen másikat használ, vagy ha pl. az átviteli sebességet csökkentjük. Mindkettőre van már példa. Hiszen pl. ha a műsorszétoztás során ETSI 34 Mbit/s-os kompressziót alkalmaznak, akkor arról biztosan át kell térni a műsorszórás során az MPEG-2/DVB-T¹⁶ [4.7.11] kódolásra. Az analóg és digitális műsorszórás között

¹⁵ **NICAM:** Near Instantaneously Companded Audio Multiplex; Közel pillanatnyi időtartamot alapul vevő kompressziós eljárás.

¹⁶ **DVB-T:** Digital Video Broadcasting Terrestrial; Tisztán digitális modulációs eljárást és bitsebesség-csökkentési eljárást alkalmazó földfelszíni műsorszóró rendszer.

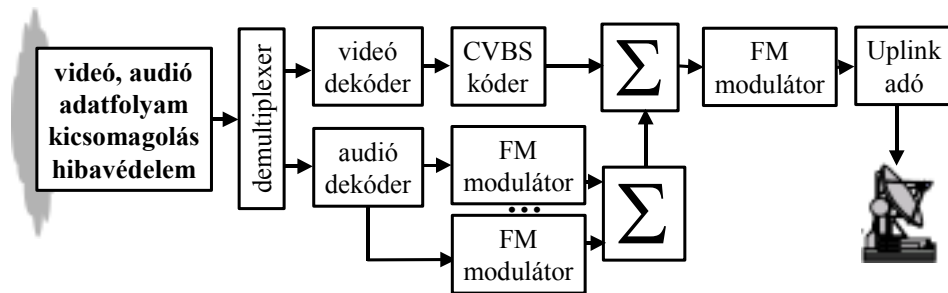


4.7.3 ábra. A földfelszíni műsorszórás táplálása analóg és digitális esetben

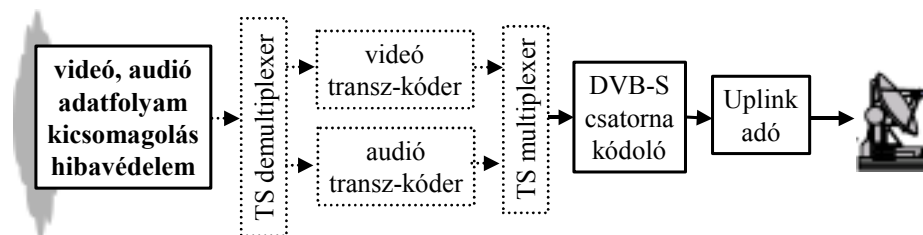
sok egyéb mellett az egyik legfontosabb különbség, hogy digitális esetben egyetlen frekvencián több programot sugárzunk ki, míg analóg esetben ez csak egyetlen program lehet. Ennek megfelelően számtalan speciális eset képzelhető el, hiszen az átviteli láncon kialakul egy új funkció, a transzport adatfolyam multiplexer, amely nemcsak az egy frekvencián kisugárzandó programok és azok komponenseinek (videó, audió) multiplexálást végzi, de feladata minden egyéb, pl. elektronikus program kalauz, EPG¹⁷ járulékos adatainak a beültetése is [4.7.12].

A 4.7.4. ábra felső részén találjuk az analóg műholdas műsorszórás táplálásának vázlatát. E szerint a műsorszétosztó hálózaton érkező jelet a hálózati adapterrel alakítjuk vissza az audió és videó információkat tartalmazó adatfolyammá. A digitális műsorszétosztás egy időben több program továbbítására is képes, míg az analóg műholdas műsorszórás egyetlen transzponderen egyetlen teljes program továbbítására képes csak, ezért az adatfolyamból ki kell választani annak a programnak a komponenseit (videó, audió, egyéb értéknövelő szolgáltatások), melyiket ki akarunk sugározni. Az ábrán csak a videó és audió komponensek feldolgozását jeleztük.

¹⁷ **EPG:** Electronic Program Guide; Elektronikus programkalauz.



A hálózati adapter és az analóg műholdas műsorszórás



A hálózati adapter és a digitális műholdas műsorszórás

4.7.4. ábra. Az analóg és digitális műholdas műsorszórás és a megfelelő hálózat adapter

A demultiplex által szolgáltatott program komponenseket a videó és audió dekóder dekódolja, és előállítja az analóg kép és hang jeleket. A képet frekvencia modulációval, míg a hangot általában frekvencia moduláció és valamilyen zajcsökkentő eljárás együttes alkalmazásával továbbítják. Számos esetben az analóg hang mellett újabb hang segédvívökön, digitális moduláció alkalmazásával továbbítják a bitsebesség csökkentett hangjeleket, a forráskódolás általában az MPEG-audió valamelyik változata.

A 4.7.4. ábra alján a digitális műholdas műsorszórás és annak táplálása található. Hasonlít a földfelszíni megoldásra, csak az alkalmazott csatorna modulációban (DVB-S¹⁸ [4.7.13]) van különbség (lásd még: 4.7.3. szakaszt).

Az analóg és digitális hang-műsorszórás vázlatát és néhány rendszertechnikai kérdését a 2.2.9 szakaszban találjuk meg.

¹⁸ **DVB-S:** Digital Video Broadcasting Satellite; Tisztán digitális modulációs eljárást és bitsebesség-csökkentési eljárást alkalmazó műholdas műsorszóró rendszer.

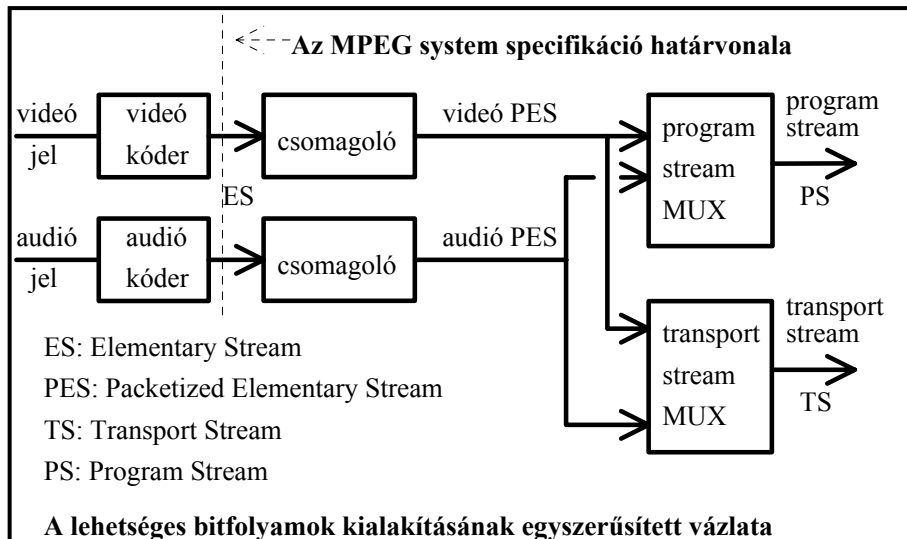
4.7.3. Digitális képműsorszórás

A 80-as években teret hódító digitális technika felvetette a műsorok digitális átvitelének lehetőségét, azonban azok átvitele tömörítetlen formában igen nagy sáv szélességet igényelne, ezért a 80-as évek végén, 90-es évek elején, világszerte számos, egymással nem kompatibilis bitsebesség csökkentési eljárást dolgoztak ki a sáv szélesség-takarékos hang- és képkódolásra és átvitelre. Az áttekinthetetlenül válóhelyzet rendezése érdekében az ISO/IEC létrehozta az ISO/IEC/JTC1/SC2/WG11 jelű munkacsoportját, melyet rövidítve ISO/MPEG-nek (Moving Pictures Experts Group) neveztek el.

Ezzel párhuzamosan 1991-ben műsorszóró társaságok és fogyasztói készülégyártók egy közös, pán-európai platform létrehozását indítványozták a digitális műsorszórás kifejlesztésére. Az év végére megállapodás született egy bizottság, az ELG (European Launching Group) létrehozására, amelynek feladata az európai digitális műsorszórás fejlesztési feladatainak felügyelete lett. A bizottság 1992-ben publikálta az Egyetértési Okmányt (Memorandum of Understanding), ami tartalmazta a fejlesztők munkája során szem előtt tartandó szempontokat. A létrehozott szervezet a DVB (Digital Video Broadcasting) projekt, amely alapvető célként tekintette a kábeles, műholdas és földfelszíni terjesztésű digitális televíziózás összehangolt és piacorientált kialakítását.

A DVB a kép és hangátvitel szabványául az MPEG csoport által kidolgozott MPEG kódolási technikát választotta, ami a hatékony tömörítés mellett megbízható átviteli adatstruktúrát és skálázható kódolási minőséget tesz lehetővé. Azóta a projekt minden lényeges átviteli közegre kidolgozta a megfelelő átviteli eljárást. A csatornakódolás lépéseit az adott közeg tulajdonságaihoz és az elérendő célokhoz, főleg a robusztusság tekintetében alakították ki.

Mivel minden *DVB* alapú átviteli rendszer az *MPEG-2* adatstruktúrát használja, ezért a következőkben, az adatfolyam kialakítás néhány szempontját ismertetjük.



4.7.5. ábra. A PES (Packetized Elementary Stream) előállításának folyamata

MPEG-2 adatstruktúra

A videó kódoló a videó jelet az ISO/IEC 13818-2 [4.7.5] szabványnak, míg az audió kódoló az audió jeleket az MPEG-1 [4.7.6] és MPEG-2 [4.7.7] audió szabványoknak megfelelően tömöríti (4.7.5. ábra).

Az MPEG-2 szabvány első része [4.7.8] határozza meg az adatfolyamok szintaktikáját és szemantikáját. A szabvány e része írja elő az audio, videó illetve egyéb adatokat tartalmazó elemi adatfolyamok átvitel számára megfelelő összefűzési módját. Az audio és videó kódolók kimenetein a kódolás után állnak elő az un. ES¹⁹ elemi adatfolyamok. Ezek csomagolt változata a PES²⁰ azaz a csomagolt elemi adatfolyam.

Az MPEG rendszer ezen kívül azon járulékos adatok átvitelét is előírja, amelyek elengedhetetlenül szükségesek a szinkronizált dekódoláshoz. Ezt a funkciót az időbélyegek (Time Stamp) alkalmazásával valósítja meg. A szinkronizált dekódolásra azért van szükség, hogy a dekódoló a megfelelő pillanatban tudja dekódolni és megjeleníteni a képet, valamint generálni a megfelelő hangot.

¹⁹ **ES:** Elementary Stream; A bitsebesség csökkentés által generált egyedi komponens adatfolyam.

²⁰ **PES:** Packetized Elementary Stream: A bitsebesség csökkentett elemi komponens átvitelre csomagolt változata.

Mivel a PES-ek elemi programkomponenseket tartalmaznak, ezért egy adott programhoz általában több PES tartozik (videó, audio, teletext...). Ezeket egy közös multiplex rendszerbe kell összefogni.

Az MPEG-2 rendszer két multiplexelési eljárást, a TS²¹-t (Transport Stream) és a PS²²-t (Program Stream) definiálta. A TS-t alapvetően zajos és veszteséges átviteli környezetre optimalizálták, ezért a bitfolyam kialakításakor fontos szerepet kap a hibák felismerése és javítása. A műsorszóró csatornák mindegyike idesorolható, ezeken tehát kizárólag a TS továbbítható, ezért nem foglalkozunk a PS felépítésével.

A TS lehetővé teszi több program, független továbbítását egyetlen TS multiplexen belül, azáltal hogy mindegyik számára külön időreferenciát biztosít. Ez azért fontos, mert ha a programokat nem egy helyen kódolják, akkor a kódolók rendszerórái nem járnak azonosan, így az időzítési információik sem lesznek egyformák. A gyakorlatban a programokat számos esetben eltérő helyen, általában az előállítási helyükön kódolják.

Az MPEG-2 a műsorokhoz kapcsolódó járulékos információk átvitelét egy külön struktúrában, a PSI-ben (Program Service Information), azaz a programokat jellemző információs adatszerkezetben írja le.

A DVB által definiált átviteli módok és rendszerek

A DVB a következő átviteli módokat dolgozta ki:

- **DVB-S** (Satellite) – műholdas rendszer [4.7.13],
- **DVB-C** (Cable) – kábelhálózati rendszer [4.7.22],
- **DVB-T** (Terrestrial) – földfelszíni rendszer [4.7.11],
- **DVB-CS** (Community System) – kisközösségi rendszer [4.7.14],
- **DVB-MS** (Multipoint Satellite) – sokpontos műsorelosztó rendszer [4.7.15],
- **DVB-MC** (Multipoint Cable) – sokpontos műsorelosztó rendszer [4.7.16].

²¹ **TS:** Transport Stream; Olyan átviteli adatfolyam, melynek kialakításakor a legfontosabb szempont a megfelelő hibavédelem biztosítása.

²² **PS:** Program Stream; Egyetlen program (videó és kísérő hang) komponenseiből kialakított adatfolyam.

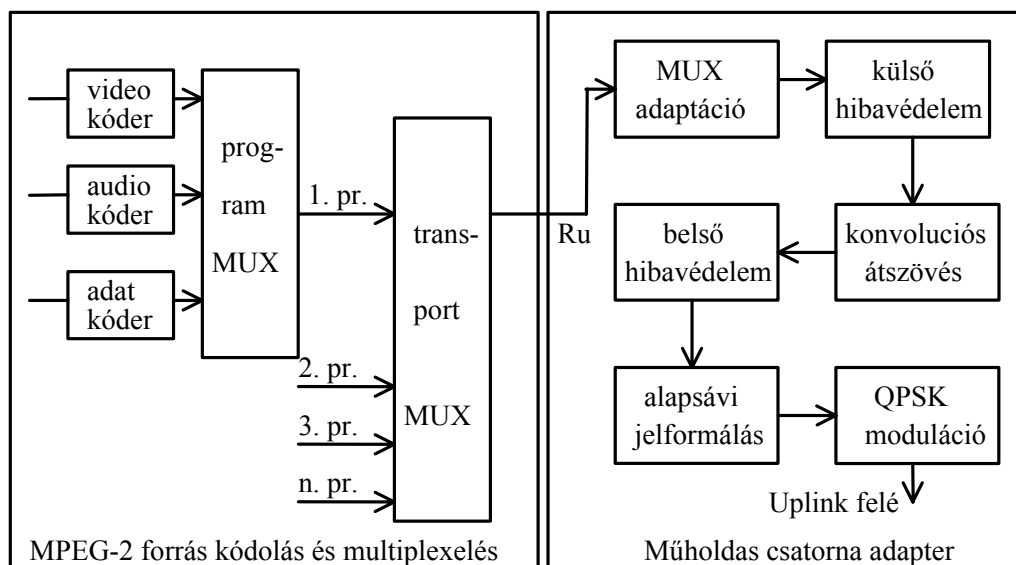
A fent említett alapvető átviteli módokon kívül a DVB szabvány még további néhány fontos alkotóelemet és adatátviteli módot is definiál, melyekre terjedelmi okok miatt nem térünk ki.

A DVB rendszerre jellemző, hogy az egyes átviteli módok kódolási lépései hasonlóak, valamint az átvitel szempontjából teljesen mindegy, hogy képet, hangot, vagy valamilyen egyéb adatot továbbítanak. A nagyfokú hasonlóság lehetővé tette a közös funkciók összevonását és ezáltal azt, hogy a DVB vevőben a három közegnek megfelelő demodulátor és dekódoló egységek közös chipre integráltan jelenhessenek meg.

Nézzük a két legfontosabb műsorszóró közeg (műholdas és földfelszíni) átviteli rendszerét.

Műholdas digitális képműsorszórás (DVB-Satellite: DVB-S)

A 11/12 GHz-es Ku-sávban történő, műholdas műsorszórás és műsorszétoosztás átviteli rendszere. A [4.7.13] szabvány definiálja a digitális, sokprogramos normál és nagyfelbontású műsorszórás modulációs és csatorna jellemzőit. A kódoló felépítését a 4.7.6. ábra mutatja.



4.7.6. ábra. A DVB-S kódolás adó oldali felépítése

A csatorna moduláció kialakításakor a meghatározó alapparaméterek a következők voltak:

- műhold transzponder EIRP-je (Equivalent Isotropically Radiated Power),

- az adó nem-lineáris torzítása,
- a távolságból számítható szabadtéri csillapítás (205 dB),
- a légkör csillapítása,
- a vevő jósági tényezője (gain/temperature: G/T).

A vétel korlátozó paramétere a vett jel teljesítménye, ezért az elsődleges szempont a zajjal szembeni megfelelő robusztusság biztosítása volt. Ezzel magyarázható a külső és belső hibavédelem együttes alkalmazása.

A transzponder nem-lineáris torzítása és a nagy szabadtéri csillapítás olyan modulációs mód alkalmazását tette szükségessé, amely a rosszabb jel-zaj viszony mellett is megfelelő bit-hiba arányú vételt tesz lehetővé. Ez eleve meghatározta a modulációt, amely a kvadratúra fázisbillentyűzés (Quarternary Phase Shift Keying: QPSK).

A megfelelő bit-hiba arány biztosítása végett nagy hatékonyságú hibajavító kódolási algoritmust használnak. Ez a kódolási algoritmus két egymástól alapvetően eltérő tulajdonságú hibavédelmi eljárást (pontozott konvolúciós kódolás és Reed-Solomon blokk-kódolás) és egy hibaterítő un. konvolúciós átszövést alkalmaz. Ennek eredményeképpen a bithibák és a bájt hibák is javíthatók. Sőt az egymás melletti hosszú hibacsomók is detektálhatók és javíthatók. Ezenkívül a konvolúciós kódolás magas hatékonyságú transzponder sáv szélesség adaptációt is lehetővé tesz.

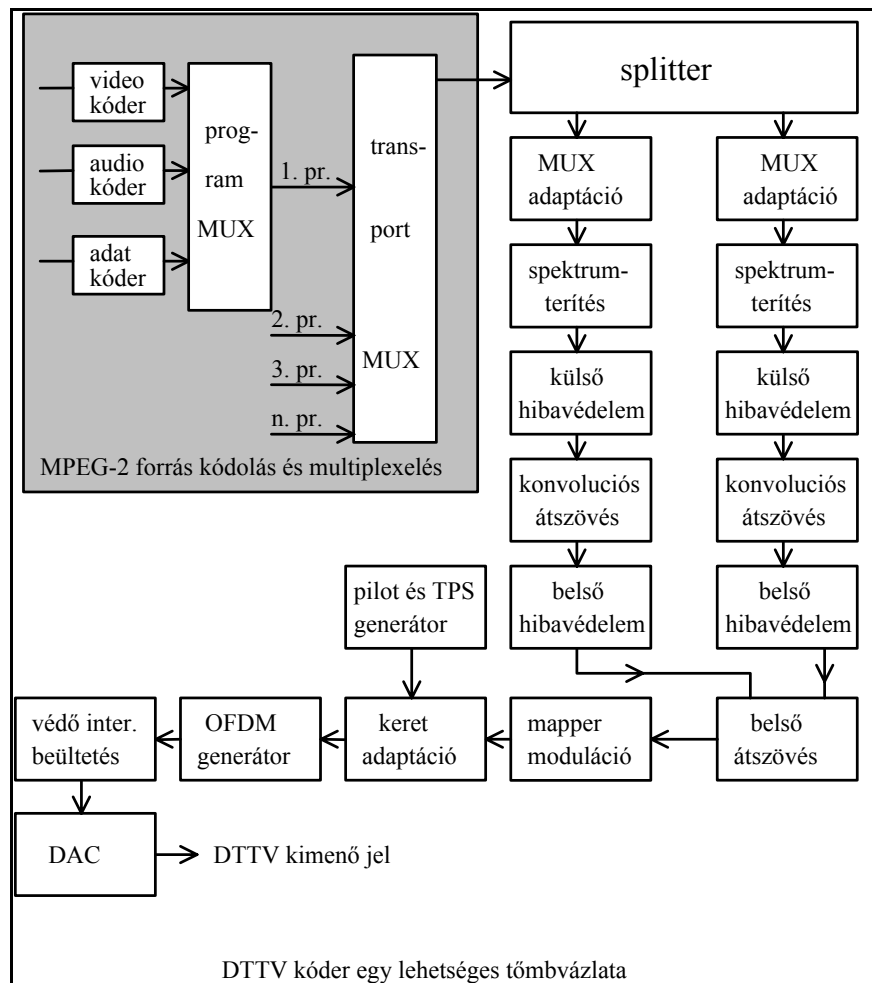
Bár a teljes rendszert úgy alakították ki, hogy az optimális legyen, az un. TDM elvű átvitelekre, amelyek egy vivőn több programot továbbítanak (MCPC²³), de lehetséges a több-vivős FDM elvű átvitel is, ahol egy vivő csak egy program adatait hordozza (SCPC²⁴).

Az alkalmazott hibavédelmi eljárás biztosítja, hogy a küszöb feletti vivő-zaj viszony esetén gyakorlatilag hibamentes vétel (QEF²⁵) valósítható meg.

²³ **MCPC:** Multi Channel Per Carrier; Egyetlen vivőn számos bitsebesség csökkentett programot továbbító műholdas átviteli rendszer.

²⁴ **SCPC:** Single Channel Per Carrier; Vivőnként csak egy programot továbbító műholdas átviteli rendszer.

²⁵ **QEF:** Quasi Error Free; Kvázi hibamentes átvitel, ahol maximum egy nem javított hiba fordul elő műsor óránként.



4.7.7. A DVB-T csatornamodulátor felépítése

Földfelszíni digitális képműsorszórás (DVB-Terrestriál: DVB-T)

A DVB-T szabvány [4.7.11] definiálja a digitális földfelszíni sok-programos normál és nagyfelbontású műsorszórás és a csatorna jellemzőit. A szabvány megalkotása során a következő fő szempontokat vették figyelembe:

- a kisugárzott jel a meglévő 8 MHz-es UHF csatornába beleférjen,
- robusztusság a csatornán belüli és a szomszéd csatornák közötti zavarokkal szemben,
- spektrum-hatékonyság – egyfrekvenciás hálózatok (SFN²⁶) alkalmazása,
- tegye lehetővé a mozgó és beltéri hordozható vételt is (OFDM²⁷).

²⁶ **SFN:** Single Frequency Network; Olyan műsorszóró hálózat típus, ahol a tartalmat mindenhol azonos rádiófrekvencián továbbítjuk.

²⁷ **OFDM:** Orthogonal Frequency Division Multiplex. Olyan sokvívös modulációs eljárás, ahol a vívők ortogonális rendszert alkotnak, melynek a vívők közötti interferencia elkerülhető.

Az OFDM moduláció, kiegészítve a kettős hibavédelemmel és átszövésessel, nagyfokú zavarvédelemmel biztosít, amely lehetővé teszi mind a nagyvárosi, mind a mozgó vételt. A 7.4.7. ábrán a teljes rendszer tömbvázlatát rajzoltuk fel.

Az alkalmazott hibavédelmi eljárás, hasonlóan a DVB-S-hez, biztosítja, hogy a küszöb feletti vivő-zaj viszony esetén gyakorlatilag hibamentes vétel (QEF) valósítható meg.

4.7.4. Interaktív digitális képműsorszórás

A DVB rendszer megalkotása során nyilvánvalóvá vált, hogy szükség lesz az interaktív multimédiás szolgáltatások kialakításának biztosítására. Ezért a DVB 1995-ben megalakította a SIS munkacsoportot (System for Interactive Services), amelynek célja interaktív szolgáltatásokat lehetővé tevő rendszermodell kidolgozása volt. A rendszert 1997 novemberében szabványosították. A kidolgozott modell legfontosabb jellemzője, hogy a néző felé egy nagy sáv szélességű csatorna (letöltési csatorna) kialakítását teszi lehetővé, miközben a visszirányú (a szolgáltató felé haladó) csatorna sáv szélessége ennél lényegesen alacsonyabb. Míg a letöltési csatorna sáv szélessége egészen a műsorszóró csatorna sáv szélességéig, azaz akár 48 Mbit/s-in terjedhet, addig a visszirányú csatorna sáv szélessége maximálisan 150 kbit/s lehet.

A rendszer felépítése lehetővé teszi, hogy a tartalmat szolgáltató (BSP²⁸) és az interaktív szolgáltatást nyújtó (ISP²⁹) egység ne egy helyen helyezkedjen el – csupán interaktív kapcsolatban kell, hogy legyenek. A szolgáltatások elsősorban az interaktív szolgáltatásokkal kiegészített digitális televízió műsorok szolgáltatásából állnak. A rendszer segítségével kialakítható interaktív szolgáltatások köre igen széles. Az egyik legegyszerűbb alkalmazás az lehet, pl. NVOD³⁰, de természetesen lehetőséget kínál összetettebb funkciók elérésére is (e-mail, web, online vásárlás). A SIS munkacsoport a rendszermodellt a következő rétegekre osztotta:

- Fizikai réteg: csatornakódolás, modulációs mód stb.

²⁸ **BSP:** Broadcast Service Provider; Műsorszóró tartalom szolgáltató

²⁹ **ISP:** Interactive Service Provider; Interaktív tartalom előállító.

³⁰ **NVOD:** Near Video On Demand; Közel igény szerinti videó biztosítás, ahol a felhasználó választhat a tartalom kezdési időben és részben a tartalomban is.

- Szállítási réteg: az adatstruktúrák és a kommunikációs protokollokat definiálása.
- Alkalmazási réteg: interaktív szolgáltatás szoftvere és a szükséges környezet.

A SIS rétegmodell gyakorlatilag az OSI rétegmodell egyszerűsített változata.

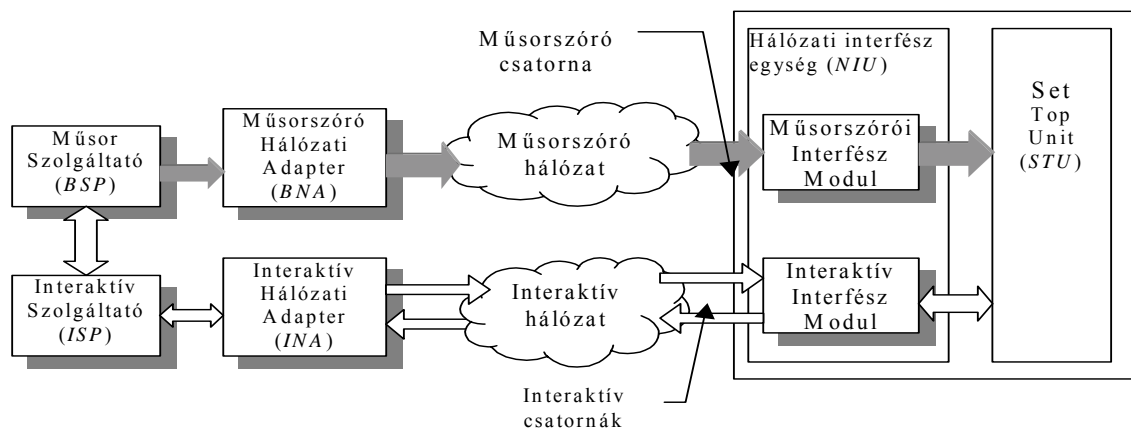
Az egyszerűsítés célja az implementációk megkönnyítése volt. A SIS rendszermodellje a következő adatátviteli csatornákat tartalmazza:

- Műsorszóró csatorna: egyirányú adatátvitel, tartalma lehet audio, videó illetve adat.
- Interaktív csatorna: felhasználó és szolgáltató között jön létre, két adatcsatornából áll:
 - Letöltési adatcsatorna: a szolgáltatótól a felhasználó felé irányuló opcionális csatorna, lehetséges, hogy a műsorszóró csatornában kap helyet.
 - Visszirányú adatcsatorna: kis sáv szélességű csatorna a felhasználtól a szolgáltató felé. Általában kérések továbbítására és válaszadásra szolgál.

A letöltési irány fizikai és szállítási réteg specifikációját az adott átviteli mód szabványai tartalmazzák (DVB-S, DVB-T). Az interaktív csatorna kialakítására a DVB számos további szabványt dolgozott ki, pl.:

- PSTN/ISDN [4.7.18],
- DECT [4.7.19],
- Műholdas rendszerekre [4.7.21],
- GSM mobiltelefon rendszerekre [4.7.20], stb.

Végül a 4.7.8. ábra a műsorszóró interaktív rendszerek általános felépítését mutatja.



4.7.8. ábra. A műsorszóró interaktív rendszerek általános felépítése

Irodalomjegyzék

- [4.7.1] Recommendation ITU-R BT.470-4: Conventional, Enhanced And High-Definition Television Systems;
- [4.7.2] Recommendation ITU-R BT.656-3: Interfaces For Digital Component Video Signals In 525-line And 625-line Television Systems Operating At The 4:2:2 Level Of Recommendation ITU-R BT.601 (Part A);
- [4.7.3] Recommendation ITU-R BT.672-3: Video-Frequency Characteristics Of A Television System To Be Used For The International Exchange Of Programmes Between Countries That Have Adopted 625-line Colour Or Monochrome Systems;
- [4.7.4] ETSI ETS 300 174/A1: Network Aspects Digitalis Coding of Component Television Signals for Contribution Quality Applications In The Range 34-45 Mbit/s;
- [4.7.5] ISO/IEC 13818-2: Generic Coding of Moving Pictures And Associated Audio: Video;
- [4.7.6] ISO/IEC 11172-3: Coding of Moving Pictures And Associated Audio For Digital Storage Media At Up To About 1.5 Mbps – Part 3 Audio;
- [4.7.7] ISO/IEC 13818-3: Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Audio;
- [4.7.8] ISO/IEC 13818-1: Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Systems;
- [4.7.9] ETSI EN 300 163: Television Systems; NICAM-728: Transmission System Of Two-Channel Digital Sound With Terrestrial Television Systems B, G, H, I, K1 and L;
- [4.7.10] Recommendation ITU-R BS. 707-2: Broadcasting Service (Sound), Transmission Of Multisound In terrestrial Television Systems PAL B, G, H And I, And SECAM L;
- [4.7.11] ETSI EN 300 744 (1999-07): Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding And Modulation For Digital Terrestrial Television;
- [4.7.12] ETSI ETS 300 707 (1997): Electronic Programme Guide (EPG); Protocol For A TV Guide Using Electronic Data Transmission;
- [4.7.13] EN 300 421 (1997-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding And Modulation For 11/12 GHz Satellite Services;
- [4.7.14] EN 300 473 V1 (1997-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Satellite Master Antenna Television (SMATV);
- [4.7.15] EN 300 749 (1997-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Microwave Multipoint Distribution Systems (MMDS) Below 10 GHz;

[4.7.16] EN 300 748 (1997-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Multipoint Video Distribution Systems (MVDS) At 10 GHz And Above;

[4.7.17] ETS 300 802 (1999-11): Digital Video Broadcasting (DVB); Network-Independent Protocols for DVB Interactive Services;

[4.7.18] ETS 300 801 (1997-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel Through Public Switched Telecommunications Network (PSTN) / Integrated Services Digital Networks (ISDN)

[4.7.19] EN 301 193 (1998-07): Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel Through The Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)

[4.7.20] EN 301 195 (1999-02): Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel Through The Global System for Mobile Communications (GSM)

[4.7.21] EN 301 790 (2000-12): Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel For Satellite Distribution Systems;

[4.7.22] EN 300 429 (1998-04): Framing Structure, Channel Coding And Modulation For Cable Systems;

Web linkek:

www.etsi.org

www.itu.org

www.dvb.org

www.digitag.org

www.drm.org

www.mpeg.org

4.8. Műsorelosztó hálózatok

Szerző: dr. Mátay Gábor

Lektor: Stefler Sándor

4.8.1. A közösségi antenna rendszerektől a szélessávú kábelhálózatokig

A kábeles műsorelosztás nagyon régi időkre nyúlik vissza és az előfizetők hangműsorral történő ellátásával indult. Magyarországi példaként gondoljunk a távbeszélő hálózaton megvalósított *Telefonhírmondó* szolgáltatásra, vagy az 1950-es években még üzemeltetett *vezetékes rádióra*. A televízió (tv) tömeges elterjedése, az egy adott helyen vehető tv-műsorok számának növekedése és a soklakásos lakóépületek lakótelepi építése szükségessé tette az egyedi vétel közösségi vétellel történő felváltását gazdasági, városképi és EMC³¹ szempontból. A *közösségi vevőantenna-rendszerek* bevezetésével az antennaerdő a háztetőkről eltűnt és az egyedi vétel esetén az antennákra a tv-vevőkészülékekből visszajutó és általuk kisugárzott oszcillátorjelek okozta zavarás más készülékek vételi sávjában megszűnt.

A *közösségi vevőantenna-rendszer (KVR³²)* vevőantennából származó tv- és rádióműsorjelek vezetékes, helyi elosztására szolgáló egyirányú rendszer, amely fejállomásból és az előfizetői csatlakozóaljzatokban végződő elosztóhálózatból áll. Két fő típusa: a *kisközösségi* és a *nagyközösségi vevőantenna-rendszer (KKVR³³ és az NKVR³⁴)*. A két típus kiterjedésében, az előfizetők és az elosztott műsorok számában különbözik. Közös jellemzőjük az *egyirányú információ-átvitel*. A több épületre vagy épületcsoportra kiterjedő NKVR-ben az épületek között föld- vagy légekábelek továbbítják a jeleket. Az elosztóhálózat több pontján a kábelcsillapítás és

³¹ EMC - electromagnetic compatibility: elektromágneses összeférhetőség.

³² KVR - közösségi vevőantenna-rendszer.

³³ KKVR - kisközösségi vevőantenna-rendszer.

³⁴ NKVR - nagyközösségi vevőantenna-rendszer.

a passzív elemek beiktatási csillapításának az ellensúlyozására erősítők találhatóak. A jelenleg világszerte működő *kábeltelevízió (KTV³⁵) rendszerek* a közösségi vevőantenna-rendszerekből fejlődtek ki, de minőségi átalakuláson mentek keresztül [4.8.1].

A *KTV-hálózatok*, vagy ahogyan ma nevezik, a *szélessávú kábelrendszerek* és a közösségi vevőantenna-rendszerek közötti alapvető különbség, hogy a KTV-rendszerek még több műsorcsatornát (számuk a műholdas műsorszélesztással jelentősen megnőtt) szolgáltatnak és *a rendszer interaktív*. Az interaktivitás azt jelenti, hogy a vissz irányú információáramlás révén a rendszer az előfizető által kiadott parancsokat, vagy egyéb adatokat is képes továbbítani és azokra reagálni az előfizető felé. Az interaktivitás megköveteli *a kétirányú információáramlást* a fejáramlástól az előfizetőig terjedő úton. A *KTV-rendszerek tehát kétirányúak*, mely lehetővé teszi új, *értéknövelő*, a műsorelosztáshoz és/vagy az adatátvitelhez kapcsolódó szolgáltatások (lásd 5. és 6. fejezetet különös tekintettel 5.5., 6.2., 6.3., 6.4., és 6.9. alfejezetekre) bevezetését. Ezek egyre nagyobb szerepet kapnak a műsorelosztási funkciók mellett.

A *szélessávú kábelhálózatok* (KTV-hálózatok) jelenlegi változását és jövőbeli fejlődését a következők befolyásolják:

- a távközlés, műsorszórás, műsorelosztás és számítógépes multimédia szolgáltatások közötti *konvergenciák*;
- a KTV-hálózatokon nyújtható *szolgáltatások fejlődése a műsorelosztás* (pay-per-view³⁶, interaktív tv³⁷, VOD³⁸, NVOD³⁹) és az *adatátvitel* (Internet, telefónia, távvásárlás, banki ügyintézés, közüzemi adatgyűjtés, távmunka, telemedicina stb.) területén;

³⁵ KTV - kábeltelevízió.

³⁶ pay-per-view: "fizess csak a megnézett műsorért" alapon működő fizető műsorelosztás.

³⁷ interaktív tv: a szélesebb értelemben vett interaktivitású tv, mely azt jelenti, hogy a tv-készülék előtt ülő néző részt vehet a nézett műsorban, vagy befolyásolhatja a műsorban folyó eseményeket.

³⁸ VOD - video on demand: igény szerinti műsorszolgáltatás, melynél a szolgáltató lehetővé teszi előfizetői számára, esetenkénti díjfizetés ellenében, hatalmas műsorválasztékának szabad igénybevételét, sőt az igényelt műsort, mint egy távoli videomagnót használva, azt bármikor megállíthatja, visszacsévévelhesse, lelassíthatja, stb. A szolgáltatás díjazásánál, természetesen az igényelt tételek, valamint a szolgáltatásban eltöltött időt lehet alapul venni.

³⁹ NVOD - near VOD: "majdnem VOD", kötött műsornak szekvenciálisan ismételt, előre meghatározott időütemben történő elérhetőségét biztosító szolgáltatás, melynél az előfizetők a számukra megfelelő időpontban jelentkeznek egy műsor megnézésére és annak elfogadásakor kapnak hozzáférési engedélyt.

- fejlődés a jelfeldolgozás és jeltovábbítás technikájában, digitális rendszerek gyors terjedése a hang- és képműsorszórás területén;
- technológiai fejlődés az átviteli közegekben és berendezésekben;
- kis és közepes KTV-rendszerek *nagy rendszerekké történő integrációja* a szolgáltatások bővülése és a töркеkoncentráció következtében.

A felsorolt, a KTV-hálózatok fejlődését meghatározó tények külön-külön, és kölcsönösen is hatnak egymásra és az egymásrahatás eredményeképpen a műsorelosztáson kívül sokféle interaktív szolgáltatást is biztosító, szélessávú és gazdaságosan üzemeltethető KTV-rendszer épül. A kisebb KTV-hálózatok integrálódásával nagy regionális szélessávú kábelhálózatokba és az adat-típusú szolgáltatások bővülésével *növekszik a hálózati menedzsment szerepe*. A digitális rendszerek gyors terjedése a hang- és képműsorszórásban (DAB⁴⁰, DVB⁴¹) és a technológiai fejlődés kiemelkedően fontos szerepet játszanak.

A DVB területén a legfontosabb európai döntés volt az *MPEG-2⁴² szabványok felhasználása forráskódolásra, hang-, video- és rendszerszinten*. Az ETSI⁴³ által kidolgozott európai DVB szabványok (DVB-S műholdas, DVB-T földi adásra, DVB-C kábeles átvitelre) [4.8.2] videokompresszióra *MPEG-2-t*, hangkompresszióra az *MPEG-2 II. réteg-et* használják.

Ez számos előnnyel jár, nevezetesen:

- sokkal több tv-műsor tehető be egy analóg tv-csatornának megfelelő csatornába (például műsorszétoztásnál a DVB-t felhasználó műhold transzponderek 6-8 -szor több tv-műsört képesek továbbítani, mint analóg esetben);
- a teljes digitalizálás révén a DVB megnyitja az utat az elektronikus műsorprogram-kiválasztás (EPG⁴⁴), az Internet, az adatszórás, a magasabb szintű interaktív-tv, stb. világa felé.
- a DVB átviteli rendszer adatcsomag-szállítási módja lehetővé teszi különböző átviteli közegeken (műhold, földi műsorszórás, KTV, MMDS⁴⁵) az összes adatfajta kvázi-hibamentes módon történő továbbítását;

⁴⁰ DAB - **digital audio broadcasting**: digitális hangműsorszórás.

⁴¹ DVB - **digital video broadcasting**: digitális képműsorszórás.

⁴² MPEG-2: a "**moving picture expert group**" által képtömörítésre kidolgozott szabvány új változata.

⁴³ ETSI - the **European Telecommunications Standards Institute**

⁴⁴ EPG - **electronic programme guides**: a műsorprogramok elektronikus kiválasztását segítő rendszer.

⁴⁵ MMDS - **microwave multipoint distribution system**: mikrohullámú pont-sokpontos elosztórendszer.

- a DVB átviteli rendszer transzparens az SDTV⁴⁶, HDTV⁴⁷, tetszőleges minőségű hang és bármifajta adat számára.

A KTV technológia fejlődése elsősorban az elosztóhálózatban alkalmazott átviteli közegek kibővülésén alapul. A kezdetben kizárólagosan használt *koaxiális kábel* mellett megjelent a *fény kábel* és újabban az igen nagy kiterjedésű elosztóhálózatok utolsó szakaszán a ritkán lakott ellátni kívánt területeken a *rádiócsatorna* (MMDS). Gazdasági okokból rendszerint egy elosztóhálózat többféle átviteli közeget használ. A jelenlegi korszerű hálózatok többsége HFC⁴⁸ technológiájú. A folyamatos fejlődés következtében az optikai szakasz végpontja egyre közelebb kerül az előfizetői csatlakozási ponthoz.

A szélessávú kábelrendszerek háromféle *nyalábolási eljárást* alkalmaznak a tv-, rádióműsorok és az adatok közös nyomvonalon való egyidejű átvitelére. Vannak *frekvenciaosztású* (FDM⁴⁹), *kábelosztású* (SDM⁵⁰) és *időosztású* (TDM⁵¹) rendszerek. Egy rendszeren belül a különböző nyalábolási eljárások együttesen is előfordulhatnak. A jelenleg működő KTV-rendszerek zöme frekvenciaosztású. A mobiltelefoniaiában használt kódosztású nyalábolás (CDM⁵²) elterjedése KTV-rendszerekben a távolabbi jövőben várható.

4.8.2. A KTV-rendszerek felépítése

A *KTV-hálózat* helyét a műsorátviteli *referenciahálózatban* a 4.8.1. ábra mutatja. A referenciahálózat részei a következők: a *nemzetközi hálózatrészt*, a *regionális hálózatrészt* és a *nemzeti hálózatrészt*, ezen belül a *műsorsugárzás* és a

⁴⁶ SDTV - **s**tandard **d**efinition **t**ele**v**ision: az ATSC (Advanced Television Standards Committee, szabványbizottság az USA-ban) által kidolgozott 18-féle videoformátumból a kisebb felbontású képet biztosító digitális tv-készülék szabvány, melyhez 12-féle formátum tartozik (16:9 és 4:3 képméretarányú, különböző felbontású és letapogatású) [4.8./3].

⁴⁷ HDTV - **h**igh **d**efinition **t**ele**v**ision: az ATSC által kidolgozott 18-féle videoformátumból a legnagyobb felbontású képet biztosító digitális tv-készülék szabvány, melyhez 6-féle formátum tartozik (mind a hat 16:9 képméretarányú, 3-3 különböző felbontású, és csak egy félképes letapogatású) [4.8./4].

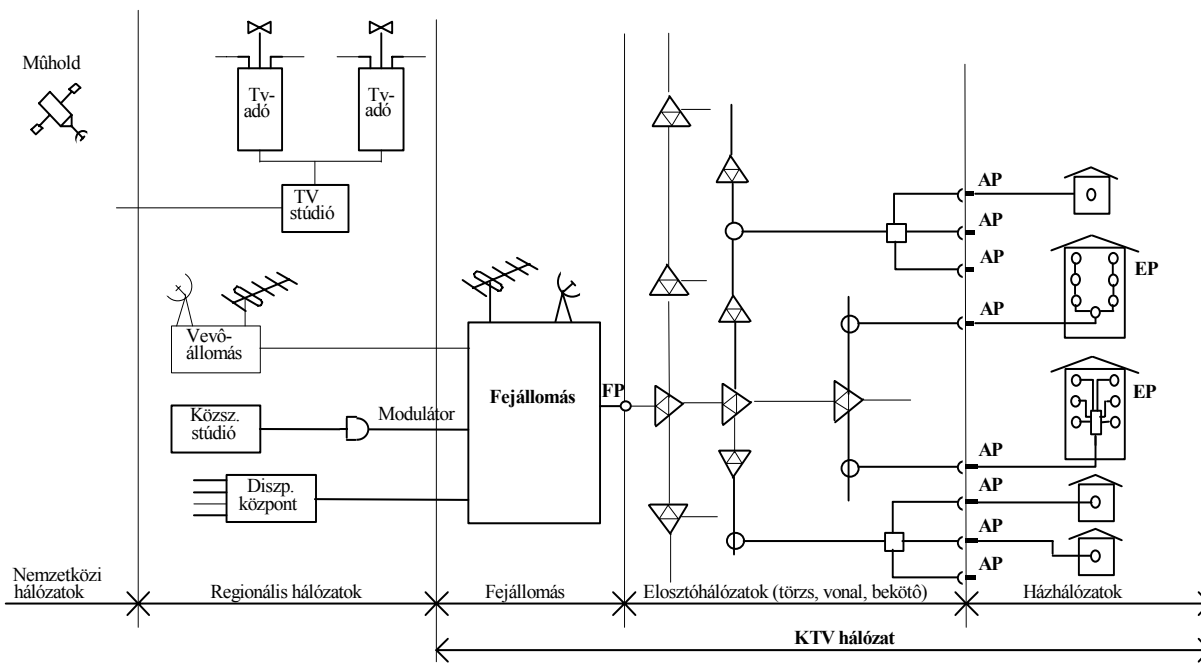
⁴⁸ HFC - **h**ybrid **f**iber **c**oaxial: az elosztóhálózatában vegyesen optikai és koaxiális kábelt használó KTV.

⁴⁹ FDM - **f**requency **d**ivision **m**ultiplexing: frekvenciaosztású nyalábolás

⁵⁰ SDM - **s**pace **d**ivision **m**ultiplexing: kábelosztású nyalábolás

⁵¹ TDM - **t**ime **d**ivision **m**ultiplexing: időosztású nyalábolás

⁵² CDM - **c**ode **d**ivision **m**ultiplexing: kódosztású nyalábolás



4.8.1. ábra. A KTV-hálózat a referenciahálózatban

KTV-hálózat (fejállomás, elosztóhálózat). Nemzetközi és regionális hálózatrész csak egyes kitüntetett nagyrendszerekben van.

A KTV-rendszerek fejállomásból, elosztóhálózatból és annak végén elhelyezkedő házhálózatokból és előfizetői csatlakozókból áll.

A *fejállomás* a vevőállomásról és/vagy az antennákról, valamint az egyéb forrásokból érkező jeleket dolgozza fel és elosztásra alkalmas formában továbbítja az elosztóhálózat felé. Az antennák is a fejállomáshoz tartoznak, ha nincs külön vevőállomás. A fejállomás feladatai a KTV-rendszerek fejlettségétől függően a következők lehetnek:

- vevőközpont a földi-, műholdas-, analóg és digitális műsorokra;
- vevőállomásról érkező és helyi stúdiókban készült jelek fogadópontja;
- adatátviteli szolgáltatások csatlakozási pontja;
- a rendszer üzemeltetésével kapcsolatos felügyeleti, illetve adatfeldolgozási központ.

A fejállomás felépítése függ az alkalmazott nyálábolástól, a rendszer által nyújtott szolgáltatásoktól, a rendszer nagyságától és az előfizetői vevőkészülékektől is. A fejállomás rendszertechnikai felépítését FDM esetén a 2.2.3. szakasz tárgyalja.

A KTV-rendszer elosztóhálózata a következő részekből épül fel: törzshálózat, vonalhálózat, bekötőhálózat.

A *törzshálózat* az elosztóhálózatnak a fejállomás és a vonalhálózat közötti része. Feladata a fejállomás által nyalábolt jelek átvitele nagy távolságra az előfizetők nagyobb csoportjait összefogó vonalhálózati szakaszokhoz.

Vegyes technológiájú ún. HFC elosztóhálózatok esetén optikai törzshálózatot alkalmaznak, amely elektromos-optikai (E/O) átalakítóból, egymódusú fény kábelből és optikai-elektromos (O/E) átalakítóból álló építőelemekből, leágazó típusú O/E átalakítóból áll. A törzshálózat leágazó típusú O/E átalakítója és a törzshálózat kimenetén lévő O/E átalakító végpontja az ún. *optikai csomópont* (ON⁵³), melyhez a vonalhálózat vagy annak hiánya esetén a bekötőhálózat csatlakozik. Az optikai szakaszon az előre- és a vissz irányú átvitelére egy-egy fényvezető szolgál, melyen a nyalábolt jelek intenzitásmodulációval kerülnek átvitelre. Az egymódusú szál csillapítási tényezője 1310 nm-en 0,4 dB/km, 1550 nm-en pedig 0,25 dB/km. Gazdasági okokból a KTV-hálózatokban az 1310 nm használata gyakoribb (lézeradó olcsóbb). Az fényvezető csillapítása közel állandó a KTV gyakorlatban előforduló hőmérsékleti tartományban és független az RF frekvenciától (lásd 2.1.4. szakasz).

Tiszta koaxiális elosztóhálózatok (ma már ritkán fordulnak elő) igen kis csillapítású kábelekből, nagylinearitású erősítőkből épülnek fel. A jelek ki- és becsatolása a leágazóerősítőknél történik. A kábelcsillapítás frekvencia- és hőmérsékletfüggését szabályozott erősítők egyenlítik ki (lásd a 2.2.3. szakaszt). Erre azért van szükség, mert koaxiális kábel csillapítás tényezőjének lineáris hőmérsékleti együtthatója viszonylag nagy, 0,2 %/fok.

A *vonalhálózat* az elosztóhálózatnak a törzshálózat és a bekötőhálózat közé eső része. A törzshálózatból kapott jeleket osztja el az előfizetők kisebb csoportjai számára, ill. az onnan származó jeleket gyűjti össze a törzshálózat felé. A vonalhálózat a mai rendszerekben rendszerint koaxiális technológiájú. A koaxiális vonalhálózat kis csillapítású koaxiális kábelekből, szabályozott vagy szabályozatlan erősítőkből, elosztósűrők⁵⁴-ből és leágazókból épül fel.

⁵³ ON - optical node, vagy gyakran a helyette használt ONU (optical node unit) az optikai csomóponti egység rövidítésére használt angol betűszavak

⁵⁴ elosztósűrők: FDM rendszerű elosztóhálózatokban meghatározott díjtételekhez tartozó műsorcsomagok vételét vagy kizárását biztosító sűrők.

A *bekötőhálózat* a vonalhálózat leágazási pontjai és a házhálózat bemenetei közötti hálózatrész. Többnyire nem tartalmaz erősítőt, csak elosztószűrőket és leágazókat.

A *házhálózat* a elosztóhálózathoz az átadási ponton (AP) kapcsolódó, egy épületen vagy épületcsoporton belüli hálózatrész, amely az előfizetői csatlakozási pontokban (EP) végződik. Feladata az előreirányú jelek elosztása és a vissz irányú jelek összegyűjtése. A jelek elosztása történhet minden előfizető számára hozzáférhető módon (alapszolgáltatások) és szelektíven, az egyes előfizetőnek címezve (külön díj fizetése esetén nyújtott szolgáltatások).

Az *elosztóhálózat felépítése* lehet *fa-*, *gyűrű-*, *csillag-* és *vegyes topológiájú*. Sok tv-műsort és egyéb műsor- és adatátviteli-szolgáltatásokat is nyújtó rendszerek túlnyomó része *vegyes topológiájú*. Az egyes topológiák külön-külön és vegyesen is a törzs-, vonal-, bekötő- és házhálózatokban is előfordulhatnak, bár a gyűrű topológiát főként törzshálózatokban a szolgáltatás megbízhatóságának növelése, a csillagstruktúrát pedig házhálózatokban alkalmazzák (a külön díjért nyújtott műsorok FDM rendszerek esetén egyszerűen sávzáró szűrők beiktatásával "letilthatók", a nem fizetők lekapcsolhatók a többi előfizetőnek nyújtott szolgáltatás bármiféle változása nélkül). A topológia megválasztását az ellátandó terület elrendeződése, gazdasági megfontolások (a rendszerben felhasznált összkábelhossz minimalizása) és a megbízhatósági előírások határozzák meg.

4.8.3. A KTV-rendszerek jellemzői

A rendszerjellemzők rövid áttekintéséhez feltesszük, hogy a KTV-rendszer frekvenciaosztású, elosztóhálózata HFC technológiájú és az előfizetői tv-készülékek AM-VSB⁵⁵ analóg tv-jelek vételére alkalmasak. Ez utóbbi azt jelenti, hogy DVB-műsorok vételére kiegészítőegységet STB⁵⁶-t (mely ez esetben egy digitális vevő /QAM demodulátorral, MPEG dekóderrel és a titkosított műsorok feloldására szolgáló eszközökkel/) kell a tv-készülék mellett alkalmazni. Ez rendszerint alapsávon

⁵⁵ AM-VSB - vestigial side band AM: csonkaoldalsávú AM

⁵⁶ STB - set top box: a tv-készülék tetején elhelyezett kiegészítő egység, mely lehetővé teszi, hogy az analóg készülékkel az elosztóhálózaton érkező egyébként általa nem vehető műsorok is nézhetővé váljanak.

csatlakozik a tv-vevő video- és hangcsatorna bemenetére, vagy rádióműsorok vételekor a sztereo-erősítő bemenetére.

A *KTV-rendszer frekvenciái* külső- és a belső frekvenciatartományokba sorolhatók. A KTV-rendszerbe bevitt műsorok által elfoglalt frekvenciasávok összességét a rendszer *külső frekvenciatartományának*, a fejállomásban előállított frekvenciákat és az elosztóhálózatban a műsorcsatornák és az adatok átvitelére használt sávok összességét a rendszer *belső frekvenciatartományának* nevezzük. Az elosztóhálózaton történő kétirányú információáramlás biztosítására *az 5 MHz-től 862 MHz-ig terjedő sávot az előre- és a vissz irány számára ketté kell hasítani.* Műsorelosztásra a 47 MHz-től 862 MHz-ig terjedő sávot használják (a 47 MHz - 124 MHz közti részt annak máscélú alkalmazása miatt jelenleg egyre ritkábban használják). Ezen a sávon belül helyezkedik el az FM-rádió a 87,5-108 MHz-es sávban, valamint az előreirányú adatátviteli sáv. Egy analóg tv-csatorna sáv szélessége a VHF sávban 7 MHz az UHF sávban 8 MHz. A műhold transzponder 11,7 - 12,75 GHz-es sávban elhelyezkedő RF csatornájába betett analóg tv- és rádióműsorok FM modulációval, a digitális tv- és rádióműsorok QPSK⁵⁷ modulációval érkeznek a fejállomás vevőantennájába. A vett jeleket az LNC⁵⁸ 950-2150 MHz-es sávba keveri le, majd a jelek az analóg- vagy a digitális fejállomási csatorna konverterekbe jutnak. Innen moduláció- és frekvenciakonverzió után kerülnek az elosztóhálózatba. Az analóg tv-műsorok AM-VSB modulációval a 630 MHz-ig terjedő sávban elhelyezkedő tv-csatornákban kerülnek elosztásra. A műhold transzponder egy RF csatornájában lévő digitális programok (rendszerint 8 tv- és 8 rádióműsor) a fejállomás digitális egységéből m-QAM⁵⁹ modulációval jutnak az elosztóhálózat 630 - 862 MHz sávjában elhelyezkedő 8 MHz-es csatornákba.

A rendszertervezői igényekhez igazodó építőelemgyártók adatlapjai alapján általában a gyakorlatban az alábbi frekvenciasáv-hasítások terjedtek el:

⁵⁷ QPSK - **q**uadrature **p**hase **s**hift **k**eying: négyállapotú fázis moduláció

⁵⁸ LNC - **l**ow **n**oise **c**onverter: a műhold-vevőantennával egybeépített kiszajú konverter

⁵⁹ QAM - **q**uadrature **a**mplitude **m**odulation: kvadratura amplitudó moduláció, m-QAM-nek az állapot-diagramban m- állapot felel meg, m = 16, 64, 128, 256 (megjegyzés: a QPSK funkcionálisan a 4-QAM-nek felel meg).

- legalsó hasítású (subsplit) rendszer: 5 (3, 10) MHz-től 25 (26, 30) MHz-ig a visszirány és 47 (45) MHz-től 862 MHz-ig az előreirány, vagy 5 MHz-től 30 (33) MHz-ig a visszirány és 54 (50) MHz-től 862 MHz-ig az előreirány;
- alsó hasítású (lowsplit) rendszer: 5 MHz-től 55 (50, 68) MHz-ig a visszirány és 70 (87) MHz-től 862 MHz-ig az előreirány;
- közép hasítású (midsplit) rendszer: 5 MHz-től 108 (110) MHz-ig a visszirány és 174 (150, 164) MHz-től 862 MHz-ig az előreirány;
- felsőhasítású (highsplit) rendszer: 5 MHz-től 168 (174, 180) MHz-ig a visszirány és 230 (222, 225 260) MHz-től 862 MHz-ig az előreirány.

Európában, így *hazánkban is az alsó hasítású rendszerek* terjedtek el. Előreirányban az analóg műsorcsatornák átvitelére a 630 MHz-ig terjedő sávot, a digitális műsorcsatornák átvitelére pedig a 630-862 MHz-es sávot használják. Ez egyben azt is jelenti, hogy a ma és a közeljövő rendszerei vegyes: *analóg-digitális technikájúak*. Ez az átmeneti állapot az analóg földi műsorszórás fennmaradásáig fog tartani, hiszen csak ezután várható a digitális tv-vevők teljeskörű elterjedése. A digitális műsoroknak az előreirányú sáv végén történő elhelyezését az indokolja, hogy átvitelükhöz kb. 20 dB-lel kisebb jel-zaj viszony is elegendő. A koaxiális kábelek csillapítása a sáv végén nagyobb (csillapításuk közelítőleg \sqrt{f} -fel arányos, lásd a 2.1.3. szakaszt).

A referenciahálózatban a KTV-rendszer a regionális hálózat és az előfizetői csatlakozási pontok (EP) között helyezkedik el (4.8.1. ábra). A *teljes rendszer minőségi jellemzői* a fejállomás (vagy vevőállomás) bemenete és az előfizetői csatlakozási pontok közötti jelátviteli útra vonatkoznak.

A KTV-rendszer bemenetén a sugárzott műsorok által a vevőantennáknál észlelhető térerősségek vagy modulált RF jelek hordozzák az átvenni kívánt információt. Az információ a KTV-rendszeren való áthaladás során torzul (a lineáris és a nemlineáris torzítás, reflexiók következtében) és zajok, zavarok adódnak hozzá.

A KTV-rendszer kimenetein, az előfizetői pontokon (EP) az információt hordozó jelek szintje, minősége és a mellettük megjelenő zajok és zavarok szintje meg kell, hogy feleljen az előírásoknak. Ezt a *referencia-vevőkészülék* átalakítóján (hangszóró, képcső) megjelenő hang és kép vizsgálatával ellenőrzik. A jelek, zajok

és a nemlineáris torzításból eredő *intermodulációs*-(diszkrét és összetett /CTB⁶⁰ és CSO⁶¹/) és *keresztmodulációs termékek* szintjeinél fontos megjegyezni, hogy a *névleges impedancia* értéke a rendszer összes csatlakozási pontján 75 ohm (a rendszer koaxiális kábeleinek hullámellenállása). A zajok és torzítási termékek szintjét a hasznos jelhez viszonyítva dB-ben szokás előírni a rendszer különböző csatlakozási pontjain. A fejállomás kimenetétől (főcsatlakozási pont, FP) az előfizetői csatlakozási pont (EP) felé haladva a zajok és zavarójelek szintje a csökkenő jelszinthez viszonyítva nő. Az EP-n minimálisan szükséges jel-zaj viszony és jel-torzítási termék viszony elérése korlátozza a rendszer nagyságát, az adott átvinni kívánt csatorna esetén. Ugyanis az átvihető csatornák számát a felhasználható frekvenciasávon kívül döntően a nemlinearitások határozzák meg [4.8.5].

A rendszerben előforduló illesztetlenségek okozta *reflexiók* analóg képátvitel esetén szellemképet okoznak. Zavaró hatásuk nemcsak a reflexiótényező nagyságától, hanem a késleltetési időtől is függ.

A *zavarsugárzás* a KTV-rendszer fontos jellemzője. Minden egyes építőelemét úgy kell árnyékolni, hogy a rendszerben fellépő jelszintek mellett a kisugárzott teljesítmény ne haladja meg az MSZ EN 50083-2 szabványban [4.8.6] előírt értékeket. Ez a határérték például a 30-1000 MHz-es frekvenciasávban 20 dBpW. A hatékony árnyékolás védeltséget is ad a rendszernek a külső elektromágneses tér okozta zavarokkal szemben.

A *előfizetői csatlakozóaljzatok közötti csillapítás* a vevőkészülékeket védi a kölcsönös zavartatás ellen.

A KTV-rendszer jellemzőire vonatkozó határértékek az MSZ EN 50083-7 szabványban találhatók [4.8.7].

4.8.4. KTV adatátvitel

A KTV-rendszeren nyújtott adatátviteli szolgáltatás jelei nem ronthatják le a műsorszolgáltatás minőségét és ez fordítva is igaz. A digitális jelátvitel két fontos

⁶⁰ CTB - composite triple beat: összetett harmadfokú torzítás - a diszkrét harmadfokú torzítási termékek eredője egy tv-csatorna 1 kHz-nyi szűk sávjában (AM-VSB analóg tv-csatornákra a legnagyobb zavaró hatást a kép- és színsegédvívó közelében való előfordulása esetén fejtí ki).

⁶¹ CSO - composite second order: összetett másodfokú torzítás - a diszkrét másodfokú torzítási termékek eredője egy tv-csatorna 1 kHz-nyi szűk sávjában.

műszaki jellemzője: a *bithibaarány* (BER⁶²) és a *jitter*. KTV-hálózatokban a BER-re előírt érték függ a szolgáltatástól. Interaktív szolgáltatások esetén értéke $1 \cdot 10^{-10}$ [4.8.8] és $1 \cdot 10^{-4}$ [4.8.9], adatátviteli szolgáltatásnál $1 \cdot 10^{-8}$ előre- és $1 \cdot 10^{-6}$ visszirányban [4.8.10], [4.8.11]. A megkívánt BER érték eléréséhez szükséges vivő-zaj viszony függ a választott modulációtól. Az adatátvitelre használatos kábelmodemeket gyártók többnyire 64QAM modulációt használnak előreirányban és QPSK-t visszirányban. Kivételesnek számít pl. a Terayon cég szórt spektrumú modulációt használó kábelmodeme. A QAM kiváló spektrális hatékonyságú (egy csatorna sávszélességigénye kisebb mint más modulációké), a QPSK választása pedig jó kompromisszum a spektrális hatékonyság és a zajos csatornán történő adatátviteli megbízhatóság között [4.8.12]. Tipikus *effektív adatátviteli sebesség*⁶³ 2 MHz sávszélességű, 16 dB vivő-zaj viszonyú (BER= $1 \cdot 10^{-9}$), QPSK-t használó visszirányú csatorna esetén 1,92 Mbit/s; előreirányban pedig 6 MHz sávszélesség, 23 dB vivő-zaj viszony (BER = $1 \cdot 10^{-9}$) és 64QAM esetén 23 Mbit/s.

A KTV számítógépes hálózaton keresztül nyújtható szolgáltatások más és más követelmények teljesítését várják el a hálózattól. A legfontosabb műszaki követelmények a különböző típusú forgalmak kiszolgálásával, a különféle hálózati protokolloknak történő megfeleléssel, a közös médiumhoz való hatékony és igazságos hozzáféréssel, valamint a hatékony és gazdaságos IP⁶⁴ címkezeléssel kapcsolatosak [4.8.13]. Ez az alfejezet csak a KTV adatátvitel fizikai rétegének műszaki kérdéseivel foglalkozik.

A KTV adatátviteli rendszert a 4.8.2. ábra mutatja. Részei: *a két adatforrás és adatnyelő, a kábelmodemek, és a kétirányú KTV-hálózat*. Adatforrásként és adatnyelőként személyi számítógépek (PC-k) szerepelnek az 4.8.2. ábrán, a kábelmodemek pedig mint illesztő egységek működnek a kétirányú KTV-hálózat és a PC-k között.

⁶² BER - bit error rate: bithibaarány

⁶³ effektív adatátviteli sebesség: adatátviteli sebesség a hibajavító kódolás (pl. Reed-Solomon kódolás) után.

⁶⁴ IP - Internet protocol

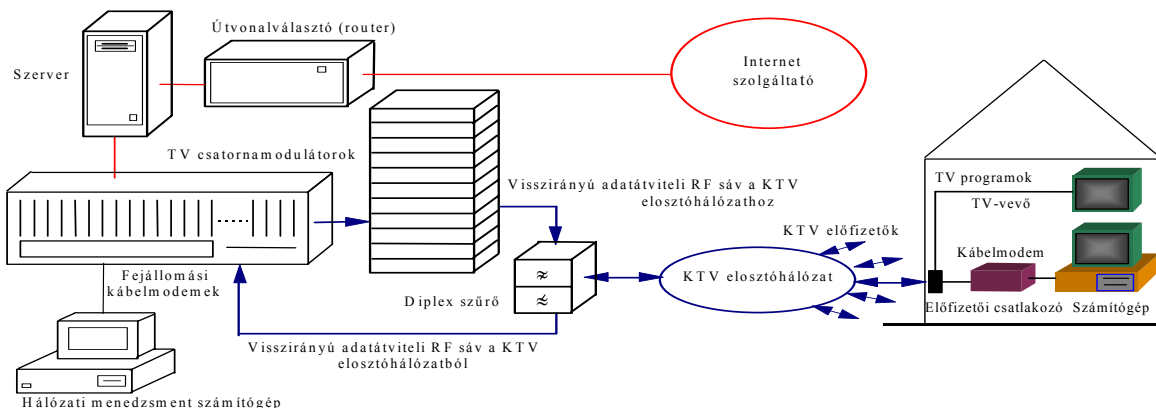


4.8.2. ábra. A KTV adatátviteli rendszer

A KTV-rendszer adatátvitelre használt sávja visszirányban a teljes visszirányú (előfizető-fejállomás irány) 25, 45, 55, 60 MHz-es (alsóhasítás esetén a kettéhasítástól függő) frekvenciasávnak azon része, melyben az adatátviteli csatornák elhelyezkednek. FDM esetén függ az egy adatátviteli csatorna (kábelmodem), sávszélességétől a kiszolgálni kívánt előfizetők számától és a közeghozzáféréstől. A visszirányra vonatkozó rendszerkövetelményeket az EN 50083-10 szabvány tartalmazza [4.8.14]. A HFC technológiájú rendszerek visszirányú hálózatának az előreiránytól eltérő tervezési kérdéseit részletesen tárgyalja a [4.8.15] szakirodalom.

Az adatátvitelre szánt odairány (fejállomás-előfizető irány) sávszélessége szimmetrikus forgalom esetén meg kell hogy egyezzen a visszirányú adatátviteli sávszélességgel. Vegyes (analóg és digitális) műsorelosztást is nyújtó KTV-hálózatok esetén az odairányú adatátviteli csatornák sávját a 630 MHz feletti, digitális műsorátviteli sávban logikus elhelyezni. Ez megtehető, mert a legtöbb kábelmodem gyártó modemje képes fogadni 60 MHz és 862 MHz sávban érkező előreirányú jeleket.

Az adatátviteli szolgáltatásra példaként az *Internet hozzáférést biztosító*



4.8.3. ábra. Az Internet hozzáférést biztosító kábelmodem rendszer

kábelmodem rendszert mutatjuk be (lásd 4.8.3. ábrát) A kábelmodem rendszer - az Internethez történő csatlakozáshoz szükséges eszközök mellett - három fő részből áll: az előfizetői oldalon lévő *kábelmodemből*, a kábeltelevízió fejállomáson megtalálható *központi egységből*, valamint a *hálózati és előfizetői menedzsment szoftverből*.

4.8.5. A szélessávú kábelrendszerek jövője

A jelenlegi korszerű KTV-hálózatok az elosztott műsorokat tekintve analóg-digitális technikát, elosztóhálózatukban HFC technológiát használnak, tehát mindkét szempontból vegyes hálózatoknak tekinthetők. Ez a technika és technológia is rendkívül sokféle szolgáltatás biztosítását lehetővé tenné a szélessávú átviteli közegként használt KTV-hálózatokon a telefonszolgáltatástól és az NVOD-tól a videokonferenciáig. A fejlődést tehát nem a műszaki lehetőségek, hanem a gazdasági megfontolások korlátozzák, azaz a *szolgáltatásokat igénylő fizetőképes kereslet* határozza meg. A tisztán digitális technika és az előfizetői pontig terjedő fény kábel alkalmazása nem műszaki, hanem gazdasági kérdés. Az áramkörtel technológia fejlődésével és a felhasználásával készült berendezések elterjedésével a berendezések ára olyan mértékben fog csökkenni, hogy a ma még igen drágának ítélt műszaki megoldásokkal megvalósított szolgáltatások is elérhető közelségbe kerülnek nagyszámú előfizető számára.

Az előfizetői szám növekedése, a kis rendszerek nagy hálózatokba való integrációja, a szolgáltatások bővülése szükségszerűen magával hozza az *előfizetői- és a hálózatmenedzsment igen gyors fejlődését*. A szolgáltatások körébe bekerülnek olyanok is, melyek a professzionális távközlésben szokásos megbízhatóságot és minőséget (QoS-t) követeli. Ezt csak *új hálózati topológiák* alkalmazásával, tartalékolt rendszerekkel, párhuzamos átviteli utak kialakításával és *hibatűrő modulációs eljárásokkal* lehet biztosítani. Ez utóbbinál ugyancsak nagy a jelentősége a digitális technika alkalmazásának (lásd 4.8.1. szakaszt).

A szolgáltatások bővülése felveti a *biztonság* kérdését mind az adatátvitel, mind a műsorátvitel tekintetében. A műsortulajdonosok a műsorlopás elkerülésére titkosítási eljárásokat alkalmaznak. A *titkosítási eljárások szabványosítása* és a KTV adatátviteli rendszerek *kábelmodemjeiben az egységes műszaki megoldások*

bevezetése csökkenteni fogja a szolgáltatások megvalósításához szükséges berendezések árát.

A szolgáltatások iránti igényt a fizetőképességen kívül a *szolgáltatást igénybevevők kulturális színvonala* is meghatározza, azaz a társadalmi fejlődés áttételesen kihat a szélessávú kábelrendszerek fejlődésére is.

Irodalomjegyzék

[4.8.1] Géher Károly: Híradástechnika, 21.5. alfejezet, Műszaki könyvkiadó, Budapest 2000., ISBN 963 16 3065 X, 252-258. oldal

[4.8.2] Digital Video Broadcasting (DVB), DVB Homepage, (DVB és a kapcsolódó szabványok jegyzéke), <http://www.etsi.org/broadcast/dvb.htm>, 2001. április 29.

[4.8.3] HDTV FAQ - January 31, 2001,
<http://www.nettable.com/HDTVFAQ.HTM>, 2001. május 3.

[4.8.4] Advanced Television Standards Committee, ATSC Approved Standards, 11 January 2001,
http://www.atsc.org/Standards/stan_rps.html, 2001. május 3.

[4.8.5] Ciciora, Walter; James Farmer; David Large: Modern Cable Television Technology: Video, Voice, and Data Communications, 1st edition, 912 pages, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1998 December, ISBN 1 55860 416 2,

[4.8.6] MSZ EN 50083-2:1997, Kábeles kép- és hangjelelosztó rendszerek, 2. rész: Berendezések elektromágneses összeférhetősége, MSZT 1997. október, 36 oldal

[4.8.7] MSZ EN 50083-7:1998, Kábeles kép- és hangjelelosztó rendszerek, 7. rész: Rendszerjellemzők, MSZT 1998. január, 62 oldal

[4.8.8] IEC 100D/46/NP Cabled distribution systems for television and sound signals, IEC Standard proposal, October 1997.

[4.8.9] ETS 300 800, Digital Video Broadcasting (DVB) Interaction channel for Cable-TV distribution system, ed1, European Telecommunication Standard, June 1998

[4.8.10] IEEE 802.14/a. Cable-TV access method and physical specification, Draft 2, July 1997.

[4.8.11] MCNS Data-Over-Cable Service Interface Specification, September 1997.

[4.8.12] Mátay, G.: Data Transmission on Cable Television Networks, 2nd ELMAR International Workshop on Video Processing and Multimedia Communications, June 28-30, 2000, Zadar, Croatia, Proceedings VIPromCom-2000, pp. 59-63.

[4.8.13] Gróf Róbert: Kábelmodemek az interaktív kábeltelevízió hálózatban., Diplomaterv, BME-Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék, 1997.

[4.8.14] MSZ EN 50083-10:2000, Televíziójelek, hangjelek és interaktív szolgáltatások kábeles elosztóhálózatai. 10. rész: A visszirány rendszerjellemzői.

[4.8.15] Raskin, Donald; Dean Stoneback: Broadband Return Systems for Hybrid Fiber/Coax Cable TV Networks, Prentice Hall, New Jersey 1998., 297 pages, ISBN 0 13 636515-9

4.9. Földi mobil hálózatok

Szerzők: Schmittererné dr. Bausz Andrea (4.9.0.-3.), dr. Fiala Károly (4.9.3.),

dr. Simon Gyula (4.9.4-8.)

Lektor: Maradi István

A mobil távközlés kifejezés gyűjtőfogalom, az eltérő felhasználói igények kielégítésére kifejlesztett és így különböző szolgáltatásokat nyújtó mobil rendszerek összefoglaló elnevezése. Közös jellemzőjük, hogy bár eltérő mértékben, de mozgásszabadságot, mobilitást biztosítanak a használó számára. A mobil végberendezések rádiós összeköttetésen keresztül csatlakoznak a mobil hálózathoz, és a rendszer feladata a mobilitás menedzselése, azaz a használó tartózkodási helyének követése és nyilvántartása, valamint a felépített összeköttetés fenntartása mozgás közben is.

A földi mobil rendszerek különböző fajtáit a 4.9.1. táblázatban tekintjük át, és példaként felsorolunk néhány ismertebb szabványt. A nagy területű, akár globális lefedettséget biztosító műholdas mobil rendszereket a 4.10 alfejezet mutatja be.

Az egyes mobil rendszerkategóriákon belül a technológiai fejlődés több generáció kialakulását eredményezte. Az első mobil rendszert 1946-ban helyezték üzembe St. Louis-ban (USA), a széleskörű elterjedést azonban az elektronikus eszközök integrálásának és a mikroprocesszorok fejlődésének eredményeként a nyolcvanas években létesült ún. első generációs (1G) rendszerek hozták. Az 1G hálózatokat analóg rendszereknek nevezzük, mivel analóg rádiótechnikai eszközökre épülnek, azonban az alkalmazott kapcsolás- és az átviteltechnika ezekben rendszerekben is digitális. A kilencvenes években megjelenő második generációs (2G) rendszerekben pedig már a rádiós technika is digitálissá vált.

Az 1G rendszerek alapvetően egyedi fejlesztésűek voltak, bár néhány közülük de-facto szabvánnyá vált, mint pl. az NMT rendszer, amely észak-európai regionális együttműködés keretében valósult meg, elsőként bevezetve a nemzetközi barangolást. A 2G tervezésekor már érvényre jutottak az Európai Közösség célkitűzései: a liberalizáció előkészítése, a verseny erősítése egységes európai szabványok létrehozásával; a világ többi része azonban nem harmonizálta a 2G

szabványosítást, így ott változatlanul több mobil szabvány létezik egy-egy kategórián belül párhuzamosan.

Ebben a fejezetben a legfontosabb földi mobil rendszereket mutatjuk be: a közcélú mobil rádiótelefon rendszereket az európai GSM szabványon és annak további 2,5G és 3G fejlesztéseinek keresztül, valamint a nyálábolt rádió rendszereket és a személyhívó hálózatokat.

Földi mobil rendszerek		
Rendszer kategória	1G	2G
Nyilvános/közcélú mobil rádiótelefon hálózatok (PLMN), más néven cellás hálózatok	NMT450/900, TACS, AMPS	GSM, PDC, IS-95 CDMA, IS-136 TDMA
Nyalábolt rádió hálózatok, más néven zárt- és külön célú mobil rádiótelefon hálózatok (PMR/PAMR)	MPT1327	TETRA, TETRAPOL
Zárt- és külön célú mobil adatátviteli hálózatok	MOBITEX, MOBICOM	-
Személyhívó hálózatok (Paging) közcélú rendszerek nem-közcélú, ún. telephelyi rendszerek	POCSAG	ERMES
Közcélú földi légiközlekedési távközlési rendszer	-	TFTS
Zsinórnélküli (cordless) telefon(rendszerek)	CT0, CT1	CT2, DECT
Vezetéknélküli LAN (WLAN, Wireless LAN)	-	HIPERLAN1, 2 IEEE 802.11
Kis hatótávolságú rádiós rendszerek (SRD)		DSRR Bluetooth

4.9.1. táblázat. A földi mobil rendszerek áttekintése néhány 1G és 2G példával

4.9.1. Közcélú mobil rádiótelefon hálózatok - a GSM hálózat

A GSM (Global System for Mobile Communications) az ETSI által szabványosított pan-európai digitális cellás rendszer. A GSM kidolgozásakor a célkitűzés az európai szintű harmonizáció volt. Ezzel lehetővé vált, hogy a mobil készülékek nemzetközi méretekben, az összes résztvevő országban egyaránt használhatóak legyenek (nemzetközi barangolás), valamint a különböző szállítók berendezései egymással kompatibilisek legyenek és együttműködjenek, ezáltal a berendezések, és ennek eredményeképpen a szolgáltatások ára is jelentősen alacsonyabb szintre kerüljön, mint a korábbiakban. Ezért a GSM szabványok a hálózati funkciókat és interfészeket pontosan specifikálják, de hardver követelményeket nem írnak elő.

A GSM rendszer számára Európában egységesen kijelölt első frekvenciasáv a 900 MHz tartományban helyezkedik el (890-914/935-959 MHz). Az 1800 MHz-en (1710-1785/1805-1880 MHz) működő GSM-változat — melynek eredeti elnevezése DCS1800 (Digital Cellular System) —, néhány, az eltérő frekvenciasáv jellemzőiből adódó rádiós különbségtől eltekintve megegyezik a GSM900 alapszabvánnyal. A GSM 1900 MHz-en üzemelő változata 1995-ben készült el az USA számára.

A GSM szabványok kidolgozása folyamatos. A szabványok kiadása a rendszer összetettsége miatt két fázisban történt 1991-ben és 1995-ben, azóta az ún. 2+ fázis az egyes új képességekkel évente került kibocsátásra (R, Release) az R99-ig. Az új adatátviteli fejlesztések a GSM-re, mint alapra építve már a jövő mobil hálózatát alapozzák meg.

A sikeres európai koncepció eredményeképpen a GSM világszerte elterjedt. 2001 április végén a világ 169 országában több, mint 400 GSM hálózat üzemelt, az előfizetők száma pedig meghaladta a félmilliárdot, ezzel a digitális cellás piacon a GSM részesedése 70%.

A GSM rendszer négy alrendszerből épül fel, ahogyan ez a 4.9.1. ábrán látható [4.9.1].

Mobil állomás (MS, Mobile Station)

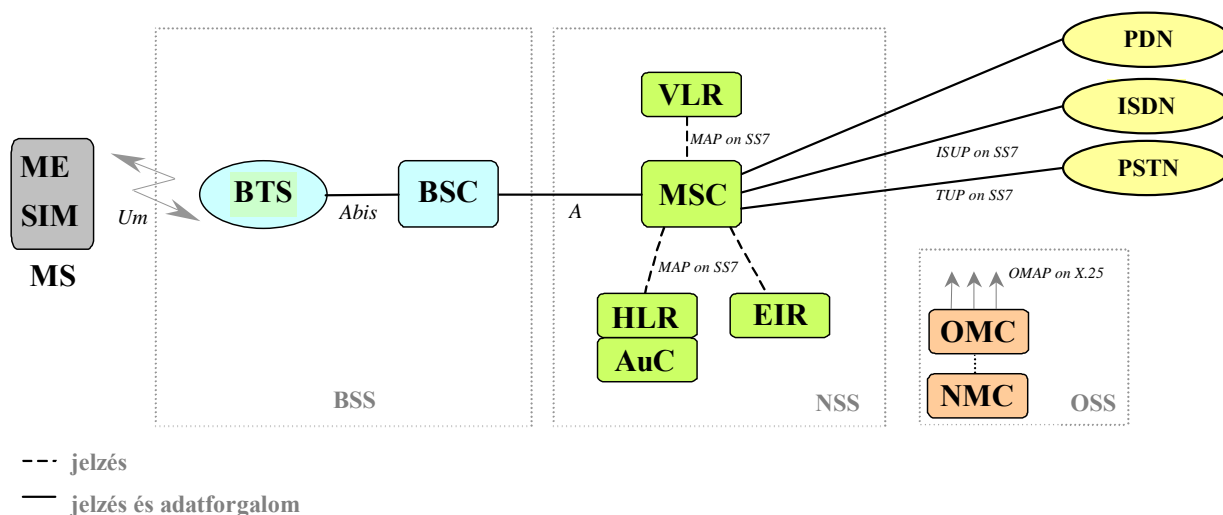
A mobil állomás az előfizető által használt készülék, amely a rádiós interfészen keresztül hozzáférést biztosít a hálózat szolgáltatásaihoz. A mobil állomás részét képezi az előfizetéshez tartozó chip-kártyás előfizetői azonosító modul, a SIM (Subscriber Identity Module), amely az előfizetőre vonatkozó szolgáltatási adatokat tárolja és biztonsági feladatokat is ellát.

A mobil állomás végberendezés adapterként (Terminal Adapter, TA) is működhet, az adott készülék által támogatott szolgáltatásoktól függően csatlakozást biztosítva valamely más végberendezés, pl. fax-készülék vagy számítógép felé.

Bázisállomás alrendszer (BSS, Base Station Subsystem)

A bázisállomás alrendszer feladata a mobil állomás számára a folyamatos rádiós kapcsolat biztosítása a hálózat eléréséhez. A BSS funkcionális egységei a következők:

- **Bázisállomás (BTS, Base Transceiver Station):** leegyszerűsítve tulajdonképpen egy rádió adó-vevő berendezés antennával, amely egy adott területen, az ún. cellában biztosítja a rádiós ellátottságot.
- **Bázisállomás-vezérlő (BSC, Base Station Controller):** egy kisebb kapacitású kapcsolóközpont, amely az összes rádiós vonatkozású feladat vezérlését végzi: irányítja a bázisállomások és a mobil állomások számára a csatornák lefoglalását és a cellák közötti hívásátadás (handover) folyamatát. Mivel a BSC és a BTS közötti A-bis interfész szabványosítása nem terjedt ki minden részletre, a bázisállomás alrendszer nem bontható meg.



4.9.1. ábra. A GSM rendszer felépítése [4.9.2]

Hálózati és kapcsoló alrendszer (NSS, Network and Switching Subsystem)

A BSS és NSS alrendszer a szabványosított A interfészen csatlakoznak, így a különböző gyártók rádiós és a hálózati alrendszerei együttműködnek egymással.

Az NSS a GSM rendszer kapcsolási feladatait végzi, vezérli a hívások felépítését, illesztést biztosít más hálózatokhoz, és itt található az előfizetők azonosítását, nyomonkövetését, és a végberendezések ellenőrzését támogató adatbázisok is. Az NSS egyes elemei közötti információcsere a SS7 jelzésrendszeren alapul. Az NSS részei:

- **Mobil szolgálati kapcsolóközpont (MSC, Mobile services Switching Centre):** Alapját egy ISDN központ képezi, ehhez adódnak hozzá a rádiós erőforrások és az előfizetői mobilitás kezeléséből származó járulékos funkciók (pl. helyzet-regisztráció, handover).

A GSM hálózat más távközlő hálózatok felé az ún. átlépő vagy kapu MSC-ken (GMSC, Gateway MSC) keresztül csatlakozik. A GMSC feladata bejövő hívás

esetében a hívás továbbítása az aktuálisan kiszolgáló MSC felé. Az üzemeltető döntése, hogy hány GMSC-t jelöl ki a hálózatában, akár minden MSC lehet egyben GMSC is. Az IWF (Interworking Function) a GMSC részét képező együttműködési funkció, amely protokoll konverziót valósít meg a GSM hálózat és a külső fix hálózatok között.

- *Látogató előfizetői helyzetregiszter (VLR, Visitor Location Register):* Minden MSC-hez tartozik egy VLR adatbázis, amely nyilvántartja, hogy aktuálisan mely előfizetők tartózkodnak az adott MSC szolgáltatási területén.
- *Honos helyzetregiszter (HLR, Home Location Register):* A mobil szolgáltató a HLR adatbázisban tartja nyilván összes előfizetőjét és az egyes előfizetésekre vonatkozó adatokat: az előfizetői azonosítókat, a szolgáltatási jogosultságokat, valamint az aktuális tartózkodási hely eléréséhez szükséges irányítási információt.
- *Előfizető hitelesítő központ (AuC, Authentication Center):* Az AuC minden, a HLR-ben regisztrált mobil előfizetőhöz nyilvántart egy azonosító kulcsot, melyet az előfizetők hitelesítésekor és a rádiós út titkosításához használ fel a rendszer, a jogosulatlan használat megakadályozására.
- *Készülék azonosító regiszter (EIR, Equipment Identity Register):* Az EIR adatbázisban tartják nyilván a mobil állomásokat azonosító IMEI (International Mobile Equipment Identity) számokat. Három különböző lista létezik: a fehér lista a típusengedélyezett berendezéseket tartalmazza, a szürke listán a megfigyelés alatt álló készülékek vannak, a fekete listán pedig a letiltott készülékek szerepelnek, lopás vagy működési problémák miatt.

Üzemviteli és karbantartó alrendszer (OSS, Operation & maintenance SubSystem)

Az OSS hierarchikus felépítésű. Regionális szinten a GSM hálózat elemei X.25 adathálózati összeköttetésekkel kapcsolódnak az OMC (Operation & Maintenance Center) felügyeleti rendszerhez, amely a hálózat állapotáról nyújt információt, illetve számos rendszer-paraméter állítására nyújt lehetőséget. A központi felügyeletet és a hálózat menedzselését az NMC (Network Management Center) biztosítja, melyből egy GSM hálózatban egyetlen darab szükséges, ez vezérli a helyi OMC-eket. Az NMC stábja a nemzeti koordinációt igénylő, a teljes hálózatra kihatással lévő ügyekkel, forgalom-menedzseléssel foglalkozik, míg a helyi OMC csapatok a rövid távú, regionális ügyeket kezelik.

4.9.2. Adatátviteli fejlesztések a GSM hálózatban – a 2,5G hálózat

Az ISDN jelentős hatással volt a GSM szolgáltatások és jelzésprotokollok kialakítására. Már a rendszer-koncepció „beszéd + adat” rendszerként határozta meg a GSM-et, és célul tűzte ki, hogy a rendszer maximális flexibilitást mutasson ISDN-típusú szolgáltatások lehetővé tételében. A GSM adatátviteli szolgáltatások szabványosítása a kezdetektől folyt: 1994-től készen állt a mobil kezdeményezésű rövid üzenet szolgáltatás (SMS, Short Message Service) és a 9,6 kbit/s faxátvitel, 1995-től pedig a vonalkapcsolt adatszolgáltatás ugyancsak 9,6 kbit/s átviteli sebességgel. A következő lépést a 2+ fázis új, 14,4 kbit/s átviteli sebességet nyújtó kódolása jelentette. Ezután 1998-ban elkészült a **HSCSD** (High Speed Circuit Switched Data), amely 4 időrés összevonásával max. 57,6 kbit/s sebességet biztosít, és támogatja az aszimmetrikus forgalmat. Bevezetéséhez hálózati oldalról csupán szoftver-váltás szükséges.

Időközben azonban a GSM fejlesztésekkel párhuzamosan megkezdődött a 3G kidolgozása, és az ott megfogalmazott szolgáltatási követelmények visszahatottak a GSM 2+ fázis szabványosítására. Mivel az új képességekkel kibővített GSM bizonyos mértékben már biztosítani fogja a 3G elvárások egy részét, és új hálózati elemei felhasználhatóak lesznek a 3G bevezetésekor, a új GSM adatátviteli megoldásokat 2.5 generációnak is nevezik.

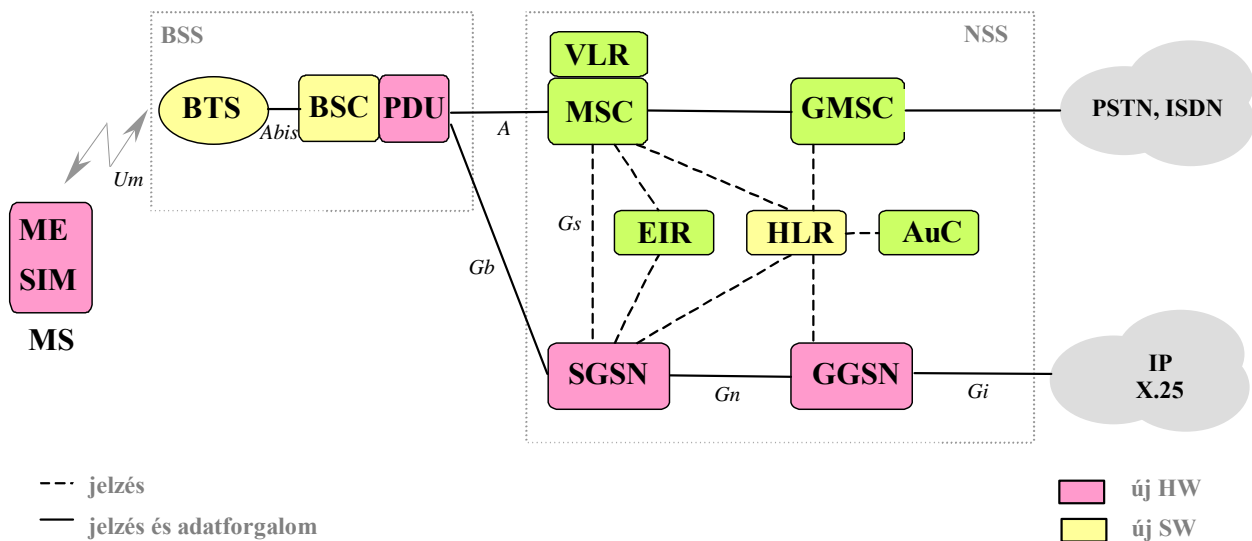
GPRS (General Packet Radio Service)

A GPRS a jelenlegi GSM architektúra kibővítésével és új csatornakódolási eljárások bevezetésével kialakított új hordozószolgálat, mely csomagkapcsolt adatátvitelt nyújt. A GPRS az első lépés a mobil világ és az IP alapú szolgáltatások integrálása felé: számos IP szabványt (IETF RFC) beépítettek a GPRS-be.

A GPRS-el elérhető elvi max. adatsebesség 171,2 kbit/s a legkisebb adatvédelmet biztosító csatornakódolási eljárás mellett, 8 időrés összefogásával. A gyakorlatban azonban jelenleg a CS2 kódolás mellett 3 időrés összefogásával max. 40,2 kbit/s érhető el a rádiócsatornán, ami az alkalmazói réteg szintjén 30-33 kbit/s sebességre csökken az alkalmazástól függően. A csomagkapcsolás révén a GPRS állandó virtuális kapcsolatot biztosít (always-on), és az elküldött csomagmennyiség

szerint történő díjazás váltja fel a vonalkapcsolt rendszerekben szokásos időtartam szerinti tarifálást.

A GPRS forgalom elkülönül a hagyományos vonalkapcsolt beszéd- és adatforgalomtól. A GPRS felépítését, viszonyát a GSM alaphálózathoz a 4.9.2. ábra mutatja be. A központ hálózat elkerüléséhez a meglévő GSM infrastruktúra mellé új, IP routing berendezésekre épülő csomópontok létesítése szükséges.



4.9.2. ábra. A GPRS hálózat felépítése [4.9.3]

A hálózati oldalon a HLR kiegészül a GPRS regiszterrel, így a GPRS előfizetési adatokat is tartalmazza. Az új fix hálózati elemek:

- az **SGSN** (Servicing GPRS Support Node) a Frame Relay alapú Gb interfészen keresztül kapcsolódik a BSS alrendszerhez, és a mobilitás menedzselését, a biztonsági funkciókat (azonosítás, titkosítás), valamint a csomagok irányítását kezeli,
- a **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) más külső hálózatok felé teremti meg az összeköttetést, ellátja a biztonsági és számlázási funkciókat, biztosítja az IP címek dinamikus kijelölését. A GPRS első fázisa kifelé a szabványos TCP/IP és X.25 protokollokat támogatja. A GGSN és az SGSN közötti Gn interfészen IP alapú az összeköttetés.

A bázisállomás alrendszerben:

- a BSC HW kibővül a csomag-vezérlő egységgel (PCU, Packet Control Unit), mely az SGSN-hez kapcsolódik egy új interfészen keresztül, és új szoftver is szükséges.

- a BTS új szoftverrel biztosítja a dinamikus forrás-megosztást a GSM és a GPRS között.

Mobil állomás oldalról GPRS képességű készülékek szükségesek a szolgáltatás igénybe vételéhez. A készülékek három osztályba sorolhatók: az A és B osztályú terminálok GSM/GPRS képességűek, de csak az A képes vonal- és csomagkapcsolt szolgáltatások egyidejű kezelésére, a B nem, a C osztály pedig csak GPRS képességgel rendelkezik.

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

A teljesség kedvéért meg kell említenünk az EDGE technológiát is, melynek keretében új modulációs és kódolási eljárások bevezetésével lehetőség nyílik arra, hogy a lassan vagy egyáltalán nem mozgó felhasználók számára jelentősen megnöveljék a jelenlegi GSM rádió interfészen elérhető adatsebességeket. Az EDGE tehát új rádiós egységek – bázisállomások, vagy legalább új TRX-ek - bevezetését jelenti a GSM hálózatba.

Az EDGE keretében a továbbfejlesztett (enhanced) vonalkapcsolt adatszolgáltatás, az ECSD időrekenként 28,8 kbit/s sebességet biztosít majd, a 64 kbit/s korlát a hálózati oldalon, az A-interfészen adódik. A csomagkapcsolt EGPRS maximum 384 kbit/s adatátviteli sebességet fog nyújtani 100 km/h haladási sebesség alatt. A GSM hálózatra épülő evolúcióba az EDGE szervesen illeszkedik, előnyösen alkalmazható vidéki területeken, ahol az UMTS ellátottság kiépítése nem gazdaságos.

4.9.3. A 3G mobil hálózatok

Az ITU 1986 óta koordinálja a széleskörű beszéd és adat, valamint multimédia szolgáltatásokat biztosító harmadik generációs mobil rendszerek, azaz az IMT-2000 szabványcsalád kidolgozását. Ennek része az UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems), melynek szabványosítását az ETSI 1991-ben kezdte meg, 1999 óta pedig a 3GPP (3G Partnership Project) folytatja. A 3GPP célja, hogy olyan 3G szabványokat hozzon létre, amelyek a továbbfejlesztett GSM maghálózaton és az ETSI által kidolgozott rádiós interfészen, az UTRÁ-n (UMTS Terrestrial Radio Access) alapulnak.

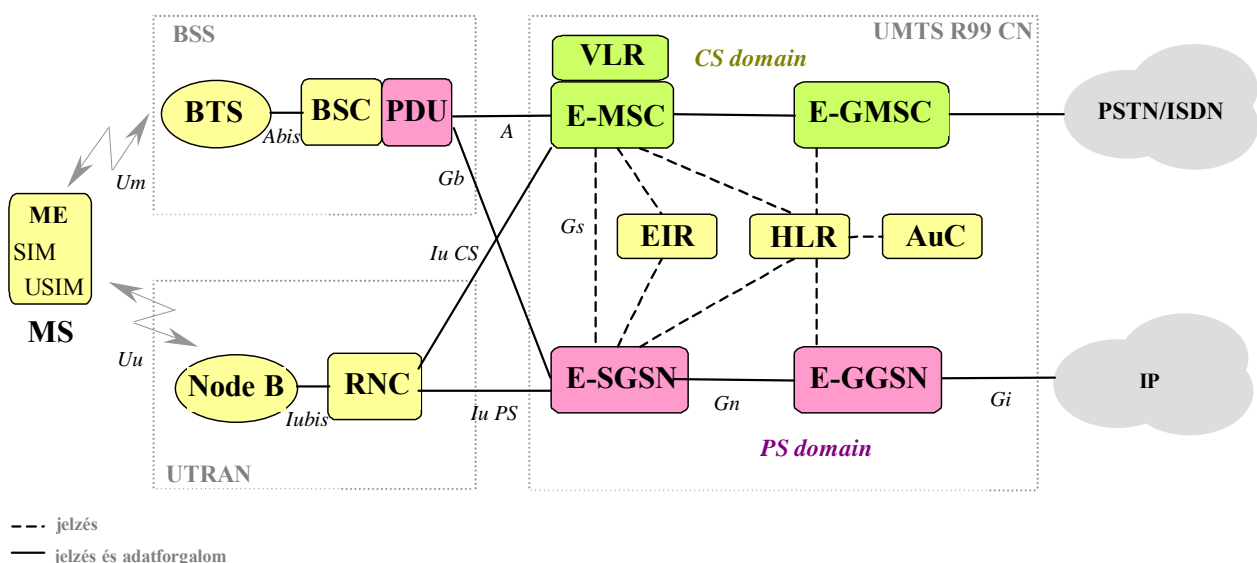
Az UMTS felépítése (Bausz A.)

Az UMTS hálózat kialakításában fontos szemponttá vált a meglévő GSM/GPRS hálózatok figyelembe vétele, hiszen politikai és gazdasági megfontolásokból is tekintettel kellett lenni a GSM előzményekre: a megszerzett előfizetői bázisra, a fejlesztésre és a létesítésekre irányuló hatalmas befektetésekre, valamint a kialakult versenyhelyzetben a hosszú megtérülési időkre. A harmadik generáció sikerének kulcsa a már létező infrastruktúra felhasználása és a mérsékeltebb befektetéseket kívánó evolúciós fejlesztés.

Az UMTS maghálózat (CN, Core Network) a GSM és GPRS hálózati elemekre épül, ezáltal biztosítva, hogy a korábbi berendezések adott ráfejlesztéssel továbbra is használhatóak legyenek. Az UMTS maghálózat több lépésben kerül szabványosításra.

Az R99 szabványcsomag hibrid architektúrát ad meg, a maghálózatban külön vonalkapcsolt és csomagkapcsolt hálózatrész (CS/PS domain) található, melyek az UMTS-specifikusan továbbfejlesztett GSM mobil központra (E-MSC) és GPRS csomópontokra (E-GSN) épülnek, mint az a 4.9.3. ábrán is látható. Az UMTS rádiós alrendszerében a bázisállomás elnevezése Node B, a bázisállomás vezérlő pedig az RNC (Radio Network Controller).

A Release 5 keretében készülő megoldás elosztott, IP alapú architektúrát

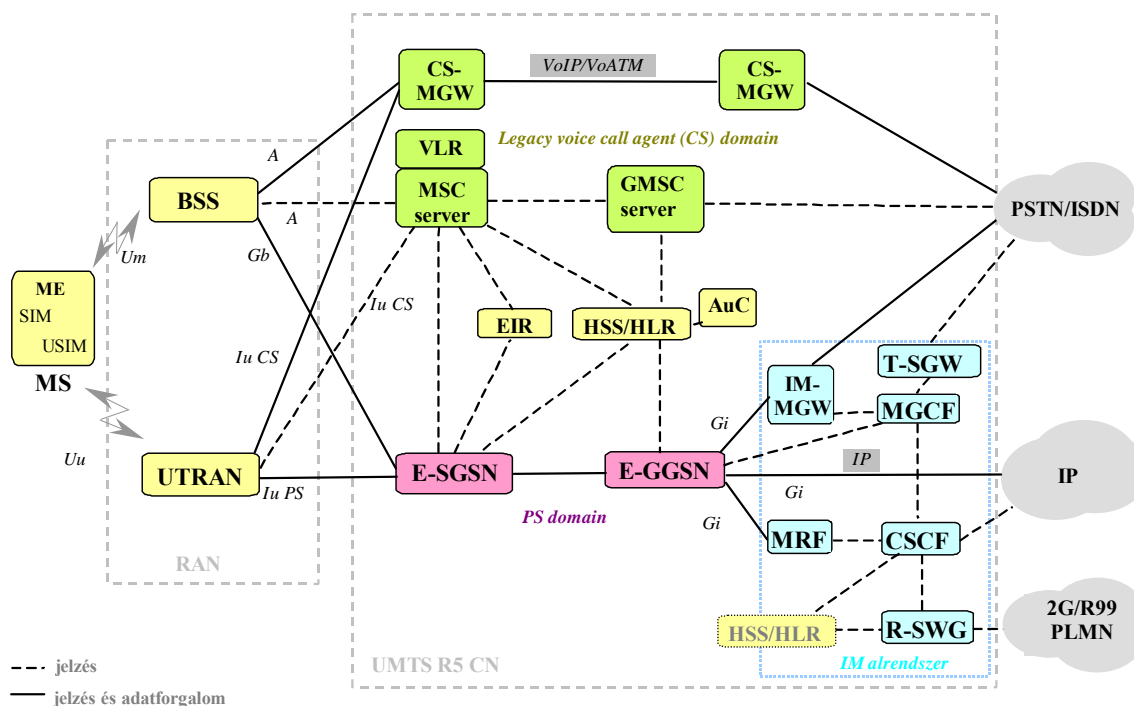


4.9.3. ábra. Az UMTS R99 felépítése [4.9.4]

tartalmaz (All IP based core network), szabványosítása várhatóan 2001 decemberére fejeződik be [4.9.5]. Lényege a GSM/UMTS beszéd-szolgáltatás áterelése a csomagkapcsolt domain-be, a maghálózat megerősítése egy általános sok-szolgáltatású (multi-service) felhordó (connectivity) hálózat irányába, a transzport és a hívásvezérlési funkciók szétválasztása, valamint széles körű valósidejű multimédia és információs szolgáltatások bevezetése IETF SIP (Session Initiation Protocol) alapon, amelyhez a maghálózatban egy új IP-Multimédia (IM) alrendszer kialakítása is szükséges.

Az új IM alrendszer elemei:

- A CSCF (Call State Control Function) a bejövő hívásokra kapuként működik, feladata a hívásvezérlés és címkezelés.
- Az MGCF (Media Gateway Control Function) PSTN/PLMN végződési pont, feladata a protokoll-konverzió az ISUP és az IM alrendszer hívásvezérlő protokolljai között.
- Az MGW (Media Gateway Function) PSTN/PLMN transzport végződési pont, feladata az erőforrás vezérlés.
- Az MRF (Multimedia Resource Function) biztosítja a többrésztvevős és multimédia konferencia funkciókat és ehhez ellátja a hordozó vezérlési feladatokat.
- A T-SWG (Transport Signalling Gateway Function) PSTN/PLMN végződési



4.9.4. ábra. Az UMTS R5 felépítése [4.9.6]

pont, a hívással kapcsolatos jelzéseket a PSTN/PLMN felé/felől IP hordozóra teszi át.

- Az R-SGW (Roaming Signalling Gateway Function) a barangolás biztosítása a 2G/R99 illetve a 3G/R5 CS és PS domain-ek között.

További új elemek:

- A HSS (Home Subscriber Server) a HLR funkcióit biztosítja a 3G elvárásoknak megfelelően, IP alapú interfészekkel.
- Az MSC szerver a GSM/UMTS R99 MSC hívás- és mobilitásvezérlési funkcióit biztosítja.

A UMTS/IMT-2000 frekvenciasáv biztosítása (Fiala K.)

WARC-1992 Malaga-Torremolinos: a „mag”- sáv, 1885-2025 és a 2110-2200 MHz kijelölése

1992-ben Malaga-Torremolinos-ban az Igazgatások Rádiós Világértekezlete meghatározta a harmadik generációs rendszer (FPLMTS) frekvenciasávjait (S5.388) a 2 GHz-es tartományban összesen 230 MHz „magsáv” kijelölésével, amiből 60 MHz a műholdas komponensé és 155 MHz a földi 3G rendszerek frekvenciasávja (15 MHz a DECT sávban van.). A magsáv az 1885-2025 és a 2110-2200 MHz, a földi rendszerek sávja: 1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz és 2110-2170 MHz. 1997. június 30-án az Európai Rádiótávközlési Bizottság döntést (ERC/DEC/(97)07) hozott, miszerint 2002. január 1-re legalább 2x40 MHz frekvenciasávot biztosítani kell UMTS céljára, ha ezt a piaci igények alátámasztják. A UMTS Fórumnak jelentős szerepe volt abban, hogy az Európa Bizottság XIII. Igazgatósága utasította a CEPT-et ezen döntés felülvizsgálatára és a teljes 155 MHz-es sáv kötelező elérhetővé tételének előírásában. A UMTS Fórum kiterjedt vizsgálatokat végzett a frekvenciaigények felmérésére (5, 6 és 7. sz. Jelentések), amelyek alátámasztották azt, hogy a 2x40 MHz frekvenciatartomány nem elégséges már a 2002-ben tervezett indulásnál sem. A jelenleg hatályos ERC Döntés, amely 2000. március 28-án született (ERC/DEC/(00)01), a teljes 155 MHz széles földfelszíni UMTS frekvenciasáv (1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz és 2110-2170 MHz) rendelkezésre állásának biztosítását írja elő a CEPT tagországok Igazgatásainak legkésőbb 2002. január 1-re a földfelszíni UMTS és más az IMT-2000 szabvány családba tartozó rendszerek számára. (A magyar Igazgatás nem kötelezte el magát az ERC/DEC/(00)01 Döntés megvalósítására). A UMTS Fórum 2x15 MHz duplex és 5 MHz szimplex frekvenciatartomány – pályáztatás keretében történő - kijelölését javasolja az

Igazgatásoknak minimum követelményként egy UMTS szolgáltató számára indulási frekvenciakészletként. Az ERC/DEC/(99)25 Döntés, amely 1999. november 29-én született, tartalmazza a „magsáv” vonatkozásában a frekvencia tervet. A UMTS európai harmonizált frekvencia felhasználása végett az ERC/DEC(99)25 meghatározza az FDD működés frekvenciasávját, ami a 1920-1980/2110-2170 MHz tartomány, valamint a TDD működés sávjait, amelyeket az 1900-1920 MHz, valamint 2010-2025 MHz frekvenciatartományok alkotják. A magyar Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata (FNFT) H141-es nemzeti lábjegyzete alapján az 1900-1980 MHz, a 2010-2025 MHz és a 2110-2170 MHz-es sávok az állandóhelyű és a mozgószolgálat keretében az egyetemes mozgó távközlő rendszer (UMTS) földfelszíni alkalmazásai részére tervezettek. A H143-as nemzeti lábjegyzet szerint az 1980-2010 MHz és a 2170-2200 MHz-es sávok az egyetemes mozgó távközlő rendszer (UMTS) műholdas alkalmazásai részére tervezettek.

WRC- 2000 Isztambul: kiegészítő frekvenciasávok: 2500-2690 MHz, 1710-1885 MHz, 806-960 MHz

Az isztambuli rádiós világértekezleten döntés született a kiegészítő frekvenciasávokról. A UMTS Fórumnak nagy szerepe volt a frekvencialehetőségek bővülésében, hiszen 2005-re 403 MHz-et, 2010-re 582 MHz frekvenciaigényt prognosztizált a UMTS Fórum Spectrum Aspect Groupja (SAG) UMTS földi rendszer részére a legmagasabb forgalmi sűrűségű területeken. A UMTS Fórum 7. sz. Jelentésében a második generációs rendszerek sávján (összesen 240 MHz) túl 187 MHz többletsáv kijelölését ajánlotta. A kiegészítő sávok lehetőséget adnak arra, hogy a UMTS több sávban is megjelenjen. Az alacsonyabb frekvenciasávok elvileg lehetőséget adnak országos területi ellátottság kialakítására, illetve arra, hogy fejlődő országok rurális területeken is bevezethessék a UMTS-t. A CEPT által preferált kiegészítő frekvenciasáv a 2500 – 2690 MHz-es sáv. Az Európa Bizottság mandátumot adott a CEPT-nek a kiegészítő frekvenciasávok európai harmonizációjára.

4.9.4. Földi nyálábolt digitális rádióhálózatok

Két csoportba sorolhatók ezek a nem nyilvános, tipikusan cellás hálózatok. Az elsőbe tartoznak a magánhálózatok (Private Mobile Radio, PMR, magán mobil

rádió), erre felhasználói példák készenléti vagy kormányzati szervezetek lehetnek. A másodiknak megfelelő hálózat üzemeltetője felhasználói (előfizetői) csoportjainak (pl. szállítási vállalat, közmű, stb.) virtuális magánhálózati szolgáltatást nyújt (Public Access Mobile Radio, PAMR, nyilvános hozzáférésű mobil rádió). Mindkét esetben a rádiós erőforrások közös használata (nyalábolás) a forgalombonyolítási tulajdonságok szempontjából kedvező tulajdonságokat biztosít. A félduplex összeköttetés lehetősége a jellemző. A mobil készülékeken kívül általában vezetékes állomások (diszpécserállomások) is a rendszer részét képezik. Gyakoriak a csoporthívások (pont - több pont összeköttetés), ahol az adó fél változhat, az általa továbbított információk a csoport minden tagjának szólnak. A csoporton belül az adó fél változhat.

Készenléti szervezeteknél fontos igény pl. a rövid (néhány száz ms-os) kapcsolat-felépítési idő, a megfelelő titkosítás és a vészhívás lehetősége.

Az alábbiakban két második generációs digitális rendszert mutatunk be.

A TETRA földi trónkölt rádiórendszer (TERrestrial TRunked RAdio)

Az Európai Szabványosítási Intézet (ETSI) által PMR és PAMR célra kidolgozott szabványos rendszerhez Európán belül 10 MHz-es duplex távolságú frekvenciasávok is tartoznak (380-390 illetve 390-400 MHz PMR, 410-420 illetve 420-430 MHz PAMR célokra). Ezekben belül háromféle rendszerszabvány is van: beszéd és adat, Voice plus Data (V+D); csak csomagformátumú adat/csomagformátumú adatra optimalizált, Packet Data Only (PDO), beszédátvitel lehetősége nélkül; közvetlen üzemmód, Direct Mode Operation (DMO).

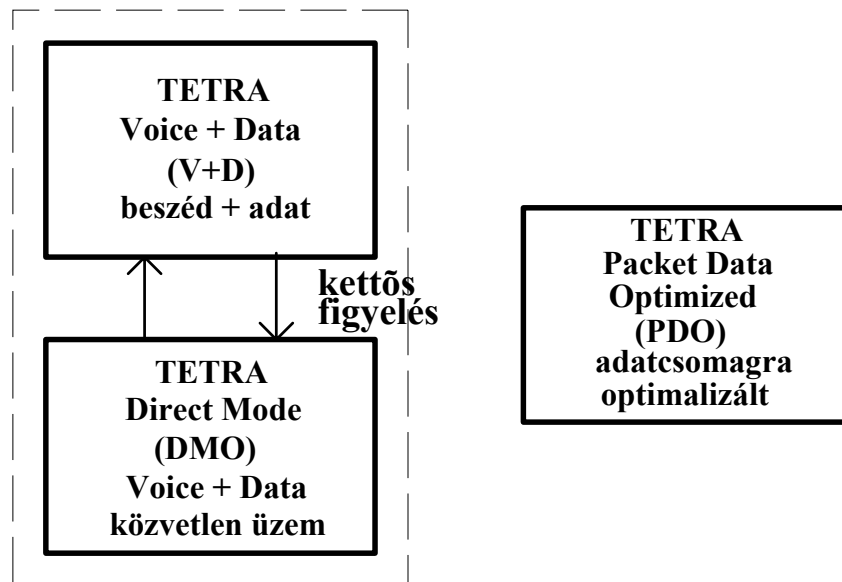
A V+D előírásokat teljesítő berendezések olyan hordozószolgálatok, távszolgálatok és kiegészítő/járulékos/többletszolgáltatások széles választékát adják, melyek az együttes beszéd- és adatátvitel igényeivel vannak összhangban. A V+D rendszer rugalmasságából származó előnyök sok alkalmazás szempontjából kívánatosabbak, mint a PDO adatra optimalizált jellegéből származó kissé nagyobb sebesség. A V+D és PDO specifikációk a rádiós fizikai rétegben azonosak (pl. moduláció, vivőfrekvenciák), de együttes működésre alkalmatlanok. A DMO mobil-mobil (akár bázisállomás nélküli) kapcsolatot tesz lehetővé, ha a mobil a hálózat által lefedett területen kívül tartózkodik, vagy ha a lefedett területen belül biztonságosabb összeköttetésre van szükség. Egy adott mobil, mely a TETRA V+D hálózaton belül

működik, egy DMO üzemmódú mobillal is kapcsolatba léphet. A mobil állomásnak ezért mindkét rendszert figyelnie kell (kettős figyelés, dual watch, lásd a 4.9.5. TETRA ábrát).

A TETRA V+D kialakításánál a multimédia célokra történő felhasználhatóság elsődleges szempont volt, így a rendszer valamennyi (erre alkalmas kialakítású) mobil állomás számára lehetővé teszi beszéd, adatok, képek, stb. adását és vételét. Az átviteli sebesség a fő korlát.

Kezdetben PMR V+D rendszerek (DMO-val kombináltan) épülnek ki.

A TETRA digitális, szabványos rendszer: mobil állomásokból (ezen belül a



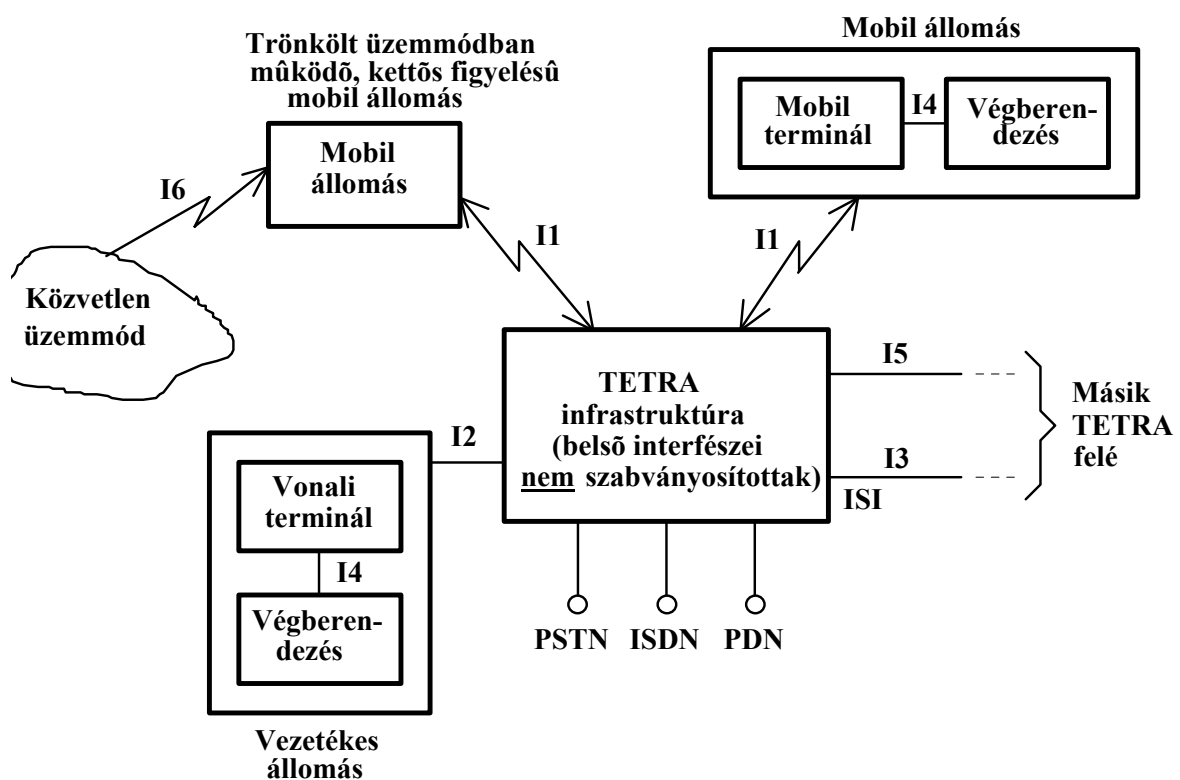
4.9.5. ábra. TETRA üzemmódok

járműbe építhető neve mobil, a hordozható neve a kézi készülék), vezetékes állomásokból és a központi infrastruktúrából (ennek lényeges részét képezik pl. a bázisállomások és a mobil kapcsolóközpont) épül fel. A rendszeren belül egyes interfészek szabványosítottak (a központi infrastruktúrán belüliek nem!). A rendszer felépítését a szabványos interfészekkel együtt a 4.9.6. ábra mutatja.

A moduláció típusa $\pi/4$ DQPSK, egy szimbólumidőn belül négyszintű, így egy szimbólum két bitet képvisel. Minden dibithez egy, az utoljára kisugárzott szimbólum fázisához képest a dibittől függően megváltozott fázishelyzet tartozik. A hozzáférés időosztásos (TDMA), egy keret négy időrésből áll. Így egy vivőfrekvencia négy átviteli csatornát szolgáltat. Egy csatorna nettó bitsebessége 7,2 kb/s, a négy időrés összevonásával 28,8 kb/s sebesség elérése válik lehetővé. Megfelelő kialakítású rendszer hívásátkapcsolást (handover) és bolyongást (roaming) is lehetővé tehet.

A TETRAPOL

PMR rendszer kialakítása TETRAPOL alapon is lehetséges, mely vállalatok által kezdeményezett rendszer. A hozzáférés frekvenciaosztásos, a csatornaosztás 12,5 kHz, a moduláció 8 kb/s sebességű GMSK. Előnye a végpontok között



- | | |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| I1: rádiós levegő interfész | I2: vezetékes állomás interfész |
| I3: rendszerek közötti interfész (Inter System Interface) | I4: végberendezés interfész |
| I5: hálózatfelügyeleti interfész | I6: közvetlen üzemmód rádiós levegő interfész |
- (Megjegyzés: a jogszerű lehallgatás interfésze is szabványosított)

4.9.6. ábra. A rendszer architektúrája és a szabványos interfészek

megvalósított hatékony titkosítás, hátránya, hogy hívásátkapcsolási lehetőséget nem biztosít.

4.9.5. Személyhívó hálózatok

Rádiós személyhívó rendszerek egyirányú információátvitelre alkalmasak. Az üzenetek cellás kialakítású rendszer egyik rádióadója által kisugározva jutnak el az előfizető kis teljesítményfogyasztású (telepes), kis méretű vevőkészülékére, aminek kijelzőjéről az információ leolvasható. A küldő üzenetét a szolgáltatási központon keresztül (általában telefon közvetítésével), vagy közvetlenül számítógépről indíthatja. Az összeurópai szabványos rendszer az ERMES (európai rádiós üzenő rendszer). A nyilvános mobil rádiórendszerek és ezen belül az SMS szolgáltatás elterjedése az előfizetők számát jelentősen visszaszorította.

4.9.6. Zsinórnélküli rendszer - DECT

A DECT (Digital Enhanced Cordless System) FDMA/TDMA/TDD alapú. A csatornaosztás 1,728 MHz, a bitsebesség 1,152 Mb/s. A keret 12 uplink és 12 downlink időrészből áll. A beszédkódolás 32 kb/s sebességű ADPCM. Vezetékes telefonelőfizetéshez tartozó alkalmazásán kívül (mintegy 200 m-es körzeten belül) rádiós helyi hurokban (a helyi központ és az előfizető között) és vezeték nélküli automata alközpontokban is használható. Az egyes alkalmazásokon belül szűkítő, u.n. profilszabványok biztosítják a kompatibilitást.

4.9.7. Rádiós LAN - 802.11

A rádiós LAN működési frekvenciatartománya egy ISM (Industrial, Scientific, Medical) sávba (2400-2483,5 MHz) esik, melyben pl. a mikrohullámú sütők is üzemelnek. Ezért spektrumkiterjesztéssel (direkt szekvenciális vagy gyors frekvenciaugratásos elven) védekeznek a zavarok ellen. A maximális adóteljesítmény 100 mW, így a hatótávolság 100 m körüli lehet.

4.9.8. Kis hatótávolságú hálózat - Bluetooth

A Bluetooth rendszer nem szabványos, vállalatok összefogásával alakult ki. De-facto szabványnak is tekinthetjük.

A 802.11 által is használt ISM sávban működik, csak különleges (teljesítményszabályzásra képes) változatának lehet 100 mW-os maximális adóteljesítménye, egyébként ennél kisebb kell legyen. Ezért a hatótávolság néhány tíz méterre korlátozódik. Duplex esetben a duplexelés időosztásos. A működés réselt, a névleges résidő 625 μ s. Egy csomag 1...5 időrésből állhat. Beszédcsatorna: 64 kb/s szinkron mindkét irányban, aszinkron adatcsatorna lehet aszimmetrikus (max. 723,2 kb/s mellett max. 57,6 kb/s vissz irányban) vagy szimmetriku (2 x 433,9 kb/s). Egy u.n. piconet legfeljebb 7 eszköz lehet, ezek egyike a master, a piconet tagjai közös csatornát használnak. Egy eszköz több piconetben is tag lehet, ekkor alakul ki a scatternet hálózati struktúra. Milyenfajta rövid összeköttetés univerzális rádiós megoldása lehet (pl. mobil telefon és mikrofon/hallgató között, számítógép és perifériái között, stb.).

Irodalomjegyzék

- [4.9.1] Mouly-Pautet: The GSM System for Mobile Communications; Cell&Sys, 1992.
- [4.9.2] GSM 03.02 v5.1.0 1996-05: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Network architecture
- [4.9.3] GSM 03.60 v5.2.0 1997-12: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); GPRS Service description, Stage 2
- [4.9.4] 3G TS 23.002 version 3.3.0 Release 1999: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); UMTS Network architecture
- [4.9.5] Huber-Weiler-Brand: UMTS, the Mobile Multimedia Vision for IMT-2000: A Focus on Standardisation; IEEE Communications Magazine; Sept. 2000, pp. 129-136.
- [4.9.6] 3GPP TS 23.002 v 5.2.0 2001-04: 3GPP TSG SA, Network Architecture (Release 5)
- [4.9.7] Theodore S. Rappaport: Wireless Communications, Principles and Practice. Prentice Hall PTR, 1996

4.10. Műholdas hálózatok

Szerző: dr. Gödör Éva

Lektor: Hazay István

Műhold fedélzetén lévő elektronikus rendszerekkel sokféle feladat oldható meg, például:

- kutatás (rádiócsillagászat, radarcsillagászat, meteorológia, távérzékelés);
- navigáció;
- hírközlés.

Ezen célokra kezdetben különálló, célorientált rendszereket hoztak létre, ahol a műholdon elvégzett feladatok (pl. meteorológiai megfigyelések) jeleit a földi állomások vagy ezek hálózata feldolgozta, szétosztotta, archiválta, stb. [4.10.1]. Ma a feladatmegoldások konvergenciája többszörösen is érvényesül, pl. a navigációs műholdak (GPS = Global Positioning System) jelei megjelennek a mobiltelefonok kijelzőin is; továbbá a műholdas hírközlő hálózatokban már nem mindig különülnek el a kezdetben még szeparált fix-, mobil-, és műsorszórási feladatok (FSS = Fixed Satellite Service, MSS = Mobile Satellite Service, BSS = Broadcasting Satellite Service). Egy hálózatban az előfizetőtől az előfizetőig terjedő szakaszon felváltva lehetnek vezetett hullámú (pl. optikai sávú) összeköttetés darabok, majd földfelszíni mikrohullámú szakaszok és műholdas átviteli utak. Érthető tehát, hogy jelenleg a konvergencia és az integráció címszavak gyakran szerepelnek az irodalomban [4.10.2].

Ebben az alfejezetben a műholdas kapcsolatokkal, ezen belül különösen a mobil rendszerekkel, valamint a műholdas információgyűjtő és szétosztó rendszerekkel foglalkozunk, a műholdas műsorszóró rendszerek áttekintését a 4.7 alfejezet adja meg.

4.10.1. Műholdas kommunikáció

A klasszikus műholdas hírközlés esetén (pl. INTELSAT rendszer) a hálózat csomópontja a műhold, melyhez a többszörös hozzáférés elvét felhasználva (pl.

FDMA, később TDMA, CDMA) fix telepítésű, nagykapacitású földi állomások tartoznak: így jön létre a műholdas állandóhelyű szolgálat Fixed Satellite Service (FSS). Az egymással kapcsolatba lépő földi állomások a műholdat „átlátszó” (transzparens) ismétlőállomásként használják. A fedélzeten lévő transzponder a földről érkező jelet veszi, a jelfrekvenciát megváltoztatja, a jelet erősíti és lesugározza a földi állomásra. Ez az összeköttetés egy felfelé és egy lefelé menő ágból áll (uplink és downlink), azaz egyetlen ugrásból. Ezt ábrázolva egy visszahajló jel-ágot kapunk. A fedélzeti feladatok később kiegészülnek azzal, hogy a különböző nyalábformák közül (globál-, spot-, zóna-, féltekenyaláb) az aktuális forgalmi követelményeknek megfelelőt választják, földi parancs alapján.

A hálózat földrajzi kiterjedését a műhold által lefedett terület (lábnyom) határozza meg, mely terület függ a műhold pályasíktól, pályatípustól, pályamagasságtól és az antenna sugárzási karakterisztikájától. Ha két olyan földrajzi pont között akarunk összeköttetést létesíteni, melyek közül csak az egyik tartozik a műhold lábnyomhoz, akkor két műhold közvetítésével, azaz két ugrással juthat el a jel a célig. A két ugráshoz azonban jelentős terjedési idő tartozik, pl. GEO-pálya esetén (Geostationary Orbit) egy ugrás átlag 250 ms, így a két ugrás (500ms) a beszédátvitelt és a párbeszédet (négy ugrás összesen) nehezessé teszi. Lehetséges egy másik megoldás, pl. egy ugrás után a földfelszíni hálózaton (mikrohullámú pont-pont összeköttetés, fényvezető vagy réz kábeles összeköttetés) továbbítani a jelet, vagy egy perspektív lehetőség: létrehozni a műholdak közötti összeköttetést, az ISL-t (Inter Satellite Link). Ez volt a döntő lépés a fedélzeti jelfeldolgozás létrejöttéhez, azaz a szimpla ismétlő állomás helyett a különböző mélységű jelfeldolgozást végző műhold típusok kialakulásához.

Az FSS sikerei alapján létrejött a legalább az egyik végponton mozgó felhasználók közötti műholdas rendszer, a Mobile Satellite Service (MSS). Az első MSS-t megvalósító kereskedelmi rendszer az INMARSAT volt, mely biztosította az összeköttetést kezdetben a tengerjáró hajók és a szárazföld között, illetve a légi járműre vagy autóra szerelt, vagy kézitáska méretű hordozható terminálok és tetszőleges helyen található felhasználó között. Az INMARSAT rendszer elemei: a világóceánok felett elhelyezett négy GEO-pályás, globál nyalábú műhold, (azaz a Földet érintő kúp nyalábú műhold), a földi jelfeldolgozó állomások és a mozgó terminálok. A terminálok típusától függően az átvitt információ: $1,2 \text{ kb/s} \div 16 \text{ kb/s}$

jelsebességű beszéd vagy adat. Így megvalósult a műholdas mobil távközlés: bárki, bárhol, bármikor elérhető. Kezdetben a korlátozott információsebesség nem okozott gondot, de az információmennyiség növekedése a szélessávú megoldások fejlesztésére ösztönözte a szolgáltatókat. Így pl. az INMARSAT rendszer 2002-ben indítja a Global Area Network (GAN) programot, melyben a THURAYA műholdak felhasználásával 144 kb/s sebességű, globális, mobil, szélessávú szolgáltatást kínálnak, hang, ISDN és IP forgalomhoz, és majd az INMARSAT-4 sorozattal 432 kb/s forgalomhoz.

A műholdas rendszerek fejlesztési irányainál fontos szempont a gazdaságosság, az igény szerinti felhasználhatóság, a mobilitás és a szélessávúság. [4.10.3], [4.10.4], [4.10.5]. A GEO-pályás mobil rendszerek mellett megjelentek a LEO(Low Earth Orbit) és MEO-pályás (Medium Earth Orbit) mobil rendszerek, pl. IRIDIUM, GLOBALSTAR, TELEDESIC, SKYBRIDGE, New ICO. Ezen rendszerek általános jellemzője a fedélzetenkénti több-tíz spotnyaláb, azaz a földfelszínen kialakított cellarendszer. Tekintettel a pályaadatokra, itt nem a felhasználó mozog a cellák tartományában, hanem a cella mozog, mert pl. egy autó 170 km/óra sebességéhez képest az IRIDIUM műhold relatív sebessége a Földhöz képest 28500 km/óra. A spotnyalábok által létrehozott cellák vagy együtt mozognak a műholddal (pl. IRIDIUM rendszer), vagy a nyalábok elektronikus vezérlésével biztosítják, hogy a nyalábok egy Földhöz rögzített ponthoz mutassanak, amíg a műhold a látóhatár felett van (ground-based cells, TELEDESIC rendszer).

A cellás rendszerek alapkérdése a hívás átadás (handover). A műholdas cellás rendszereknél a handover három alaptípusa lehetséges: [4.10.5], [4.10.6].

- műholdon belüli (intraspot és interspot);
- műholdak közötti (intersat handover, pl. IRIDIUM, TELEDESIC);
- műholdas rendszer és földi rendszer közötti (pl. ICO-hoz tartozó ICONET gerinchálózat, vagy műhold és földi GSM rendszer MSC (Mobile Services Switching Center) közötti összeköttetés, vagy GSM bázisállomások összeköttetése műholdon keresztül a földi pont- többpont mikrohullámú WILL (Wireless Local Loop) helyett).

A mobilitás mellett fontos szempont a szélessávúság, ami – többek között műholdas multimédia és Internet szolgáltatást is lehetővé tesz. E feladat megoldásához egy újabb frekvenciasávot kellett kijelölni: a Ka-sávot (20/30 GHz) és a hatásos fedélzeti jelfeldolgozáshoz az ATM-hez (Asynchronous Transfer Mode)

hasonló gyors csomagkapcsolt technikát kellett alkalmazni, pl. TELEDESIC, ASTROLINK, SPACEWAY, CYBERSTAR rendszerek.

A K_a -sáv nem egyszerűen a K_u -sáv (12/18 GHz) kiterjesztése, mert az atmoszférában való terjedési tulajdonságai jelentősen eltérőek, ezen kívül lényeges különbség van a használható antenna méreteiben. Ezek a különbségek meghatározóak a K_a sávú rendszerek felépítésére.

A szélessávú ATM-alapú műholdas rendszerek alkalmazási lehetőségére néhány példa a [4.10.4] alapján:

- kis sebességű adat/kép/rövid üzenet/személyhívás;
- interaktív számítástechnika (computing);
- információs adatok (pl.tőzsde) szétosztás (dissemination);
- tömörített (bulk) adatok átvitele (pl. ftp, http);
- videokonferencia, net-konferencia;
- többes adás (multicasting),
- (pl. nagy adat file-ok, csoportos címzésű e-mail);
- műsorszórás (broadcasting), (pl video/audio telecast).

E két utóbbi feladatra különösen előnyös műholdas hálózatot alkalmazni, mert az globális lefedettséget ad és csillag- topológiájú.

A 4.10.1-4.10.3. táblázatok néhány műholdas rendszer főbb jellemzőit foglalják össze.

Név	IRIDIUM	GLOBALSTAR	THURAYA	New ICO
Pálya	LEO	LEO	GEO	MEO
Föld-műhold távolság	780 km	1414 km	44°	10390 km
Pályasíkok Száma	6	8	-	2
Műholdak Száma	66+6	48+4	2	10+2
Nyaláb/Mh	48	16	250-300	163
sebesség kb/s	2,4/4,8	2,4/4,8/9,6	9,6 és GPS	4,8/38,4 144
Üzemkezdet	1998. nov.	1999. okt.	2001. május	2003.
Gateway darab	12	48	-	12 és ICONET
Hangcsat/Mh	1100	2800	13750	4500
Megjegyzés	regeneratív	transzparens	regeneratív	regeneratív

4.10.1. Táblázat. Keskenysávú MSS rendszerek

Név	TELEDESIC	Sky Bridge
Pálya	LEO 1400 km	LEO 1457 km
Pályasíkok Száma	12	8+8
Műholdak Száma	288	32+32
Nyaláb/Mh (műhold)	64 szupercella 9 cella/szupercella	45
Forgalom	multimédia/hang/adat 2 Mb/s uplink 64 Mb/s downlink	multimédia/ adat/video 60 Mb/s
Frekvencia	K _a -sáv	K _v -sáv
Inter Satellite Link	8 darab/Mh	nincs
Üzemkezdés	2004	2002

4.10.2 Táblázat. Szélessávú LEO rendszerek

Név	ASTROLINK	SPACEWAY
Pálya	GEO	GEO
Műholdak Száma	9 (5 pozícióban)	9
Nyaláb/Mh	58	48
Forgalom	hang/adat/video 16-9600 kb/s 6 Mb/s	multimedia/hang/adat/ video 16-6000 kb/s
Frekvencia	K _a -sáv	K _a -sáv
Fedélzeti Jelfeldolgozás	van, ATM-alapú	van, ATM alapú
Üzemkezdés	2005	2002

4.10.3. Táblázat. Szélessávú GEO rendszerek

4.10.2. Műholdas információgyűjtés és szétosztás

A 4.10.1. pontban említett szélessávú ATM-alapú műholdas rendszerek alkalmazási lehetőségei között felsorolt példák már utaltak a műholdas információgyűjtés és szétosztás lehetőségeire (többes adás; műsorszórás). Ebben a részben néhány konkrét lehetőséget vázolunk, összefoglalva a VSAT (Very Small Aperture Terminal) rendszer elvét, az SNG (Satellite News Gathering) elvét és a műholdak szerepét az Internet hálózatban.

VSAT hálózatok

A VSAT rendszer főként az üzleti hírközlés, azaz regionális vagy világméretű cégek adatátvitelére létrehozott műholdas magánhálózat, egyes esetekben beszédátvitelt is megengedve. Kezdetben ezt az igényt az IBS (Intelsat Business Service) rendszer elégítette ki, majd a növekvő kereslet miatt 1979-ben a Telecom

General (USA) kifejlesztette a VSAT márkanevű rendszerét, szállodaláncok, bankok, hírügynökségek, stb. számára.

Ma a VSAT elnevezés már elszakadt a gyártó nevéől, most minden kis antennájú (\varnothing 1,2 m÷2,4 m) üzleti hírközlésre használt rendszert így neveznek.

A VSAT hálózatok GEO-pályás hírközlő műholdakat használnak, így egy út csillapítása (pl. C-sávban) 200dB és a terjedési idő minimum 120 ms. Mivel a terminálok gazdaságosan megvalósítható adóteljesítménye legfeljebb néhány Watt, és a műholdon nincs fedélzeti jelfeldolgozás, így a kis antennájú földi állomások közötti direkt összeköttetés nem lehetséges. Kell egy nagy antennájú (\varnothing 4 m ÷ 11 m) központi állomás (hub), melyhez a VSAT-ok a műholdon keresztül kapcsolódnak, ez egy csillag topológiájú hálózat. Európában a VSAT hálózatok többsége K_u sávú, más földrészeken a C sávú hálózatok az elterjedtebbek. A hálózatban használt elnevezések:

- kifelé irány (outbound link), ez a hub-tól a műholdon keresztül a VSAT-ig terjedő út, azaz uplink + downlink;
- befelé irány (inbound link), ez a VSAT-tól a műholdon keresztül a hub-ig terjedő út, azaz uplink + downlink;
- egyirányú rendszer (one-way network): csak vevő VSAT van, ez egy pont - több pont összeköttetés, a hub-tól jövő információk szétosztása, pl hírek, adatok, TV-program, hirdetés szétosztása;
- kétirányú rendszer (two-way network): VSAT ad és vesz pl. banki műveletek, távnyomtatás, szállodai helyfoglalás, jegyeladás, telefonforgalom, e-mail, orvosi adatbázis, SNG (Satellite News Gathering).

A forgalomszervezés a kifelé irányban időosztású (TDM), a VSAT állomások a számukra kijelölt időrésben vesznek. A TDM keretben szinkronizáló jel és a szelektív vételt lehetővé tevő címzés is van. A befelé irányuló forgalomnál különféle hozzáférést alkalmaznak, legelterjedtebb a TDM-/TDMA rendszer, de rövid ideig tartó intenzív forgalom esetén valamelyik ALOHA- hozzáférést használják.

A VSAT állomás két fő részből áll: kültéri egység (ODU= outdoor unit) és beltéri egység (IDU=indoor unit), ezeket max. 100 m hosszú kábel köti össze. A VSAT IDU egysége tartalmazza az alapsávi interfészt és ehhez csatlakozik a felhasználói végberendezés. A hub állomás felépítése: RF egység (antenna, fel-, és lekeverő egység, adó, vevő), beltéri egység (IDU), mely tartalmazza az alapsávi interfészt és ehhez csatlakozik a központi számítógép (HC=host computer).

A GEO-pályás műholdas összeköttetésnél mind a nagy terjedési idő, és szakaszcsillapítás, valamint ezek hullámterjedési jelenségek miatti változásai következtében hibajavító kódolásra és protokoll konverzióra (emuláció, spoofing) van szükség a végberendezés és a VSAT-hálózat közötti interfésznél. A protokoll konverzió három réteget (network, data, physical) érintő, de néha szükség lehet az emulációnak a transzport-rétegnél is.

Háló-topológiájú (mesh) VSAT-hálózat hozható létre, ha a műhold fedélzetén van a jelfeldolgozás. Ilyenkor a VSAT-állomások a műholdon keresztül közvetlenül kapcsolódnak össze egymással, a hub-állomás nem szükséges. A K_a -sávú GEO-pályás műholdakon (ACTS, SPACEWAY, ASTROLINK) már van fedélzeti jelfeldolgozás, nagyobb adóteljesítményűek és a K_a -sáv miatt nagyobb sávszélességű átvitel valósítható meg, mely előnyökből a VSAT hálózatok is profitálnak.

Műholdas hírgyűjtés (SNG)

A 80-as évek elején a TV-társaságok növekvő hírigénye miatt szükség volt olyan lehetőségre, hogy egyidejűleg lehessen kép- és hangjeleket közvetíteni a földrajzilag távol eső helyekről a rendkívüli eseményekről (pl. Öböl-háború helyszínei; vulkánkitörés). Ezt az igényt elégíti ki egy-egy TV-társaság magánhálózata, a műholdas hírgyűjtő rendszer: a helyszínekre telepített földi állomások a riporterek anyagát a műholdon keresztül a stúdióba juttatják.

A telepíthető SNG berendezéseknek két fő típusa van: a hordozható (fly away) berendezés és a kocsiba szerelt berendezés. Az előbbinél a konténerekbe csomagolt SNG állomást repülővel juttatják a helyszínre, az utóbbi megoldásnál az SNG állomás a gépkocsival együtt mozog.

Az SNG rendszerek az ITU-R által kiadott ajánlásoknak megfelelően a C- és a Ku-sávban dolgoznak és egy 36MHz-es transzponderen egyidejűleg négy digitális modulációjú SNG jel vihető át. Terjednek az ennél nagyobb tömörítést alkalmazó eljárások is.

Internet műholdon keresztül

A műholdas hírközlés alkalmazása először ott volt sikeres, ahol a földfelszíni megoldások nehézkesek voltak a telepítés jelentős időigénye és költsége miatt. A

műholdas piac új szereplője az 1980-as években tömegesen megjelenő VSAT-rendszerek voltak, de ezek csak cégek számára voltak megfizethetők, mert drága volt a transzponder bérlése és a végberendezés: 2001-ben mintegy félmillió VSAT terminál üzemelt, ennek kétharmada az USA-ban.

A műholdas technika újabb alkalmazási lehetősége a digitális műsorszórás és műsorszétoztás területe, erről részletesen szól a könyv 4.7. fejezete, összefoglalva a DVB-s és DVB-MS rendszerek elvét és felépítését, valamint elemzi a műsorszóró interaktív rendszereket.

A műholdas Internet a DVB szabvány kiterjesztése adatátvitelre, azaz a műhold digitális platformján Internet adatforgalom van [4.10.7].

A műholdas Internet hálózat felépítésére két lehetőség van: az egy-utas hozzáférés (one-way access) és a két-utas (two-way access). Az egy-utas rendszernél az Internet adatbázis jelét (2 Mb/s÷40Mb/s) a központi állomás (hub) a műholdon keresztül továbbítja a felhasználóhoz, a K_u -sávban. A felhasználó műholdas berendezése csak vételre alkalmas, olcsó eszköz, mert az áramkörök megegyeznek a tömegesen gyártott SOHO (Small Office / Home Office) eszközökkel. A visszirányú összeköttetés nem a műholdon keresztül, hanem a meglévő földfelszíni hálózaton történik, max. 64 kb/s sebességgel.

A két-utas hozzáférés azt jelenti, hogy a visszirányú összeköttetés is a műholdon keresztül történik, ez K_a -sávú és 144kb/s ÷ 2Mb/s sebességű. A felhasználó berendezése K_a -sávú adót és K_u -sávú vevőt tartalmaz, ezért komplexebb és drágább eszköz, mind az egy-utas végberendezés. A két-utas rendszer felépítését és rendszerparamétereit a DVB-RCS (Digital Video Broadcasting Return Channel System) szabvány tartalmazza, melyet az „ADSL-in-the-sky” néven említenek.

Ezek a műholdas Internet rendszerek GEO-pályás műholdakat (Hot Bird, SESAT, ASTRA) tartalmaznak, de vannak tervek LEO-pályás rendszerekre is (TELEDIC, SKYBRIDGE) és a jelszavuk: „Internet-in-the sky”.

Irodalomjegyzék

[4.10.1] Almár-Both-Horváth-Szabó: Űrtan. SH Atlasz. Springer Hungarica, 1996

[4.10.2] Nguyen, Hoang N.: Mobile Internet Provisioning in Satellite- IP Networks: Mobility Management, Internetworking and Integration with Terrestrial Networks. Proc.of 19th International Communications Satellite Systems Conference. 17-20. April 2001. Toulouse, France. Vol. 3. pp, 205-214.

[4.10.3] Boeke, Cynthia: Via Satellite 2001 Satellite Survey Via Satellite. July 2001. pp. 24-30.

[4.10.4] Jamalipour, Abbas: Broad-Band Satellite Networks. The Global IT Bridge. Proc. IEEE. Vol. 89.No.1. January 2001. pp. 88-104.

[4.10.5] Walke, Bernhard H.: Mobile Radio Networks. Networking and Protocols. J. Wiley 1999.

[4.10.6] Pattan, Bruno: Satellite- Based Global Cellular Communications. McGraw Hill,1998.

[4.10.7] Blineau, J.: Satellite Contribution to the Internet. Alcatel Telecommunications Review. 2001/4. pp243-248

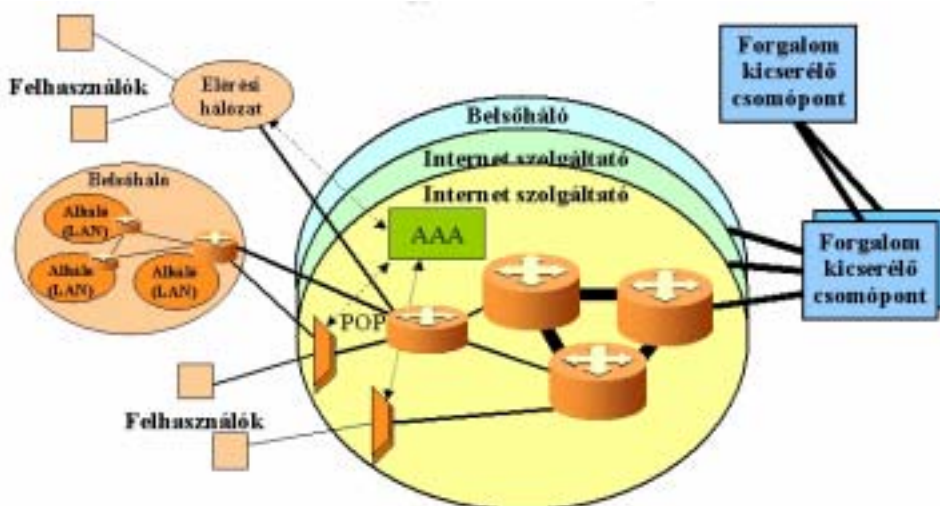
4.11. A klasszikus Internet

Szerző: dr. Réthy György

Lektor: dr. Henk Tamás

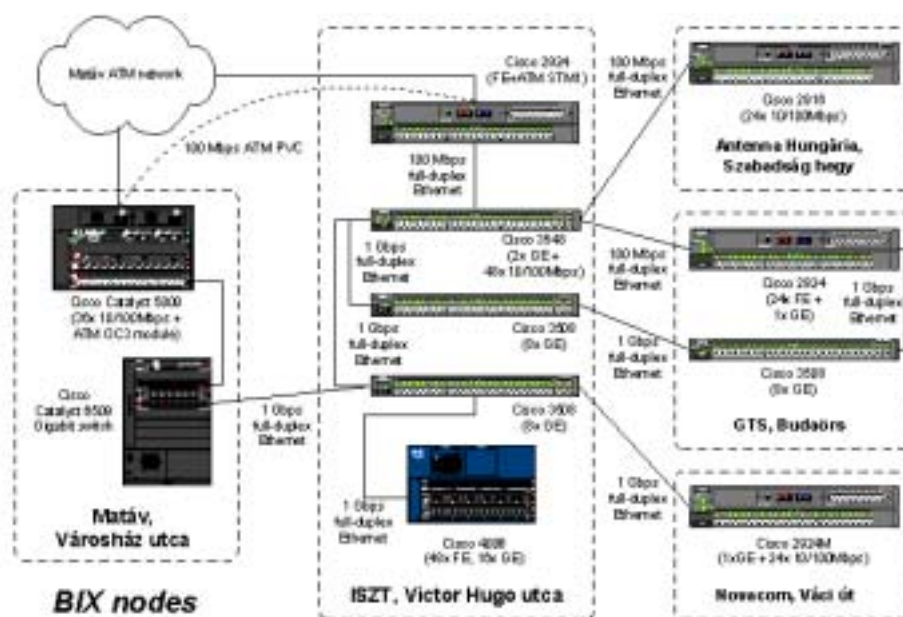
Az IP-alapú hálózatok alapjai és mai felépítése elválaszthatatlan az Internet fejlődésétől. Az Internet elődjének fejlesztését az USA hadügyminisztériumának Fejlett Kutatási Projektek Irodája (ARPA - Advanced Research Projects Agency) számítógép-hálózatok csomagmódú összekapcsolásának kutatására kezdeményezte, s egyetemi és kutatói helyi hálózatokat kötött össze. A hálózat innét kapta az ARPANET nevet. A használt protokollok több fejlődési szakaszon keresztül jutottak el a kiegészítésekkel mai is használt IP protokoll család 1981-ben történt specifikálásához (IP 4. változat). Az ARPANET 1983-ra teljesen átállt a TCP/IP használatára, s ugyanekkor a Berkeley egyetem megjelentette az első olyan UNIX változatot (4.2BSD), melybe (ingyen) beépítette a TCP/IP protokoll családot. Ettől kezdve az IP-t használó alkalmazások fokozatos elterjedésével mára a TCP/IP gyakorlatilag egyeduralmódóvá vált a vállalati hálózatok terén. Később az ARPANET-et felváltotta – a még mindig egyetemi és kutatói célú – NSFNET (National Science Foundation Network), melynek kapacitását többször is jelentősen bővíteni kellett.

Az Internet életében és struktúrájában döntő változást hozott a kereskedelmi célú használat, ami a 4.11.1. ábrán látható struktúrához vezetett. Az Internet szolgáltatók (ISP – Internet Service Provider) hálózatai forgalom kicserélő csomópontokon (NAP – Network access point) kapcsolódnak egymáshoz, melyeket röviden „peering”-nek is hívnak. A forgalom kicserélő csomópontok egymáshoz is kapcsolódnak és hálózatuk képezi az Internet nemzeti és nemzetközi gerinchálózatát. A hazai forgalomkicserélő csomópontok összességét, amely a hazai szolgáltatók és nagyobb belsőháló (Intranet) forgalmának kicserélésén kívül nemzetközi kapcsolatot is biztosít, BIX-nek (Budapest Internet eXchange) nevezik és struktúráját a 4.11.2. ábra mutatja (forrás: <http://goliat.c3.hu/bix>). A BIX-ről bővebb információk a <http://www.nic.hu/bix> címen találhatóak. Az egyes ISP-k hálózatai belső struktúráját útválasztó hálózatok alkotják, melyek az ISP méretétől függően akár



4.11.1. ábra. Az Internet egyszerűsített struktúrája

többszintű hierarchiát is alkothatnak. Ezekhez elérési hálózatokon (pl. ADSL, kábelTV) keresztül állandóan vagy Internet behívó eszközök segítségével időszakosan, kapcsolt módon (modem, ISDN) csatlakoznak a felhasználók. Vállalati, intézményi és egyéb sajátcélú hálózatok, melyek általános elnevezése belsőháló (Intranet) csatlakoztatnak az ISP-k útválasztóihoz, behívó eszközökhöz vagy közvetlenül közvetlenül a forgalmi kicserélő csomópontokhoz (pl. egyetemi, kutatói hálózatok, nagyobb belsőháló).



4.11.2. ábra. A BIX struktúrája

Az Internet fő elemei:

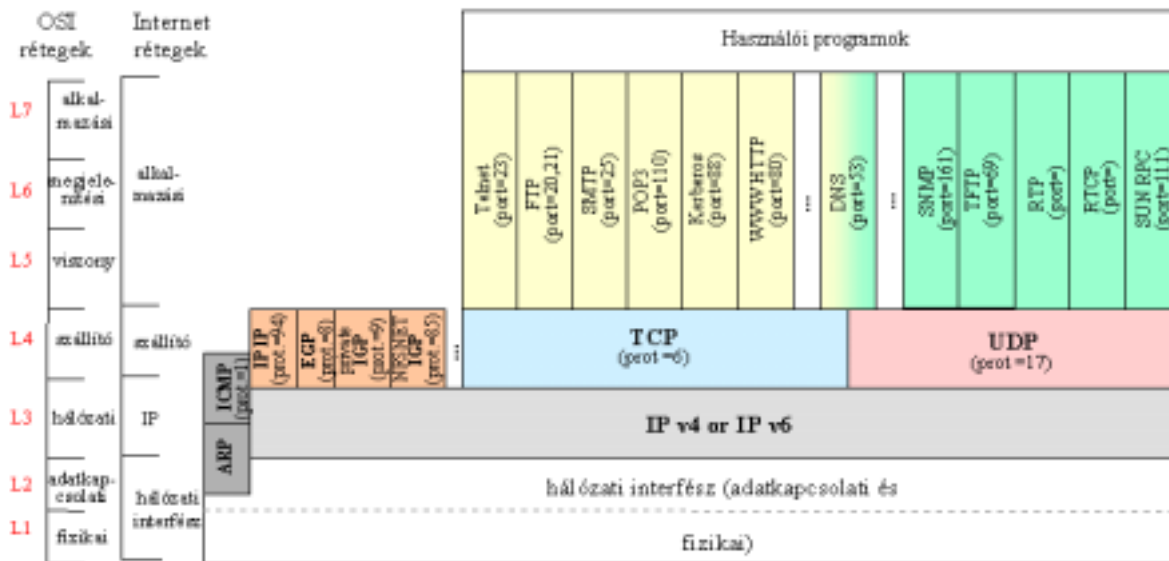
- a.) A TCP/IP protokoll architektúra,
- b.) Hálózati elemek, útválasztás (routing), és útválasztó protokollok,
- c.) Címzés és címfeloldás

A következőkben ezeket külön-külön ismertetjük.

4.11.1. Az Internet protokollok

Az IP protokoll architektúrát a 4.11.3. ábra mutatja. Az ábrán az IP és az OSI rétegeket is összevetjük (további különbség, hogy az IP rétegek kevésbé függetlenek egymástól, mint az OSI rétegei). Az IP v4 fejrészének struktúráját a

4.11.4. ábra mutatja. Az IP protokoll főbb feladatai: a felsőbb rétegektől kapott adatblokkok hálózati címzése és nyugtázatlan, összeköttetésmentes (datagram módú) továbbítása a hálózaton. Minden csomag útválasztása egyedi és az átvitel sem vesztségi, sem késleltetési garanciát nem ad (mint később látjuk, az útvonal változása valójában a hálózatban fellépő kiesések és jelentős torlódások esetén jellemző). Az IP csomagok maximális mérete 64 kbyte lehet, de a valós hálózatok többsége nem képes ekkora csomagméret átvitelére. Az aktuális csomagméretet (MTU - Maximum Transmission Unit) a használt hálózati interfész (Ethernet, ATM stb.) határozza meg. Ezért a felsőbb rétegtől kapott, ennél nagyobb méretű csomagokat az IP réteg tördeli (fragmentation), majd a vételi oldalon összeállítja (a tördelés az IP fejrész DF mezőjében megtiltható, ekkor a túlméretes csomagot törlik). Az IP csomagok (további) tördelésére, majd visszaállítására lehet szükség olyan közbenső hálózaton történő átvitelhez is, amely az őt megelőzőeknél kisebb MTU-t támogat.



4.11.3. ábra. Az IP protokoll verem

Az IP réteg gondoskodik arról, hogy a csomagok ne kerülhessenek útválasztási hurokba. A fejrészben lévő életidő (TTL- time to live) mezőt tipikusan 15-30 mp közé állítják, majd továbbküldés előtt ebből minden útválasztó annyit vesz el, amennyit a csomag nála eltöltött (de legalább 1 mp-et). Ha a mező értéke eléri a 0-t, a csomagot törlik. Az IP csomag fejrészét egy egyszerű (ezért nem túl hatékony) ellenőrző összeg (checksum) védi a bithibáktól, melyet a TTL változása miatt minden útválasztó kimenetén újra kell képezni. Az egyes csomagok relatív prioritizálására a ToS (type of service) mező szolgál, ezt viszont a meglévő eszközök jelentős része nem használja. A fejrész után következő opció mezők lehetővé teszik a csomag útvonalának közelítő (egyes pontok érintése) vagy pontos megadását. Ha az útvonal nem követhető, a csomagot törlik.

Az IP fejrész címzési szempontból legfontosabb mezői a forrás (source) és a cél (destination) IP címek és a szállító protokoll mező. Az IP címekről később lesz szó. A 8 bites szállító protokoll mező azonosítja, hogy a csomag adatmezőjében melyik felsőbb protokoll adatelemét (PDU-ját) szállítja. Ez lehet IP vezérlési és kezelési (ICMP), útválasztó (routing) vagy szállító protokoll, s az utóbbiak nem csak az Interneten elterjedten használt TCP (Transmission Control Protocol) és UDP (User Datagram Protocol), hanem számos más gyártófüggő protokoll is. Külön meg kell említeni az IP szintű tokozásra (encapsulation) használt azonosítókat, mint pl. a mobil IP-hez is használt 94-est („IP within IP”, RFC 2003), az 55-ös minimális IP tokozást (RFC 2004), a 98-as IP tokozó fejrészt (RFC 1241) vagy az IPv6

Version	Length	Service Type	Packet Length	
Identification		DFMF	Frag Offset	
TTL	Transport	Header Checksum		
Sending Address				
Destination Address				
Options			Padding	

4.11.4. ábra. Az IP v4 fejrésze

csomagokat IPv4 fejrészsel tokozó RFC 2893-at. Ezek lehetővé teszik, hogy az IP csomag adatmezőjében - akár rekurzívan is - egy másik IP csomag legyen. Az ily módon történő átvitelt IP alagútnak hívják (IP tunnelling) és különböző célokra elterjedten használják. Jelenleg 100 körüli a kiosztott szállító protokoll kódpontok száma.

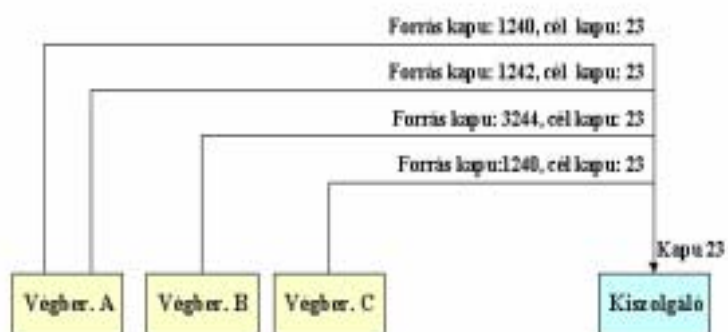
Az ICMP (Internet Control Message Protocol, RFC 792) funkcióját tekintve egy hálózati (IP) szintű protokoll, míg adatátvitelnél szállító rétegbeli protokollként kezelik és az ICMP csomagokat IP csomagok adatmezőjébe ágyazva továbbítják. Feladata a hálózatban történt csomagtörlés (pl. TTL nullázódása, célcím ismeretlen, szintaktikai hiba) jelzése a küldőnek, IP csomagok útválasztásának megváltoztatása (pl. átjárók közötti útvonal optimalizálása), forgalomvezérlés segítése (source quench). Például az ismert és népszerű ping program is az ICMP visszhangkérés és visszhangválasz (Echo Request és Echo Reply) eljárásait használja.

Az UDP az alkalmazási PDU-kat - saját fejrészával megtoldva - egyszerűen továbbadja az IP rétegnek. Vagyis az UDP kapcsolat örökli az IP tulajdonságait - veszteséges és nyugtázatlan. A fejrész a forrás és a cél kapuszámokat (port number), az ellenőrző összeget és egy hosszjelzőt tartalmaz. Érdekessége, hogy az UDP ellenőrző összeget az UDP fejrész és adatmezőn kívül a forrás és cél IP címekből és az UDP protokoll azonosítójából számítják. Ez pótlólagos védelem arra az esetre, ha a csomag az IP rétegben észrevétlen hiba miatt eltévedne.

A TCP funkciója kétirányú adatfolyamok megbízható és nyugtázott továbbítása az IP felett (az alkalmazás által átadott adattömeget a TCP tördeli a megfelelő méretűre, szemben az UDP-vel, amely eleve alkalmas méretű

adatdarabokat vár az alkalmazástól). Ezen belül több részfeladatot is ellát, mint forgalomvezérlés, multiplexelés, gyors újraküldés (az elveszett csomag újraküldése az időzítő lejárta előtt), torlódás elkerülés. A TCP adatátvitel összeköttetés-alapú, vagyis először a kapcsolatfelvétel történik meg, az adatátvitel befejezése után pedig a kapcsolatot bontják. Az ablakméret adaptív: kapcsolatfelvételkor 1, majd exponenciálisan növekszik, amíg csomagvesztést nem tapasztal. Ekkor az ablakméretet az aktuális felére csökkenti, majd lineárisan hangolja az adott irány áteresztőképességének közelébe. A kapcsolatot kezdeményező TCP egyedül aktív, míg a kiszolgáló oldali, egy alkalmazás (pl. FTP kiszolgáló program) indításakor a jól ismert kapura csatlakozó és bejövő kapcsolatfelvételre váró TCP-t passzív hívják.

A TCP és az UDP fejrészek szállítják a forrás és cél kapuszámokat, amelyek alapján a szállító protokoll azonosítja az alkalmazást, amely használja a szolgáltatásukat. Az 1023-65535 közötti kapuszámokat a hívó/küldő oldali végberendezés (host) osztja ki aktív alkalmazásainak, míg az 1023 alatti ún. jól ismert (well known) kapuszámokon a hívott/fogadó oldali kiszolgáló (server) várja a TCP kapcsolatfelvételt vagy UDP csomagot, s kiosztásukat az RFC 1700 szabályozza (a teljes aktuális listát az IANA honlapja tartalmazza). Ezek között az Interneten használt „szabványos” alkalmazási protokollok, mint pl. a HTTP, FTP, SMTP stb. azonosítói szintű megtekinthetők, mint a vállalati hálózatokon belül használt gyártófüggő protokollokéi. A végberendezés a jól ismert kapuszámon hívja meg a kiszolgáló oldali alkalmazási protokollt. Azonban a kapuszám önmagában nem mindig azonosítja a kapcsolatot. Ennek oka, hogy a kiszolgáló egy alkalmazását egyidőben több végberendezés is meghívhatja (4.11.5 ábra). Ez esetben a kiszolgáló



4.11.5. ábra. Kapu multiplexelés

egy adott kapcsolatot csak a forrás és cél oldali kapuszámok és IP címek együttesével tudja azonosítani. A protokoll típusát, kapuszámot és az IP címet együtt foglalat (socket) azonosítónak hívják.

4.11.2. Internet címzés

A jelenleg használt IP v4 címek 32 bitesek, hálózati cím és helyi cím részekre bonthatók. A címeket öt osztályba sorolják (4.11.6. ábra), ebből az egyes hálózatok – a belsőháló és az ISP-k hálói - méretük (helyi címtartomány) szerint A, B vagy C osztályú címeket kaphatnak. Az IP cím általános írásmódja – osztálytól függetlenül - a “pontozott négyes jelölés” szerint 4 csoportba osztva decimálisan történik (pl. 147.23.89.2). Így minden számjegy 8 bitet fed le és értéke 0..255 között lehet. A csupa 0-s és csupa 1-es cím(rész)eknek kitüntetett szerepük van: az előbbi jelentése “ez”, a csupa 1-es a szórásos (broadcast) cím. Így pl. a “0.0.0.0” a saját gépet, egy B osztályú címbe a hálózati cím helyére írt “0.0” a saját hálózatot, a helyi cím helyére írt “255.255” a hálózaton belül az összes végberendezést jelöli. A „255.255.255.255”-ös szórásos címet használják az ismeretlen című kiszolgálók (pl. DHCP kiszolgáló, mobil IP ügynökök) felkutatására, míg “127.0.0.0” cím a végberendezésen belüli hurkot jelöli, közvetlenül a fizikai interfész előtt.



4.11.6. ábra. IP címek struktúrája

Az IP címek lehetnek publikusak vagy magáncélúak. A publikus címek az Internet közösség által a bejegyzett hálózatokhoz rendelt állandó és ismert hálózati címek (melyeket az IANA jegyez be). Minden osztályban van magáncélra használható IP címtartomány (pl. 10.0.0.0/24, 192.168.0.0/16). Ezeket bármely hálózat szabadon használhatja, de csak a hálózaton belül a tulajdonképpeni

Interneten (hálózatok között) nem. Ebben az esetben a végberendezés magáncímét az átjárónak le kell képeznie egy, az adott hálózathoz tartozó publikus IP címre, s így továbbítani a csomagot az Internetre. Ezt hálózati címleképezésnek (Network Address Translation, rövidítve NAT) hívják.

A nagyobb hálózatokat általában alhálózatokra (röviden alhálókra) bontják, pl. egy nagyvállalat belsőhálóját telephelyek szerint (tipikusan az útvonalválasztás, forgalom optimalizálás és a könnyebb menedzselhetőség miatt). Mivel az IP v4 címtartomány korlátossága miatt pocsékolás lenne, hogy a kisebb méretű alhálóknak külön hálózati címük legyen, ezért a belsőháló helyi címtartományát tovább bontják, alhálócím és végberendezés cím részekre. Mivel ez a bontás az IP címből nem látszik (ellentétben pl. egy publikus IP cím osztályával), minden alhálóban egy helyi 32 bites alhálózati maszkot is terjesztenek, melyben az alhálózati címhez tartozó bitek helyén „1”, a végberendezés címhez tartozó bitek helyén „0” van. A hálózati és az alhálócímet együtt cím előtagnak (address prefix) is hívják.

A végberendezés az IP útválasztás részeként minden IP csomag küldésnél ráhúzza a maszkot a saját és a keresett kiszolgáló IP címére. Ha a két eredmény megegyezik, a kiszolgáló az alhálón belül van és az IP csomagot közvetlenül kell küldeni (a kiszolgáló LAN címére). Ha nem egyezik meg, akkor a keresett kiszolgáló az alhálón kívül van és a csomagot továbbítás céljából az alapértelmezésű átjárónak (default gateway) kell megküldeni (annak LAN címére).

Hasonló probléma jelentkezik a nagyméretű hálózatoknál. A B osztályú címek elhasználása miatt nagyobb hálózatok címigényét már csak több C osztályú címmel lehet kielégíteni. Ez az Internet gerinchálózaton az útválasztó táblák és útválasztó protokoll üzenetek (lásd később a 4.11.5. szakaszban) felesleges méretnövekedését okozta. Ezért a fenti cím maszkolásos megoldást használják a gerinchálózaton is címcsoportok képzésére. Ezt osztály nélküli tartományközi útválasztásnak hívják (Classless Inter-domain Routing, CIDR, lásd az RFC 1518-at és RFC 1520-at). Figyeljük meg, hogy míg az alháló-képzésnél a maszkot a hálózati címtartomány feldarabolására alkalmazzák kisebb alhálócím tartományokra, ezért az „1”-es bitek száma több mint az IP cím hálózati részének hossza, addig a CIDR-nél ellenkezőleg, a maszkot több hálózati cím összevonására használják egyetlen útválasztási címtartományba, ezért az „1”-es bitek száma kevesebb, mint a cím hálózati részének

hossza. Az ilyen módon összevont címtartományú belsőhálókat szuperhálónak (supernet) is hívják.

4.11.3. Az IP v6

Részben terjedelmi korlátok miatt, részben, mert a jelenlegi Interneten még nem használják, az IP protokoll 6. változatának csak két legfontosabb jellemzőjét emeljük ki. Az IP v6-ról bővebben szól a 3.7. alfejezet. A 32 bites IP v4 címtartománnyal szemben (amely minden átmeneti intézkedés, dinamikus címkiosztás és a hálócímek felbontása ellenére várhatóan néhány éven belül telítődik), az IP v6 címtartománya 128 bites és 3 beépített címzési formát támogat (unicast, multicast, anycast). Tartalmaz prioritás, valamint QoS folyam azonosító mezőket, kiküszöbölhetővé téve pl. az Intserv (lásd a 4.12. alfejezetet) legnagyobb hátrányát, a csomagonkénti osztályozást. Az IP v6 képes megakadályozni a közbenső tördelést és közvetlenül támogatja a jogosultság-ellenőrzést (authentication) és a csomagok titkosítását (encryption). Fejrésze egyszerűbb, minden mező 4 bit többszöröse, s külön nem védik ellenőrző összeggel. Az első fejrész csak a legszükségesebb információkat tartalmazza. Minden más, az útválasztást, tördelést és egyéb funkciókat érintő többletinformációt egy vagy több következő fejrész szállít. Mindez gyorsabb feldolgozhatóságot eredményez. Meg kell jegyezni, hogy az IP fejrész tartalmazza a protokoll változat azonosítóját, így az IP v4 és IP v6 – eltérő fejrészüik ellenére – egyidőben kezelhetők az Interneten (és bármilyen más IP alapú hálózaton).

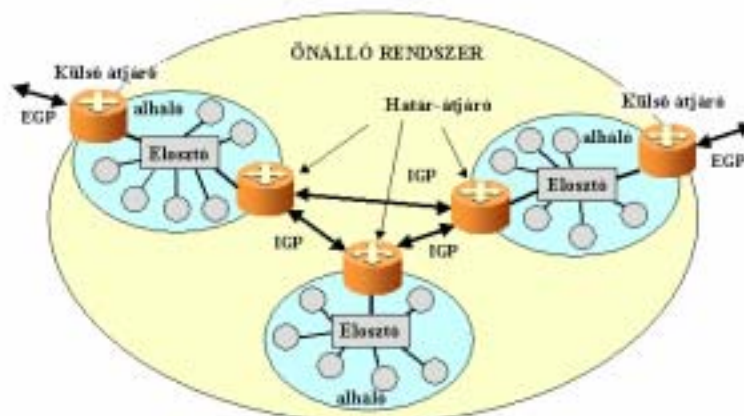
4.11.4. Útválasztás az Interneten

Az útválasztás az IP hálózatok egyik legfontosabb funkciója. Megtalálható mind a végberendezésekben (kliensek és kiszolgálók) mind a hálózati eszközökben (átjárók, útválasztók stb.). Itt röviden ki kell térnünk az átjárók és útválasztók megkülönböztetésére: az útválasztó funkció leegyszerűsítve egy IP szintű csomagkapcsolást jelent, mely az adott csomag továbbküldéséhez választja ki a megfelelő interfészt, míg az átjáró (gateway) azon hálózati funkciókat is magába foglalja, mely egy alháló (pl. LAN-t, melyeken belül már közvetlen küldés van) a külvilággal való összekötéséhez is szükség van. Vagyis az átjáró egy külön

funkciókkal is bíró útválasztó, ezért a későbbiekben, ha nem feltétlenül szükséges az átjáró funkciót kiemelni, az általánosabb útválasztó kifejezést használjuk.

Az útválasztó funkció két összetevőből áll: az útválasztási információk kezeléséből és azon következő csomópont (next hop) kiválasztásából, ahová a csomagot továbbítani kell. A végberendezésekben használt útválasztó alapfunkciót fent röviden említettük, ebben a bekezdésben a hálózati útválasztókról lesz szó. A következő csomópont kiválasztása az Interneten elég egyszerűen, a legjobb akarat elvén (best effort) történik. Ez azt jelenti, hogy az útválasztó minden bejövő csomagot az érkezés sorrendjében szolgál ki és az általa ismert optimális kimeneten küld tovább. Más szóval egyetlen minőségi (QoS) osztályt kezel. Ennek következménye, hogy a háló nem ad sem sávszélesség, sem késleltetés garanciát, csomagok elveszhetnek, sorrendjük egy adatfolyamon belül felcserélődhet vagy ugyanaz a csomag akár többszörösen is megérkezhet. Az IP réteg ezeket az eseteket nem oldja fel, azt a végberendezésekben lévő magasabb rétegekben kell kezelni.

Minden útválasztó saját útválasztó táblával rendelkezik, mely tartalmaz(hat) statikus és dinamikus bejegyzéseket. A dinamikus itt azt jelenti, hogy időről-időre, vagy ha a hálózaton változás történik (vonalkiesés, torlódás), az útválasztók saját útválasztó információikat (általuk ismert IP címek és a hozzájuk tartozó költség) elküldik minden szomszédos útválasztónak, vagyis terjesztik. Ez a terjesztés útválasztó protokollok segítségével történik. Útválasztási szempontból az Internet funkcionális felépítése a 4.11.7. ábrán látható.



4.11.7. ábra. A hálózat útválasztási struktúrája

Az IGP (Interior Gateway Protocol) és az EGP (Exterior Gateway Protocol) rövidítések az útválasztó protokoll Internet architektúrában betöltött szerepét jelöli, vagyis funkcionális megkülönböztetés. Ha egy EGP funkciókra tervezett útválasztó protokollt egy autonóm, önálló rendszeren (AS) belül használnak, akkor az IGP szerepet tölt be (fordítva nem igaz, IGP-nek tervezett protokollt nem lehet EGP funkcióban használni). Az Internet szempontjából az AS az azonos adminisztratív tartományba tartozó hálózatrész, vagyis pl. egy vállalati vagy intézményi hálózat (belsőháló) vagy egy ISP hálózata. Minden alhálónak (LAN-nak) legalább egy átjárója van, s az IGP (típusú) protokollt ezek között, vagyis az AS-en belüli útválasztásra alkalmazzák. Az EGP (típusú) protokollt az önálló rendszerek átjáróinak összekötésére, vagyis az Internet gerinchálózatán használják.

Habár sok IGP létezik, a legelterjedtebbek a RIP-2, IS-IS és OSPF protokollok. A RIP-2 (Routing Information Protocol version 2, RFC 1723) az első változat sok hibáját korigálta. Mivel a RIP-2 sem számít újnak (1994-ben fogadták el) a következőkben a különbségeket nem említjük, leírtak a RIP-2-re vonatkozóan. Az ismert címekhez tartozó költség egyszerűen a távolságvektor: az adott útválasztó melyik szomszédos útválasztón keresztül, hány csomópontnyi távolságra tudja a meghirdetett IP címtartományt. A közvetlenül csatlakozó hálózat vagy csomópont távolsága 1 és később ismertetett okokból a végtelen távolságban lévő (nem elérhető) hálózat távolsága 16. Minden útválasztó teljes útválasztási tábláját üzembe állásakor, adott időközönként (tipikusan 30 mp), kérésre vagy a tábla megváltozásakor (vonal kiesése, új információ a szomszédoktól) terjeszti. Minden útválasztó minden IP címtartományhoz a kapott táblákból kiválasztja a legkisebb költségű irányt (szomszédot) és az adott címtartományba eső minden csomagot ennek a szomszédjának továbbít. Ezt az egyszerűséget nagyobb konvergencia-idővel (időtartam, amely alatt egy változás után minden útválasztó stabil frissített útválasztó táblával rendelkezik), és hálózati méretkorláttal kell megfizetni. A problémát az un. végtelenbe számlálás jelensége okozza. A 4.11.8 ábrán bemutatott elrendezésnél a cél hálózat alháló előtagjához az egyes irányítóknak a 4.11.1. táblázatban bemutatott bejegyzések tartoznak. Figyeljük meg, hogy R1 és R2 kölcsönösen tartalmaznak bejegyzést egymásról. Ha a R3 kapcsolata megszakad a cél hálózattal (nézd a b) ábrát) szétküldi frissített tábláját, melyben a cél hálót R1 és R2-n keresztül 4 egységgel tünteti fel. R1 és R2 körülbelül egyidőben kapja az értesítést és egyidőben

küldik el frissített tábláikat, melyben a cél háló legkisebb költségű elérése egymáson keresztül vezet 3 - 3 egységgel, így hozzáadva az egymáshoz csatlakozás 1 egységét az új bejegyzések mindkét irányítóban 4 egységről szólnak majd, melyet terjesztenek. Így R1, R2 és R3 egyenként növelik a költséget, miközben azt hiszik, hogy egymáson keresztül elérik a célt, addig, amíg túl nem lépnek a R4-ben bejegyzett másik irány költségén és az válik a legkisebb költségűvé. Ekkor a cél háló költsége R2-ben 13 lesz, míg R1 és R3-ban 14 egységben stabilizálódik. Ha ez az irány nem létezne és a távolságvektor értékét nem maximálták volna, R1, R2 és R3 addig lépegetne, amíg számlálók túl nem csordulnak.

Bejegyzések az ... útirányítóban	Következő ugrás	Távolság	Státusz
R1	R3 R2 R4	2 3 14	választott útvonal
R2	R3 R1 R4	2 3 13	választott útvonal
R3	közvetlenül R2 R1	1 4 4	választott útvonal
R4	R2 Másik irány	3 12	választott útvonal

4.11.1. táblázat. Útirányító tábla bejegyzések a 4.11.8.a) ábrához

Ezt az instabilitást több módszerrel is igyekeztek feloldani. A megosztott horizont (split horizon) módszernél az útválasztó a megváltozott címre vonatkozó bejegyzést nem küldi vissza annak az útválasztónak, akitől a címre vonatkozó új információt kapta. A megosztott horizont ellenméreggel (split horizon with poison reverse) módszernél a megváltozott cím szerepel a visszaküldött táblában, de 16-os értékkel. Ez utóbbi előnye, hogy az egymáson keresztül hitt nem létező utakat mindkét útválasztó azonnal elérhetetlennek minősíti, megakadályozva a hurok kialakulását. Hátránya, hogy nagyobb táblák küldését követeli meg, ami kisebb kapacitású vonalakon érezhető terhelés-növekedést okozhat. A távolság-számláló (hop count) 16-ban történő maximálása miatt az ennél nagyobb távolságra lévő címeket az útválasztó már nem tudja optimális útvonalon megkülönböztetni. A RIP egyes esetekben könnyen torlódást okozhat, mert nem veszi figyelembe sem a vonalak, sem az útválasztók kapacitásait, így valósidejű IP forgalmat bonyolító hálózatokban nem, vagy csak kemény korlátokkal használható. Egyenletes kapacitás-eloszlású kisebb és közepes hálózatoknál azonban egyszerű és jól

működik. Meg kell említeni, hogy az IP v6 protokollhoz a RIPng változatot is (RFC 2080) kidolgozták, ezt azonban itt, mivel az IP v6 még nem terjedt el, nem részletezzük.

Nagyobb hálózatok kezelésére alkalmasabb az OSPF protokoll, mely a RIP-től eltérően vonalállapot-alapú. Az alapelv egyszerű, megvalósítása viszont általában meglehetősen bonyolult: minden útválasztó „hello” csomagokkal lekérdezi szomszédjai azonosítóit, melyekhez az adott vonal állapotát (sávszélesség, terheltség) tükröző költséget rendel. Az így összeállított vonalállapot csomagot (LSP, link state packet) egy elárasztásnak (flooding) nevezett technikával terjeszti a hálózat összes útválasztója felé (egy útválasztó, ha kap egy LSP-t, azt minden szomszédjának nyugtázott módon továbbküldi, kivéve azt, akitől kapta). Az LSP-k sorszámokkal vannak ellátva, így az újabb információ megkülönböztethető a régebbi, még „vándorló” információtól. Az útválasztók a vett LSP-ekből maguk számolják ki a hálózat topológiai táblázatát. Egy útválasztó LSP-t küld minden 30 percben, ha új szomszédot fedezett fel, ha a vonal valamelyik szomszédja felé üzemképtelenné vált vagy költsége megváltozott (pl. torlódás). Az OSPF további előnyei, hogy lehetővé teszi a forgalomelosztást több kimenő irány között és alkalmas több minőségi osztály kezelésére, külön költséget rendelve minden támogatott osztályhoz.

Az EGP-re példa az EGP (RFC 827, RFC 888, RFC 904) és a BGP-4 (Border Gateway Protocol version 4, RFC 1771). Az EGP, bár hivatalosan még létezik, mára de-facto idejélmúlt. Így alább a BGP-4 tulajdonságait foglaljuk össze.

A BGP legfontosabb jellemzői:

a.) Támogatja a 4.11.3. szakaszban leírt osztálynélküli tartományközi útválasztást (CIDR), vagyis minden terjesztett címhez csatolja annak hálózati cím maszkját is. Ezzel lehetővé teszi több hálózati cím egyetlen cím előtagként történő terjesztését, melyet a többi BGP kapu egyetlen cél-címként jegyez be.

b.) Távolságvektor alapú útválasztó protokoll, de a RIP-el ellentétben a költségben több tényezőt is figyelembe vesz, és ezek alapján határozza meg a legkisebb költségű utat. Lehetővé teszi a RIP-nél tapasztalt útválasztási hurok elkerülését.

c.) Támogatja útválasztási irányelvek (routing policy) alkalmazását. Habár ez a funkció nem része a protokollnak, hanem az útválasztó megvalósításának jellemzője, az RFC 1772 az irányelvek minimális készletét ajánlja, melyekkel az AS kezelője megadhatja, hogy egy AS mely belső hálózati címeket melyik másik AS számára hirdeti meg; mely más AS-ek számára vállal tranzitforgalmat. Minden külső AS-hez egy súlytényező rendelhető, melyet a határ-átjáró az útvonal költségével együtt

figyelembe vesz az optimális út meghatározásánál. A súlytényezőt végtelenbe állítva egyes AS-ek teljesen kizárhatók az útválasztásból.

A BGP három AS típust különböztet meg: a) vég (stub) AS, amely csak egyetlen más AS-hez csatlakozik; b) többkapcsolatú (multihomed) AS, amely több más AS-hez csatlakozik, de tranzitforgalmat nem bonyolít; c) tranzit (transit) AS amely több más AS-hez csatlakozik és tranzitforgalmat is bonyolít. Az AS típusát annak adminisztrátora az átjárókban rögzített irányelveken keresztül adja meg.

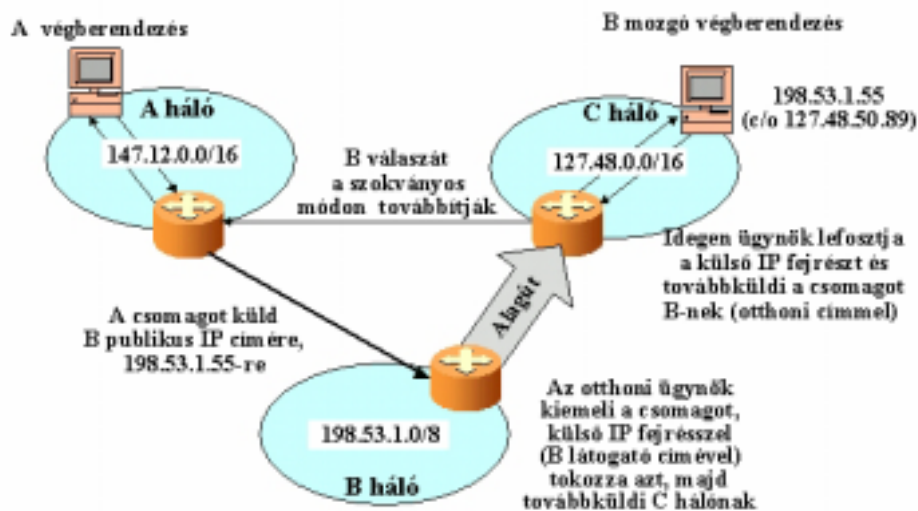
A BGP-4 protokoll a TCP 179-es kapuszámot használja. A BGP átjáró ezen a kapuszámon kezdeményez BGP kapcsolatot a szomszédjával. Mikor a TCP kapcsolat létrejött, a kezdeményező egy OPEN üzenettel küldi el azonosítóit (AS-szám és BGP azonosító), valamint megadja a tartási időzítő (hold timer, javasolt értéke 90 mp) értékét, valamint lehetőség van azonosság-ellenőrzésre (authentication) is. A szomszédok a kapcsolatot felügyelik, vagyis periodikusan BGP üzeneteket váltanak. Ha hosszabb ideig (tipikusan 30 mp-ig) nincs terjesztendő útválasztási információ, a BGP átjáró KEEPALIVE üzenettel jelzi szomszédja felé hibátlan működését. Az első KEEPALIVE üzenetet rögtön az OPEN-re adott válaszként kell küldeni. Ha a tartási időzítő valamelyik kapuban lejár, hibaüzenetet küld a szomszédjának, majd megszakítja a TCP kapcsolatot.

A szomszédok UPDATE üzenetekkel terjesztik irányítási információikat. Egy UPDATE üzenettel egyetlen cím előtag hirdethető meg és egy vagy több hálózati cím törölhető. A RIP-től eltérően azonban a BGP-4 nem csak meghirdetett alháló IP címét (előtagját) mondja meg, hanem a hozzá tartozó elérési útvonalat is. Ez nem csak az útvonal költségének kiszámítását teszi lehetővé, hanem elkerülhető a RIP-nél tapasztalt útválasztási hurok képződése és így a végtelenbe számolás jelensége sem fordul elő. A kapcsolat felvételekor minden hirdetni kívánt cím számára egy UPDATE üzenetet kell küldeni. Később csak frissítik a kapcsolat kezdetén szétküldött útválasztó információikat.

A BGP átjárók NOTIFICATION üzenettel értesítik egymást az előforduló rendellenességekről, mint pl. BGP üzenet fejrész hiba, OPEN üzenet hiba, UPDATE üzenet hiba, tartási időzítő kifutása stb.

4.11.5. Mozgó elérhetőség az Interneten

Eddig a hálózathoz egy adott ponton csatlakozó végberendezéseket feltételeztünk (jelen alfejezet szempontjából egy adott ISP-be időnként behívó végberendezést is „adott ponton csatlakozó”-nak tekintünk). A **Mobil IP** megoldás egy másik irányzatot képvisel. A „mobil” szó itt a telefóniában elterjedt értelmezéssel szemben szűkebb funkcionalitást, csak a végberendezés-mobilitást jelenti. (Ezért ezt nomád IP-nek, illetve nomaditásnak is hívják.) Vagyis azt, hogy a mozgó jellegű végberendezések, mint pl. a hordozható számítógépek, különböző helyeken kapcsolódva a hálózathoz elérhetőek maradjanak „otthoni” címükön is; ez bizonyos értelemben a jövő IP alapú mobil megoldásainak előfutára. A mobil IP-t az RFC 2002 és RFC 2003 írják le. Működését a 4.11.9 ábra szemlélteti.



4.11.9. ábra. A Mobil IP működése

Az architektúrának legalább egy új eleme van, az otthoni ügynök és természetesen a végberendezésnek is képesnek kell lennie mobil IP működésre. Az otthoni ügynök speciális ICMP üzenetekkel hirdeti magát az otthoni hálón, de a mobil végberendezés le is kérdezheti, hogy van-e otthoni ügynök az adott (al)hálón. Mikor megtalálja, feljegyzí annak IP címét. Amikor a végberendezés egy idegen (al)hálózathoz csatlakozik, először megpróbál egy idegen ügynököt találni, aki az idegen alhálón szintűgy ICMP üzenetekkel hirdeti magát. Ha talál ilyet, bejegyezteti magát és kér tőle egy látogató címet (care-of address), amely az idegen alháló egy publikus IP címe. Ezzel a látogató címmel a végberendezés - közvetlenül vagy az idegen ügynökön keresztül - bejegyezteti magát az otthoni ügynöknél, aki most már tudja,

hogy a számára érkező csomagokat hová irányítsa. Ha a mobil végberendezés számára IP csomag érkezik az otthoni címre, azt az otthoni ügynök elfogja és egy IP alagúton keresztül (lásd a 4.11.2. szakaszt), ahol a külső fejrészbe a saját és az idegen ügynök címeit teszi forrásként és célként, elküldi azt a végberendezésnek. Az alagút az idegen ügynöknél végződik, aki a külső IP fejrészt lefejt és most már az otthoni IP címmel küldi tovább a csomagot a mobil végberendezésnek. Az idegen ügynök használata azonban nem kötelező, az is elég, ha az idegen alhálón dinamikus címkiosztás (DHCP) van, és ennek van speciális, mobil IP-hez rendelt címtartománya. A fenti küldési eljárásban ekkor annyi változik, hogy az alagút nem az idegen ügynökben, hanem magában a végberendezésben végződik, vagyis a csomag az idegen alhálón is a látogató címmel utazik.

A mobil végberendezés a küldéshez saját otthoni IP címét használja forráscímként és az általa küldött csomag a címzetthez a rendes útválasztó eljárással jut el. Ha a mobil végberendezés visszatér az otthoni alhálóra, megszünteti regisztrációját az otthoni ügynöknél, és úgy működik tovább, mint a többi „egyszerű” végberendezés. Külön érdemes megemlíteni, hogy az IP v6 protokoll támogatja a mobilitást, vagyis a beépített cím autokonfigurálás és a szomszéd-feltárás (neighbour-discovery) miatt az idegen ügynökre egyáltalán nincs szükség.

Irodalomjegyzék

A 4.11. és 4.12. alfejezetek irodalomjegyzéke a 4.12. alfejezet végén található.

4.12. Valós idejű IP hálózatok

Szerző: dr. Réthy György

Lektor: dr. Henk Tamás

4.12.1. A továbbfejlesztés irányai

Mint a 4.11. alfejezetben láttuk, az Internetet műszakilag robusztus adatátviteli hálózatnak tervezték és gyakorlatilag máig megőrizte ezt a tulajdonságát. Ugyanakkor az Internet felhasználók számának és a használt sávszélesség rohamos növekedése felvetette, hogy hosszabb távon a hagyományos beszéd szolgáltatások nyújtása is olcsóbb lesz IP alapú hálózatokon (VoIP), mint a meglévő áramkörkapcsoltakon. Ennek minőségi követelményeit az ETSI TS 101 329-2 [4.12.38] szabványa határozza meg. Hasonló munka folyik az ITU-T-ben (Y.1541 tervezet) és az IETF-ben is (RFC 2330).

A TS 101 329-2 a 4.12.1 táblázatban bemutatott minőségi osztályokat és mutatókat (száj és fül között) írja elő, ahol az OTQR az Átlagos átviteli minőségi besorolás (Overall Transmission Quality Rating), melynek viszonyát az előfizetői megelégedettséggel az ITU-T G.109 ajánlása [4.12.48] adja meg. A 4.12.2 táblázat kivonat az ajánlásból.

A fenti követelményeknek a mai Internet nem képes megfelelni, hiszen nem is erre tervezték (Jelenleg még a legjobb akaratú osztály követelményei sem

	3 (Szélessávú)	2 (Kékesenysávú)			1 (legjobb akaratú)
		2H (magas)	2M (közepes)	2A (elfogadható)	
Viszonylagos beszédminőség (egyirányú, nem interaktív beszéd minősége)	Jobb, mint a G.711	Azonos vagy jobb, mint a G.726 32 kbit/s sebességen	Azonos vagy jobb, mint a GSM-FR	Meghatározatlan	Meghatározatlan
OTQR (R)	Meghatározatlan	> 80	> 70	> 50	> 50
Vég-vég késleltetés	< 100 ms	< 100 ms	< 150 ms	< 400 ms	< 400 ms

NOTE: Az "R" és késleltetés értékek a legjobb akaratú (best effort) osztállynál célértékek

4.12.1. táblázat Tiphon QoS osztályok és alapvető mutatóik

biztosítottak a háló bármely két végpontja között). Tehát műszaki fejlesztésekre van szükség. Ennek mikéntjére két irányzat tört utat magának. Az egyik azt mondja, hogy a sáv szélesség és az útválasztók sebességének növelésével a kívánt minőség elérhető. A másik álláspont szerint ez túl drága lenne, hiszen az Internet legdrágább része éppen a gerinchálózat és felesleges költség az adatforgalomnak - melyek a forgalom többségét teszi majd ki – valósidejű minőséget nyújtani, ráadásul a hálózatban mindig lesznek kisebb sáv szélességű helyi szakaszok, s nem megengedhető, hogy ezek felhasználói ne élvezhessék a szolgáltatást. Ez utóbbi megállapítás különösen igaz a mobilhálózatok rádiós hozzáférési hálózataira, még a 3. generációs mobilhálózatok esetében is.

A minőségi továbbfejlesztésnek két fő területe van: a telefon és multimédia hívások jelzeshátterének megteremtése és a felépült IP folyamatok valósidejű átvitelének biztosítása. Az előbbire példa az ITU-T H.323 ajánlás-családja és a BICC architektúra, valamint az IETF SIP/SDP protokolljai; az utóbbira az Intserv, Diffserv és az MPLS.

Átlagos átviteli minőségi besorolás	$90 \leq R < 100$	$80 \leq R < 90$	$70 \leq R < 80$	$60 \leq R < 70$	$50 \leq R < 60$
Előfizetői megelégedettség	Nagyon elégedett	Elégedett	Néhány felhasználó elégedetlen	Sok felhasználó elégedetlen	Majdnem minden felhasználó elégedetlen

4.12.2. táblázat. Az R faktor és az előfizetői elégedettség összefüggése

Alább külön-külön röviden ismertetjük ezen megoldásokat. Hangsúlyozni kell azonban, hogy az IntServ, a DiffServ és az MPLS nem zárják ki egymást. Mindegyiküknek vannak előnyei és hátrányai, ezért a vegyes megoldások elterjedése prognosztizálható (pl. IntServ+DiffServ, MPLS+DiffServ stb.)

4.12.2. Hívásvezérlési megoldások

Ma két fő megoldás elfogadott a VoIP és IP multimédia hívások jelzeshátterének ellátására: a H.323 és a SIP/SDP. Mivel a 3.5. alfejezet ezekkel részletesen foglalkozik, itt csak említést teszünk róluk.

A „**H.323**” megoldás névadója az ITU-T H.323 ajánlása, mely a rendszert funkcionálisan és alapvető működési szinten írja le, míg az alkalmazott protokollokat és kódolásokat más (a H.323-ban hivatkozott) ajánlások specifikálják. Támogatja az IP alapú multimédia hívások felépítését és bontását, az egyéni mobilitást (a

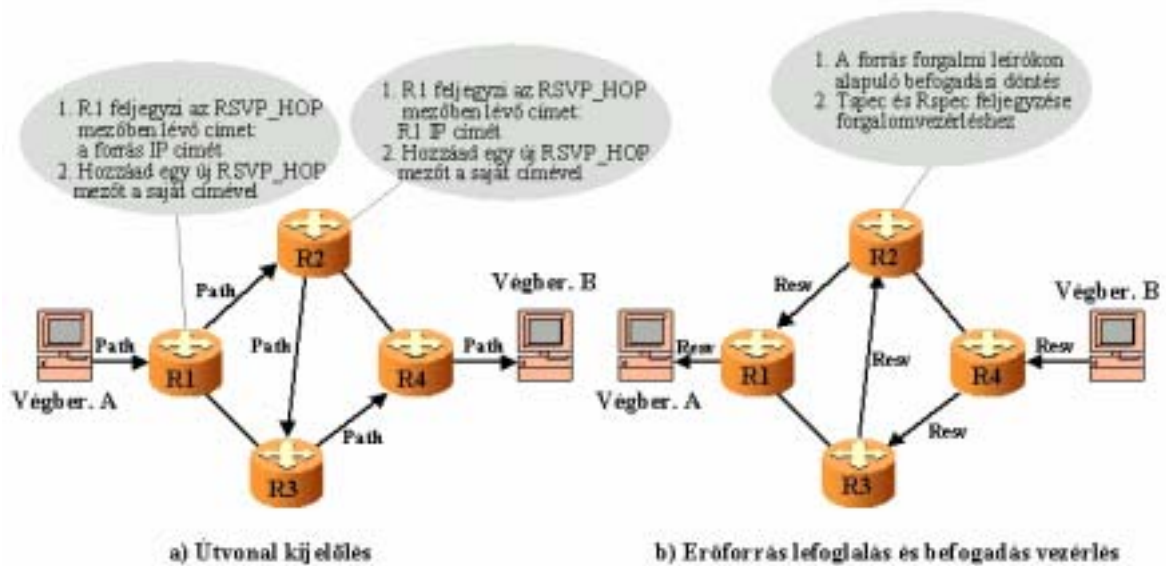
felhasználó tartózkodási helyét regisztráltatja a hálózatban és a számára érkező hívás az utolsó regisztrációs pontra követi) és számos, a PSTN/ISDN-ben megszokottal majdnem azonos többletszolgáltatást.

A H.323 alternatívája az IETF-ben specifikált **SIP/SDP** protokollok. A SIP (Session Initiation Protocol, RFC 2543) egy hívásvezérlési protokoll, funkciója két vagy többrésztvevős multimédia kapcsolatok felépítése, módosítása és bontása. A kapcsolat nem jelent feltétlenül beszéd vagy multimédia hívást, ez akár egy meghirdetett pont-többpont jellegű kapcsolathoz (pl. multimédia előadás) történő csatlakozás is lehet. A SIP szintén támogatja az egyéni mobilitást, de a támogatott néhány többletszolgáltatás (pl. hívószám kijelzés) általában nem kompatibilis a PSTN/ISDN szolgáltatásaival. A SIP-et és az SDP-t eredetileg az Internet igényeihez fejlesztették ki, de a 3GPP ezt a protokollt választotta a 3. generációs mobil hálózatok IP multimédia alrendszerének jelzésrendszeréül.

4.12.3. Integrált szolgáltatások

Az **IntServ** (IS – Integrated Services, RFC 1633, RFC 1727, RFC 2210) azon a felismerésen alapul, hogy a valós idejű forgalmat az adatforgalomtól elkülönítetten kell kezelni, előre lefoglalva a számára szükséges erőforrásokat, hogy a minőségi követelmények teljesíthetők legyenek. Az IntServ-nek három fő eleme van: a befogadás-engedélyezés (admission control), erőforrás-lefoglalás (resource reservation) és a forgalomvezérlés (traffic control). Az erőforrás-lefoglalás és a befogadás-engedélyezés egyszerre történik ugyan, a tényleges információátvitel előtt, de két különböző eljárásról van szó. Míg az erőforrás-lefoglalás a kért sávszélesség és QoS paramétereket szállítja a hálózat elemei között és kijelöli az útvonalat a háló hosszában, a befogadás-engedélyezés minden útválasztóban függetlenül működik, és arról dönt, hogy az új erőforrás-igény biztosítható-e a már meglévő forgalom minőségének garantálása mellett. A forgalomvezérlés pedig a tényleges információátvitel során ellenőrzi és kikényszeríti (policing) a lefoglaláskor megadott forgalmi paraméterek betartását. Az erőforrás-lefoglalásra az RSVP protokollt (RFC 2205) használják. Az IntServ a következőképpen működik.

Az RSVP eljárást a forrás kezdeményezi egy Útvonal (Path) üzenettel (4.12.1. ábra), amely erőforrást még nem foglal le, de fixen kijelöli az RSVP üzenetek és az



4.12.1. ábra. Az RSVP működése

adatcsomagok útját és szállítja a forrás forgalomleíróit. Az RSVP üzeneteket az adatforgalom ideje alatt is rendszeresen kell küldeni. Ez lehetővé teszi az útvonal megváltoztatását a kapcsolat közben, ha pl. hálózati okból a minőség a kijelölt útvonalon nem biztosítható tovább. A szükséges erőforrásról a cél végberendezés (destination host) a forrás forgalomleírói és saját képességei szerint dönt, majd a kijelölt útvonalon elküldi a Foglалás (Resv) üzenetet, benne a hálózattól kért sáv szélesség és QoS információkkal. Minden útválasztó függetlenül dönt az új igény befogadásáról vagy elutasításáról. Befogadás esetén feljegyzi a kért sáv szélesség (Tspec) és QoS értékeket (Rspec) - melyeket a forgalomvezérlésnél használ majd –, valamint a forrás és cél IP címeit és portszámait (filterspec), melyek alapján a lefoglalással rendelkező csomagokat felismerheti, és egy belső QoS azonosítót rendel a folyamhoz. Ha a befogadás sikertelen, Foglалási Hiba (ResvErr) üzenettel elutasítja a kísérletet (amely kisebb sáv szélességgel újra megpróbálható).

Minden IP adatcsomag érkezésénél először az osztályozó (classifier) lép működésbe és a filterspec alapján megállapítja, van-e az adott forrásnak foglalása. Ha igen, a csomagot az időzítő (scheduler) kapja meg, amely végrehajtja a forgalomellenőrzést és kikényszerítést. Ennek mechanizmusa az ATM-nél – egyszerűsége miatt - már jól bevált lyukas vödör (leaky bucket) eljárás adaptálása változó csomagméretű forgalomhoz „token bucket filter” néven. Ennek megfelelően a forgalomleírók: az átlagos bitsebesség, a maximális csomósodásméret (burst) méret, a maximális és a minimális csomagméretek. A csomag mérete lehet a minimálisnál

kisebb, de a forgalomellenőrzésnél ezeket a csomagokat is a minimális mérettel veszik figyelembe (vagyis ekkor a garantált sávszélesség csökken).

Jelenleg az IntServ két forgami osztályt definiál: az Ellenőrzött terhelésű szolgáltatást (Controlled load service), amely az adott sávszélesség garancia mellett alapján a kisterhelésű hálózatnak megfelelő késleltetést biztosítja és a Garantált szolgáltatást (Guaranteed Service), amely a késleltetés értékét maximálja. Ezekről részletesebben a 3.7.5. szakasz szól.

Az IntServ egyik legnagyobb hátránya, hogy minden egyes csomagnál meg kell vizsgálni annak státuszát: a forrás IP cím, forrás portszám, cél IP cím, cél portszám alapján a csomag prioritizált-e vagy sem. Ennek egyrészt nagy forgalmú gerinchálózatokban jelentős szoftver, processzor és memóriaigénye van, ami drágítja az eszközöket, másrészt az okozott késleltetés miatt önmagában minőségcsökkentő lehet. Ezen kívül a foglalás megújítás is generál némi pótlólagos forgalmat.

4.12.4. Differenciált szolgáltatások

A **DiffServ** (DS – Differentiated Services, RFC 2475) megoldás az Intserv fenti hátrányának kiküszöbölésére törekszik. A DiffServ-nek két fő komponense van:

- a.) csomagok minőségi osztályokba sorolása és ennek megfelelő megjelölése,
- b.) az útválasztók (külső) viselkedése, azaz az éppen feldolgozott csomag minőségi kategóriája függvényében az adott továbbítási minőségi jellemzőketartása.

A DiffServ az IP v4 fejrészben meglévő, de legtöbbször nem használt ToS (Type of Service) mező kódolását DS mező néven újradefiniálja: 4 minőségi osztályban összesen 15 kategóriát határoztak meg. Minden kategória rendelkezik egy előírt DS kódponnal (DSCP, DS codepoint, a ToS bájt első hat bitje – a fennmaradó két bit továbbra sem használt).

A definiált osztályok a következők: az alapértelmezésű osztály megfelel az Internet legjobb akaratú (best effort) szolgáltatásának. Mivel az IP v4 fejrész ToS bájtjának első három bitje elsőbbségi kategóriákat definiált, a kompatibilitás megőrzése miatt a DS ezt a három bitet nem használja, pontosabban a hagyományos módon használja. Ezek összessége egy „osztályválasztó” (class selector) osztályt alkot (RFC 2474). Az első ténylegesen is új DiffServ osztály a válogatott adatforgalom számára specifikált Biztosított továbbítású osztály (AF,

Assured Forwarding, RFC 2597). Ezen belül négy QoS alosztályt (AF1...AF4) definiáltak, melyek mindegyikéhez különböző bufferméretet és sávszélességet rendelhet a háló üzemeltetője. Minden alosztályon belül három veszteségi kategória van, s ha egy adott alosztályon belül torlódás lép fel, az útválasztó először az alosztályon belüli alacsonyabb veszteségi kategóriával rendelkező csomagokat törli. Így az AF_xy osztály összesen 12 kódpontot használ fel. Fontos megjegyezni, hogy a négy alosztály egymástól teljesen független, az egyikben fellépő torlódás nem terjedhet át a többire. A valósidejű forgalom számára definiálták az Akadálytalan továbbítású osztályt (EF, Expedited Forwarding, RFC 2598), amit kisveszteségű, kiskésleltetésű és kis késleltetés-ingadozású (jitter) osztályként deklaráltak.

A Diffserv másik lényeges eleme, hogy a DS képességű útválasztóknak biztosítaniuk kell a QoS osztályokból eredő továbbítási jellemzőket, mint a késleltetés, csomagvesztés stb. Ezeket a jellemzőket azonban nem az egyes folyamatokra, hanem az egyazon kategóriába tartozó (egyazon DSCP-jű) csomagok összességére garantálják, melyeket viselkedési csoportoknak (BA – behaviour aggregate) hívnak. Minden BA-hoz egy definiált viselkedésmód tartozik (PHB – per hop behaviour), amely megadja a csomagok kezelésének módját a továbbítás során. Az EF osztályú forgalom például abszolút elsőbbséget élvez minden más osztállyal szemben, ha ilyen csomag érkezik, az távozik elsőként az útválasztóból. Mivel abszolút QoS paramétereket (garantált sávszélesség, veszteség, késleltetés és jitter) nem definiáltak, valójában lehetetlen gyártó-független módon adott minőségi paramétereket garantáló hálózatokat tervezni. A DiffServ egyik lényeges vonatkozása, hogy egy útválasztón belül milyen mechanizmusokkal lehet az elvárt PHB követelményeket teljesíteni. Erről részletesebben a 3.7.6 alfejezet szól.

A DiffServ további hátránya, hogy nem definiál forrás-leírókat és csoportos kényszerítést (policing) alkalmaz; vagyis ha az egyik felhasználó túllépi a forgalmi szerződésben megadott határértéket (SLA-ról lásd a 3.7. alfejezetben), a háló nem csak azt bünteti, aki a túllépést elkövette, hanem az összes többi felhasználót is.

Az Intserv és a Diffserv előnyeit-hátrányait a 4.12.3. táblázat foglalja össze. Alapvetően mindkét megoldásnál igaz, hogy minden eszköznek rendelkeznie kell IntServ vagy DiffServ képességekkel. Ugyanakkor, míg az IntServ alkalmazásához legalább egy IS képességű útvonalnak kell lennie a hálózaton keresztül, a DiffServ használható akkor is, ha csak a hálózati eszközök egy része támogatja (de ekkor a vég-vég minőség nem garantálható).

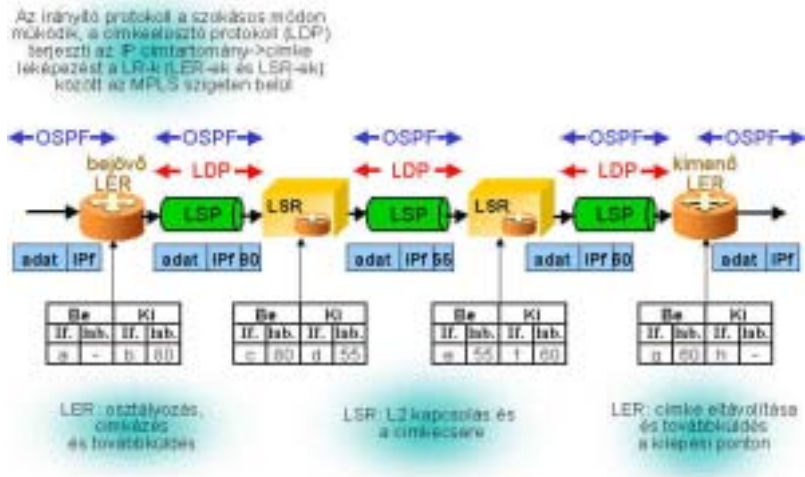
Az IntServ és a DiffServ nem zárják ki egymást, ellenkezőleg, együttes alkalmazásuk vezethet optimális eredményre. Ennek leírása megtalálható az RFC 2998-ban.

4.12.5. A Többprotokollos címkekapcsolás

A Többprotokollos címkekapcsolást (MPLS, Multiprotocol Label Switching) elsősorban az IP VPN szolgáltatáshoz fejlesztették ki, de emellett jól alkalmazható szolgáltatásminőség ellátására is. Egyrészt, mert gyorsabb kapcsolást tesz lehetővé, másrészt, mert az osztályozást csak egyszer végzi el, nem minden útválasztóban. Lényege, hogy a kapcsolat nem az IP fejrész alapján történik, hanem a csomaghoz ragasztott fix hosszúságú címke szerint (nézd a 4.12.2. ábrát). Ezért az MPLS hálórész nem keverhető más IP hálórészekkel, hanem egy zárt „felhő” alkot. A felhőn belül lévő MPLS eszközök a címkekapcsoló útválasztók (LSR – label switch router); a felhő szélein (az éleken) lévő útválasztók (melyek érintkeznek a külvilággal) funkciója eltér a belül lévőkétől, ezért ezeket él címke-útválasztóknak (LER – label edge router) fogjuk hívni. Amikor ilyen funkcionális megkülönböztetést nem akarunk tenni, az MPLS képességű eszközöket „LR”-ként jelöljük. Az LR-ek közötti átviteli utat, melyen a kapcsolat a címke szerint történik címkekapcsolt útnak

	Előnyök	Hátrányok
IntServ	explicit befogadás-engedélyezés, sávszélesség garancia, forrás forgalma definiált, forrásonkénti kényszerítés funkció, meghatározott útvonal	nincs explicit QoS jelölés, nagy processzor és memóriaigény, egyetlen QoS osztály folyamanként, puha foglalás (meg kell újítani)
DiffServ	explicit QoS jelölés a fejrészben, definiált QoS osztályok, útválasztók viselkedése definiált, csomagonkénti QoS (egy folyamaban különböző QoS alfolyamok lehetnek)	nincs befogadás-engedélyezés, torlódás lehetséges (garancia nem teljesül), viselkedési csoportonkénti kényszerítés funkció forgalomformázás viselkedési csoportra, nincs forrás-forgalom leíró

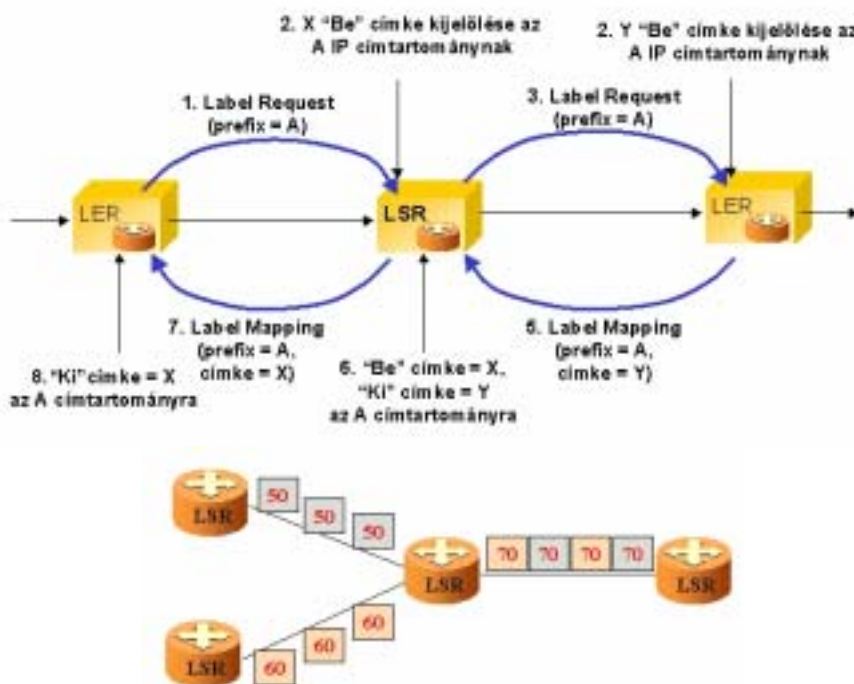
4.12.3. táblázat. Az Intserv és a Diffserv összehasonlítása



4.12.2. ábra. Az MPLS működése

(LSP, Label Switched Path) hívjuk. Az MPLS a vezérlő és a továbbító funkciókból áll össze.

A vezérlő funkció ugyanolyan IP irányító protokollt (IGP vagy EGP) tartalmaz, mint nem-MPLS esetben, de minden LR pár között vele összhangban és párhuzamosan egy címkeosztó protokoll (LDP, Label Distribution Protocol, RFC 3036) is működik (4.12.2. ábra). Az IGP segítségével - a 4.11. alfejezetben leírt módon - minden LR-ben ugyanolyan IP útválasztó táblák állnak össze, mint a nem-MPLS útválasztókban: a bejegyzett címtartományokat kell leképezni címkekre,



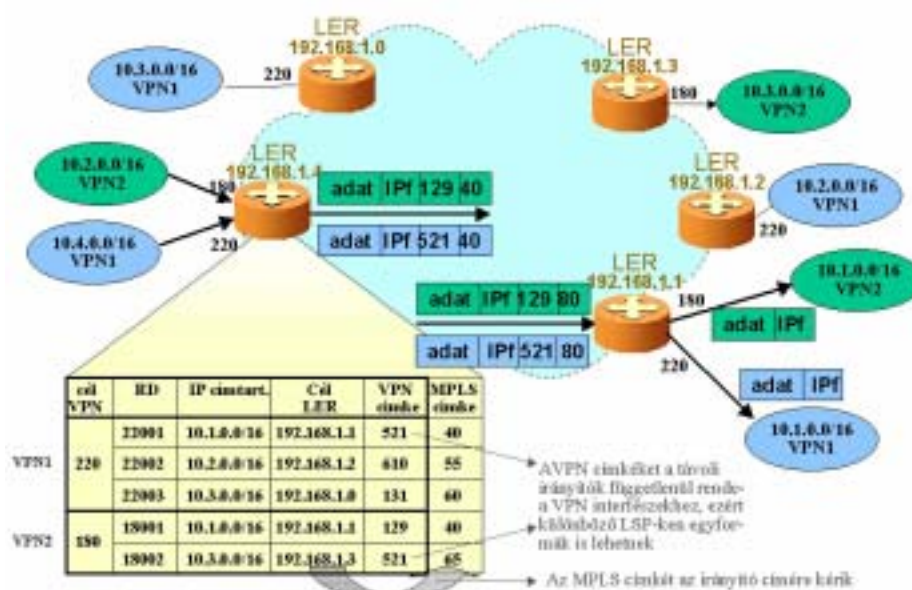
4.12.3. ábra. Sorrendmódú LDP címkesztosztás folyamata

melyek alapján majd a tényleges kapcsolás történik. Az eljárás egyszerűsített leírása a következő: a bejövő LER minden IP címtartományra kiküld egy LDP Címkekérés (Label Request) üzenetet a következő LR-nek, amely az adott (neki bejövő oldali) interfészhez és címtartományhoz egy szabad címkét rendel. Ezt független üzemmódnál (independent mode) egy Címkeleképezés (label mapping) üzenetben azonnal visszaküldi a kérőnek, sorrendbeni üzemmódnál (ordered mode) megvárja, amíg az adott IP címtartományhoz ő is visszakap egy kimenő címkét (lásd a 4.12.3. ábrát) a reá következő LR-től (kivéve persze a kimenő LER-t, hiszen nincs reá következő LR). Ily módon az IP címtartományt használva kapocsként az általa hozzárendelt és a következő LR-től kapott bejövő és kimenő oldali címkékből és interfészekből minden LR összeállít egy címketovábbítási adatbázis (LFIB – label forwarding information base).

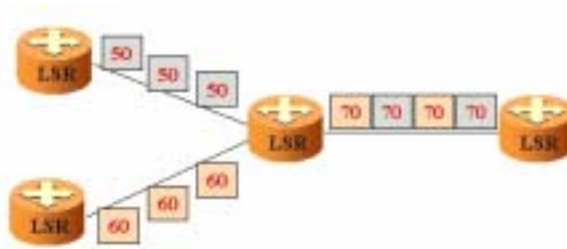
A továbbító funkció a következőképpen működik: a bejövő LER az IP csomagokat osztályozza (lásd DiffServ, IntServ) és megállapítja a kimenő interfészt és címkét. A címkét csomag elejére ragasztja és továbbítja azt. Az LSR az LFIB alapján kicseréli a címkét a kimenő oldalra, és a QoS követelmények figyelembe vételével továbbítja a csomagot a megfelelő kimenő interfészen. A kimenő LER pedig eltávolítja a címkét, és a QoS követelmények és az IP cím szerint továbbküldi a csomagot a megfelelő kimenő interfészen.

Az MPLS működése némileg eltér a fent leírt alapfunkciótól, amennyiben IP VPN-re használják. Ekkor ugyanis az egyes VPN-ek magáncélú IP címtartományokat is használhatnak, melyek két VPN között átfedhetik egymást. Ezen kívül az adatbiztonság garantálása is kiemelt feladat. Alább az IP VPN egy megvalósítási módját írjuk le (RFC 2547), mely nem zár ki más megoldásokat (pl. RFC 2917). IP VPN-nél a szolgáltató minden VPN-t egyedi cél VPN azonosítóval lát el. Ezen kívül a VPN minden interfészéhez, ahol a szolgáltató IP/MPLS hálózatához csatlakozik, egy-egy útazonosítót (RD – route distinguisher) is rendelnek. Minden cél VPN azonosítónak és útazonosítónak egyedinek kell lennie az MPLS felhőn belül, akkor is, ha a több szolgáltató területére terjed ki. Az MPLS felhőn belül az útválasztó protokoll nem a csatlakozó alháló címét terjeszti (hiszen a különböző VPN-ekben azok átfedhetik egymást), hanem egy VPN-IP címet, mely az útazonosító és az alhálócím együttese. Egy VPN-hez (annak minden csatlakozási pontjához) akár egyetlen útazonosító is rendelhető lenne, hiszen egy belsőhálóban az alháló-

címtartományok normális esetben nem fedik át egymást. Ugyanakkor az Intranet és a VPN szolgáltatást nyújtó MPLS háló külön adminisztratív tartományba tartoznak és a szolgáltató hálózatát az interfészenként eltérő RD érték védi a belsőháló címkiosztásában bekövetkező esetleges hibáktól. Az útzonosító szintén használható több útvonal kijelölésére egyetlen alhálózathoz. A 4.12.4. ábrán látható módon minden LER-ben minden VPN interfészhez, mely lehet egy fizikai interfész, de lehet virtuális is, pl. egy ATM VCs, külön útválasztó tábla tartozik, melybe statikusan vagy dinamikusan jegyzi be a csatlakozó alháló IP címtartományát és hozzárendel egy VPN címkét (más, mint az MPLS címke!). A statikus bejegyzést a VPN szolgáltatója végzi az ügyféltől kapott információk szerint, a dinamikusan a LER az interfészen ugyanazt az útválasztó protokoll futtatja, mint amit az alhálóban használnak és a címe(ke)t a LER önmaga fedezi fel. Az IGP-k alkalmatlanok a VPN-MPLS útválasztási követelményeinek ellátására, mert egyetlen táblát terjesztenek, és nem támogatják a speciális VPN azonosítókat. Ezért a VPN táblákat EGP protokollal (lásd a 4.11. alfejezetet) terjesztik, mint amilyen pl. a többprotokollos BGP-4. A BGP segítségével minden LER közli a nála bejegyzett VPN címtartományokat, a hozzá tartozó RD, VPN azonosító és VPN címke paraméterekkel és a saját címével együtt. Ezeket az adatokat azok a LER-ek, melyeknek van az adott VPN-t kiszolgáló interfészük, feljegyzik az adott VPN-hez tartozó útválasztó táblába, melyeknek nincsen, figyelmen kívül hagyják. Ez után a LER-ek a VPN-ek útválasztó tábláiban lévő többi LER címre (nem a rajtuk keresztül



4.12.4. ábra. MPLS VPN útválasztás



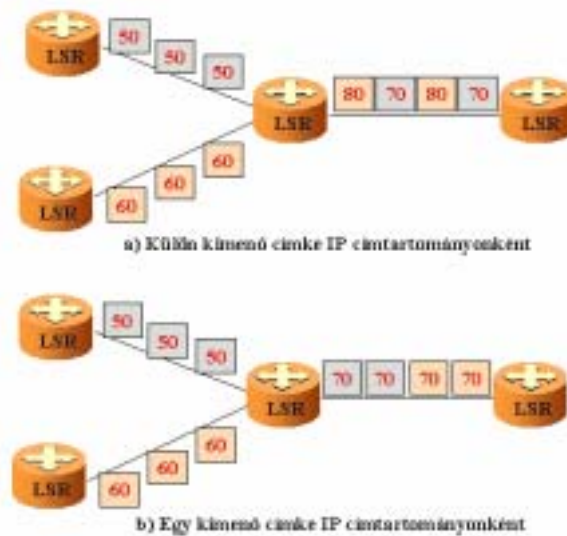
4.12.5. ábra. ATM multiplexelési probléma

elérhető címtartományokra!) kérnek MPLS címkét az LDP segítségével. Egy VPN-ből érkező csomaghoz a LER két címkét ragaszt. Először a cél VPN címhez tartozó VPN címkét, melyet az adott kimenő LER-től kapott. Majd kívülről a kimenő LER címéhez tartozó MPLS címkét, amely alapján az LSR-ek a csomagot kapcsolják. Megérkezvén a kimenő LER-hez, az a saját címéhez tartozó címkéből tudja, hogy VPN csomagról van szó, a belső VPN címke alapján pedig azonosítja, hogy a csomagot melyik VPN interfészre kell küldenie.

Az MPLS különösen jól használható ATM gerinchálózat felett. Ekkor ugyanis az MPLS szigeten belül a kapcsolás teljesen az ATM szinten történik, útválasztó funkciók csak az útvonal-kijelöléséhez szükségesek. Az IP QoS osztályok leképezhetők ATM forgalmi osztályokra és az LSP-k ennek megfelelő ATM virtuális csatornák (VC-k) lesznek. Ebben az esetben az MPLS forgalom tulajdonképpen csak az útvonal-kijelölés módjában különbözik a többi ATM forgalomtól, ami nagyon rugalmas IP/ATM integrált hálózati architektúrát eredményez. A címke maga az ATM VC azonosító. ATM MPLS esetben a belépő LER az IP csomagokat az 5-ös típusú ATM illesztőréteg (AAL5, ATM Adaptation Layer Type 5) PDU-jába illeszti, majd ATM cellákra tördeli, melyeket az ATM hálózat a kijelölt útvonalon juttat el a kilépő LER-hez. A kilépő LER visszaállítja az IP csomagot, majd az IP hálózaton továbbítja azt. Míg a nem-ATM alapú MPLS-nél IP címtartományonként elegendő volt egyetlen címke, ATM esetében a multiplexelés bonyolultabb. Egyetlen kimenő címke esetén ugyanis a különböző előző LSR-ektől érkező, de egyazon IP címtartomány felé menő csomagok a 4.12.5. ábrán látható módon összefésülődnének. Mivel az AAL5 protokoll nem támogatja a multiplexelést, ezért a LER-ben mindkét csomag bithiba miatt törődne. Két megoldást használnak:

- 1.) Egy adott IP címtartományhoz az LSR külön kimenő címkét kér minden bejövő interfészhez. Mivel a címkék eltérő ATM VC-eket azonosítanak az ATM cellák nem fésülődnek össze (4.12.6.a ábra);

2.) Az LSR mindkét bejövő interfészen összegyűjti az azonos AAL5 kerethez tartozó cellákat és az AAL5 kereteket multiplexeli egyetlen kimenő címkével (4.12.6.b ábra).



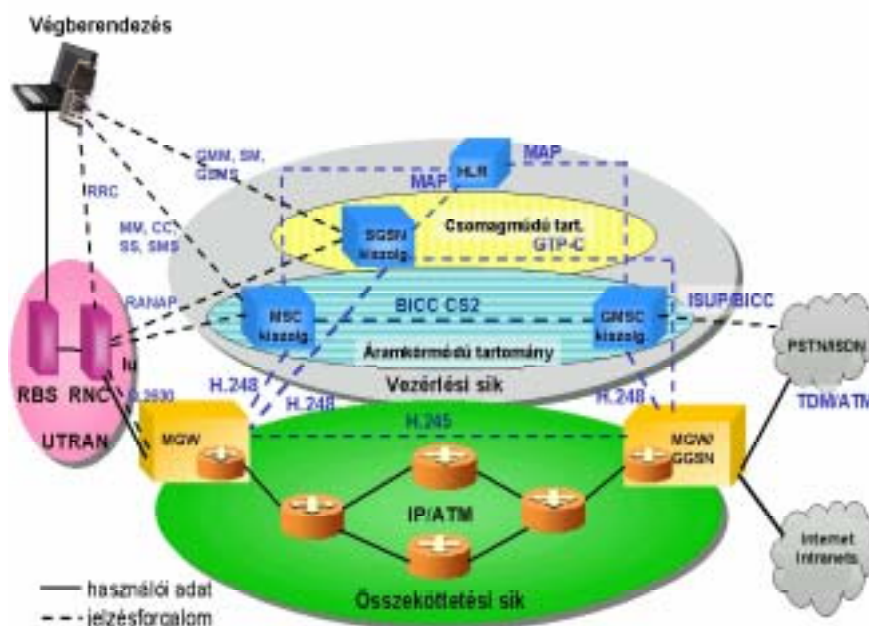
4.12.6. ábra. ATM multiplexelési probléma megoldásai

4.12.6. Integráció 3-ik generációs mobil hálózatokban

Jelenleg az Internetet csaknem teljes egészében vezetékies módon csatlakozó felhasználók használják. Az előrejelzések azonban az IP komoly előretörését jósolják mobil hálózatokban. Ehhez a GPRS, de különösen a néhány éven belül terjedésnek induló 3. generációs mobil (3G) rendszerek, mint amilyen az UMTS (Universal Mobile Telecommunication System, az IMT-2000 család európai tagja), elegendő sávszélességet nyújtanak majd. Gazdasági okok miatt az UMTS fokozatosan és a legtöbb esetben csak a jelenlegi GSM és GPRS rendszerekkel integrálódva terjedhet el. Az integráció műszaki megoldása a hordozófüggetlen hívásvezérlési architektúra.

A hordozófüggetlen hívásvezérlési (**BICC** – Bearer independent call control) architektúrát az ITU-ban szabványosították, elsősorban arra a célra, hogy a meglévő PSTN/ISDN és GSM szolgáltatásokat a jelenlegi TDM gerinchálózatról egységes ATM/IP gerinchálózatra lehessen áttenni, integrálva az IP alapú szolgáltatásokkal. Nem szabad elfelejteni, hogy sem a H.323, sem a SIP/SDP nem támogatják az ISDN/GSM hálózatok jelenlegi szolgáltatáskészletét, míg a BICC nem támogatja a valódi multimédia hívásokat. Így a BICC nem alternatívája, hanem kiegészítője a

fenti kettőnek, a VoIP szolgáltatások mellé egyetlen közös IP gerinchálózatra integrálva a „hagyományos” szolgáltatásokat is. Alkalmazását 3G hálózatokban a 4.12.7 ábra mutatja be. A BICC lényege, hogy a hívásvezérlés jelzésfolyamatait és a híváshoz tartozó előfizetői csatorna kezelésének jelzésfolyamatait különválasztja (a hívási és a hordozóvezérlési síkokra), csakúgy, mint a H.323 rendszer. A meglévő áramkörkapcsolt központok csak kiszolgálóként működnek (ezért „telephony server”-ként is emlegetik őket) és csak vezérlik a hívások felépítését és bontását, de nem kapcsolják a hozzájuk tartozó forgalmat. A központok feladata a tényleges forgalmat bonyolító közegátjárók (MGW, Media Gateway) vezérlése a MEGACO/H.248 protokollal. Az MGW-k lehetnek ATM kapcsolók vagy IP útválasztók és a híváshoz kapcsolódó előfizetői forgalom csatornáit vagy folyamait (melyeket együttesen hordozónak hívnak) kezelik. A hordozóvezérlés bármilyen alkalmas protokollal történhet (pl. UNI, B-ISUP, SIP/SDP). Erre vonatkozólag a BICC nem tesz különösebb megkövetést, mindössze annyit, hogy képesnek kell lennie a hívást a hordozóval összekapcsoló azonosító szállítására. A BICC lényege a hívásvezérlési síkon van, mivel a BICC protokoll nem más, mint egy kiegészített ISUP, melyet a PSTN/ISDN és GSM hálózatokban ma is használnak. A hozzáadott speciálisan BICC információk jó része egy a korábbi ISUP számára transzparens konténerbe került, minimalizálva a meglévő központ-szoftverekben szükséges módosításokat.

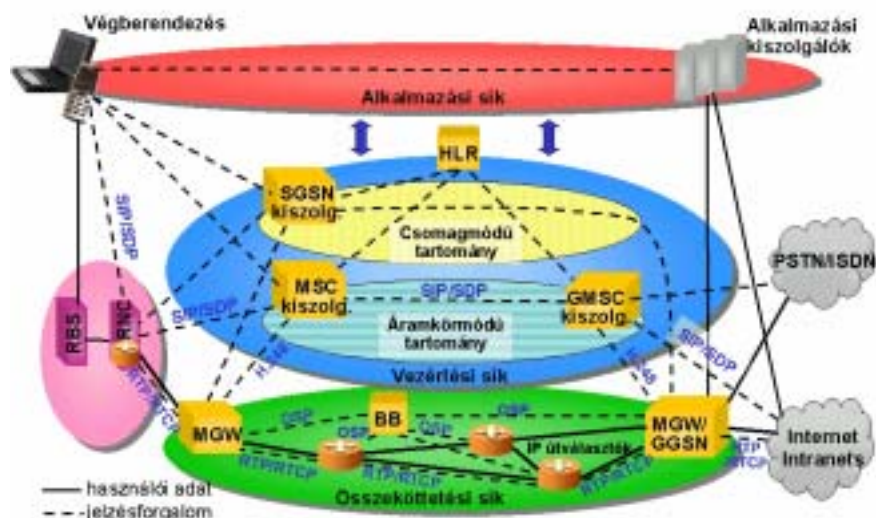


4.12.7. ábra. BICC architektúra 3G mobil hálózatokban

A mobil IP kommunikáció jövőjét a 3G mobil hálózatok (lásd 4.9.3. szakasz) jelentik. Jelen könyv írásakor Japánban már üzemel az első kereskedelmi jellegű 3G hálózat (korlátozott előfizetőszámmal) és Európában több UMTS próbaüzem is folyamatban van. Az UMTS alapvetően új eleme az ATM alapú működő rádiós hozzáférési hálózat (UTRAN, UMTS Terrestrial Radio Access Network), melynek a jelen alfejezet szempontjából legfontosabb tulajdonsága, hogy a rádiós interfészen mind a hagyományos, mind a többszörös hozzáférésű csomagmódú csatornákat támogatja. Ezzel nem csak a mai GSM és ISDN szolgálatok átvitelére alkalmas, de közvetlen IP kommunikációra is 2 Mbit/s sebességhatárig, amely jóval nagyobb a jelenlegi közcélú mobil hálózatok által elért sebességnél. A jelenlegi 3G maghálózat két különálló tartománnyal rendelkezik: az áramkörmódú (CS) és a csomagmódú (PS) tartományok lényegében megegyeznek a GSM és a GPRS (részletesebben lásd a 4.9. alfejezetet) maghálózataival, kiegészítve az UTRAN csatlakoztatásához szükséges ATM interfésszel és protokollokkal. Lényeges elem, hogy a jelenlegi fázisban csomagmódú tartomány csak az IP adatátvitelt támogatja, a valós idejű információátvitelt nem.

A 4.12.7. ábrán látható módon az MGW és vezérlési sík eszközei különböző interfészekon kapcsolódnak az UTRAN-hoz. Míg az MSC és az SGSN kiszolgálók (lásd a 4.9. alfejezetet) a meglévő interfészekon a szabványos rádiós hozzáférési jelzésprotokollal (RANAP) vezérlik az UTRAN funkciókat, addig az MGW ATM trónkökkel és az AAL2 összeköttetések felépítéséhez és bontásához használt AAL2 jelzésrendszerrel (Q.2630), egy másik interfészen csatlakozik. A meglévő mobilközpontok a jelenlegi GSM/GPRS forgalom ellátása mellett ellátják a 3. generációs forgalom jelzési funkcióit, mint pl. az előfizetők azonosság-ellenőrzését, a rádiós erőforrások elosztását az előfizetők között, hívások felépítését, bontását, SMS küldést és vételt, külső IP hálózathoz kapcsolódást stb., míg a beszéd- és áramkörmódú adatforgalom az IP forgalommal közös, integrált ATM/IP transzport hálózatot használ. A rendszer által nyújtott szolgáltatáskészlet teljes egészében megfelel a megszokott GSM/ISDN és GPRS képességeknek és a BICC és H.248 protokollokon kívül a megszokott GSM/GPRS 3. rétegbeli protokollokat használja az UMTS számára némileg bővített formában. A BICC 1-es képességekészletéről részletesebb leírás [4.12.42] ad, [4.12.43] a CS2 tulajdonságait is összefoglalja.

Vélhetően idővel a 3G hálózatokban is meghatározó lesz az IP forgalom aránya. Ezért már most elkezdődött a teljesen IP alapú 3G rendszerek kutatása, fejlesztése és szabványosítása. Ennek egy lehetséges architektúráját a 4.12.8. ábra mutatja be. Feltűnő a hasonlóság a BICC-el, pedig az architektúrabeli egyezések ellenére a két megoldás között fontos különbségek vannak. A teljesen IP 3G hálózatok közvetlenül támogatják az IP feletti mobil multimédia kommunikációt, melyet a fent említett BICC és UMTS hívásvezérlési protokollok nem támogatnak. Ehhez több területen jelentős műszaki fejlesztéseket kell végrehajtani. Az egyik leglényegesebb, hogy az UTRAN-ban, és az összeköttetési síkon a 3G speciális igényeihez (pl. a kezdeteknél 85-90 % a kis csomagméretű valósidejű beszédforgalom aránya) fejlesztett valósidejű IP útválasztókat kell alkalmazni. A kívánt minőségi mutatókat csak a fent bemutatott legkülönbözőbb forgalommenedzselési technikák ötvözésével (pl. DiffServ: a prioritás kezelésére, RFC 1990 szerinti többvonalas PPP: az adatcsomagok tördelésével minimalizálja a valósidejű csomag késleltetését lassú vonalon, STM/PDH szinkron átengedése stb.) és az erőforrások menedzselésével (pl. sáv szélesség-ügynök alkalmazásával, lásd a 3.7. alfejezetet) lehet elérni. Az IP multimédia hívások kezelésére szabványos jelzésrendszert kell bevezetni - 3GPP erre a célra a SIP/SDP-t választotta-, s meg kell oldani a korlátozott erőforrású és nagyveszteségű rádiócsatornákon az IP csomagok hatékony átvitelét (pl. robusztus fejrész tömörítéssel). Mivel a 3G multimédia alrendszere csak az IPv6-ot támogatja majd (adatátvitelnél mind az IPv4-et mind az IP v6-ot), speciális átjárókkal kell megoldani az IP v4 alapú (nem



4.12.8. ábra. IP alapú 3G mobil hálózati architektúra

mobil) hálózatokkal illetve az IPv4 hálózatokon keresztül történő kommunikációt (pl. fejrész leképezés, tokozás stb.).

Míg a 3G rendszerekben az IP alapú multimédia szolgáltatások vélhetően néhány éven belül megjelennek, valószínűsíthető, hogy még hosszú ideig a 3G hálózatok alrendszereként fognak üzemelni. Vagyis a 900 és 1800 MHz-es beszédforgalom és a 3G rendszerek nem-IP forgalma még sokáig jelentős arányt fog képviselni, ami még jó ideig megköveteli a hagyományos, a BICC és teljesen IP megoldások együttélését.

Irodalomjegyzék (4.11. és 4.12. alfejezetekhez)

- [4.12.1] Martin W. Murhammer, Orcun Atakan, et.al., *"TCP/IP Tutorial and Technical Overview"*, IBM International Technical Support Organization, 1998.
- [4.12.2] William Stallings, Paul Mockapetris, Sue McLeod at all, *"Handbook of Computer Communications Standards; The TCP/IP Protocol Suite, Volume 3"*, Second Edition; Howards W.Sams &Company, 1989.
- [4.12.3] RFC 791 *"Internet Protocol"*, J. Postel, September 1981.
- [4.12.4] RFC 792 *"Internet Control Message Protocol"*, J. Postel, September 1981.
- [4.12.5] RFC 793 *"Transmission Control Protocol"*, September 1981.
- [4.12.6] RFC 768 *"User Datagram Protocol"*, J. Postel, August 1980.
- [4.12.7] RFC 1058 *"Routing Information Protocol"*, C.L. Hedrick, June 1988.
- [4.12.8] RFC 1241 *"Scheme for an internet encapsulation protocol: Version 1"*, R.A.Woodburn, D.L. Mills, July 1991.
- [4.12.9] RFC 1633 *"Integrated Services in the Internet Architecture, an Overview"*, R.Braden, D. Clark, S. Shenker, June 1994.
- [4.12.10] RFC 1700 *"Assigned Numbers"*, J.Reynolds, J. Postel, October 1994.
- [4.12.11] RFC 1723 *"RIP Version 2 - Carrying Additional Information"*, G. Malkin, November 1994.
- [4.12.12] RFC 1727 *"A Vision of an Integrated Internet Information Service"*, C.Weider, P. Deutsch., December 1994.
- [4.12.13] RFC 1771 *"A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)"*, Y. Rekhter, T. Li., March 1995.
- [4.12.14] RFC 1889 *"RTP, A Transport Protocol for Real-Time Applications"*, H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V.Jacobson, January 1996
- [4.12.15] RFC 2002 *"IP Mobility Support"*, C. Perkins., October 1996
- [4.12.16] RFC 2003 *"IP Encapsulation within IP"*, C. Perkins., October 1996
- [4.12.17] RFC 2004 *"Minimal Encapsulation within IP"*, C. Perkins: October 1996.
- [4.12.18] RFC 2205 *"Resource ReSerVation Protocol (RSVP) "Version 1 Functional Specification"*, R. Braden, Ed., L. Zhang, S. Berson, et all, September 1997
- [4.12.19] RFC 2210 *"The Use of RSVP with IETF Integrated Services"*, J. Wroclawski, September 1997

- [4.12.20] RFC 2211 "Specification of the Controlled-Load Network Element Service", J. Wroclawski., September 1997.
- [4.12.21] RFC 2212 "Specification of Guaranteed Quality of Service", S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin., September 1997.
- [4.12.22] RFC 2327 "SDP, Session Description Protocol", M. Handley, V. Jacobson, April 1998.
- [4.12.23] RFC 2328 "OSPF Version 2", J. Moy, April 1998.
- [4.12.24] RFC 2330 "Framework for IP Performance Metrics", V. Paxson, G. Almes, J. Mahdavi, M. Mathis, May 1998.
- [4.12.25] RFC 2400 "Internet Official Protocol Standards", J. Postel, J. Reynolds, September 1998.
- [4.12.26] RFC 2474 "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", K. Nichols, S. Blake, F. Baker, D. Black, December 1998.
- [4.12.27] RFC 2475 "An Architecture for Differentiated Service", S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, December 1998.
- [4.12.28] RFC 2543 "SIP, Session Initiation Protocol", M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg, March 1999.
- [4.12.29] RFC 2547 "BGP/MPLS VPNs", E. Rosen, Y. Rekhter, March 1999.
- [4.12.30] RFC 2597 "Assured Forwarding PHB Group", J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, June 1999.
- [4.12.31] RFC 2598 "An Expedited Forwarding PHB", V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, June 1999.
- [4.12.32] RFC 2893 "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers", R. Gilligan, E. Nordmark, August 2000.
- [4.12.33] RFC 2917 "A Core MPLS IP VPN Architecture", K. Muthukrishnan, A. Malis, September 2000.
- [4.12.34] RFC 2998 "A Framework for Integrated Services Operation over DiffServ Networks", Y. Bernet, P. Ford, R. Yavatkar, et al., November 2000.
- [4.12.35] RFC 3031 "Multiprotocol Label Switching Architecture", E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, January 2001.
- [4.12.36] RFC 3035 "MPLS using LDP and ATM VC Switching", B. Davie, J. Lawrence, K. McCloghrie et al., January 2001.
- [4.12.37] RFC 3036 "LDP Specification", L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman et al., January 2001.
- [4.12.38] ETSI TS 101 329-2 v1v2.1.1 2 (07-20010-07), "Telecommunications and Internet Protocol; Harmonization Over Networks (TIPHON); End to End Quality of Service in TIPHON Systems; Part 2, Definition of Speech Quality or Service (QoS) Classes"
- [4.12.39] ITU-T Recommendation H.323 (11-2000), "Packet-Based Multimedia Communications Systems"
- [4.12.40] ITU-T Recommendation H.225.0 (11-2000), "Call signalling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia communication systems"
- [4.12.41] ITU-T Recommendation H.245 (11-2000), "Control protocol for multimedia communication"
- [4.12.42] M. Oskar van Deventer, Iko Keesmaat, Pieter Veenstra, "The ITU-T BICC protocol, the vital step towards an integrated voice-data multiservice platform", IEEE Communications Magazine, Vol.39, No.5, pp.140-145, May 2001.
- [4.12.43] Réthy György, "BICC, hálózatintegrálás szélessávon", Magyar Távközlés, 2001, 1.szám
- [4.12.44] 3GPP 23.821 v1.0.1 (12-2000), "Architecture Principles for Release 2000"
- [4.12.45] 3GPP TS 23.922 v1.0.0 (12-2000), "Architecture for an All IP network"
- [4.12.46] 3GPP TS 24.228 v0.1.0 (12-2000), "Signalling flows for the IP multimedia call control based on SIP and SDP; stage 3"

[4.12.47] 3GPP TS 24.229 v0.0.6 (12-2000), "*IP Multimedia Call Control Protocol based on SIP and SDP; stage 3*"

[4.12.48] ITU-T Recommendation G.109 (1999): "Definition of categories of speech transmission quality".

5. Szolgáltatások

Ezen átfogó könyv szerkezetében az 5. fejezet sajátos szerepet tölt be.

A hálózatokat célszerű műszaki szemléletben megközelíteni, mivel ezek ténylegesen bonyolult elveken alapuló összetett rendszerek. Az alkalmazások szintén fontosak, mert ezek gazdagítják és teszik értelmessé a hálózatok és szolgáltatások használatát. A működtetés és szabályozás kérdéseit is alapvetőnek kell tekintenünk, mert ezektől válik működővé minden piaci és műszaki értelemben egyaránt.

A szolgáltatások azért sajátosak, mert ez az a tevékenység, amelyet díj ellenében végeznek, tehát ezekért lehet a fogyasztóknak, használóknak valamilyen formában számlát benyújtani. Ezen bevételek oszlanak meg azután egy sajátos láncban valamennyi szereplő között: a hálózatok üzemeltetői, a szolgáltatások értékesítői, a hálózati berendezések gyártói, a hálózatok építői, a rendszerek fejlesztői, a beruházók, kutatók, a hatóság emberei mind abból élnek, amit a szolgáltatásokért a használók fizetnek. Ennek ellenére ne várjon a kedves olvasó közgazdasági okfejtéseket, árképzési vagy versenypiaci elveket ebben a fejezetben. Ezt a fejezet is mérnökök írták elsősorban mérnököknek.

Áttekintjük a szolgáltatásokat először a szerepkörök szerint. Ezután következik egy alfejezet, amelyik rendszerezi a szolgáltatásokat aszerint, amire eredetileg kitalálták, szánták azokat. Külön fejezetrészt szenteltünk arra, hogy bemutassuk a hálózatokat és alapvető szolgáltatásokat milyen gazdagon használják más értékek teremtésére, mind ami az eredeti tervezői szándék volt. Az információtartalom kérdései önmagukban nem képezik e könyv tárgyát, de az információtartalom elérését olyan fontosnak éreztük, hogy erről is egy külön alfejezet szól.

A hálózati szolgáltatásokról is egy további alfejezet tárgyalja, mert itt bukkannak fel olyan kérdések, amelyek nem a tömeges felhasználóknál érdekesek, hanem amikor hálózatüzemeltetők egymásnak, vagy nagyfogyasztóknak szolgáltatnak.

A végberendezések kérdései azért illenek ide, mert bár ezek is a hálózat részei, de a fejlődés során egyre gyakrabban a nagyon intelligens végberendezésekben testesül meg az igénybevett szolgáltatások számos eleme.

Annyira szerteágazó ma már a végberendezések teljes köre és változataik száma, hogy a rendelkezésre álló terjedelemben csak a legkiforrottabb eszköz részletesebb taglalása fért bele. A távbeszélő készülékek kapcsán bemutatott interfész kérdések azonosan vonatkoznak az itt nem taglalt háziközpontok, alközpontok, telefax berendezések, hívásválogatók, üzenetrögzítők, modemek interfész kérdéseire is.

A fejezet végén szereplő rész a határfelületen kialakult alapelveket foglalja össze, amivel a hálózatok és szolgáltatások szabványos kínálatot adnak az ezekre épülő alkalmazások hatékony megoldására. Az alkalmazás programozási illesztők ezért kerültek ebbe a fejezetbe.

Dr. Takács György, fejezet szerkesztő

5.1. Szolgáltatói és felhasználói szerepek

Szerző: dr. Szilágyi Sándor

Lektor: dr. Takács György

A szolgáltatások általános kezelésénél - akár statisztikai, akár szabályozási szempontból - fontos annak a megállapítása, hogy mi a szolgáltatás tevékenységi köre, ki a szolgáltató és kinek szolgált. A szolgáltatáson általában azt értjük, ha valaki vagy valamely vállalkozás tevékenységet végez fizetségért, más részére anélkül, hogy az érintett eszközök tulajdonviszonyaiban változás állna be. A fogalom általános vizsgálata során először megvizsgáljuk magát a távközlési tevékenységet, annak különféle ismérveit és feltételeit, majd azt a formáját, amikor a tevékenységet szolgáltatásként végzik.

Ezután sorra vesszük a szolgáltatási tevékenység szereplőit, akik között három különböző csoport található: akik a szolgáltatást nyújtják, tehát a szolgáltatók, akik részére a szolgáltatást nyújtják, továbbá azok, akik a szolgáltatás hasznélvezői. Utóbbiak ugyanis nem mindig esnek egybe azokkal, akiknek a szolgáltatást nyújtják.

5.1.1. A távközlési tevékenység

A távközlés szó maga is már tevékenységet fejez ki. Szokásos megfogalmazás szerint a távközlés elektromágneses jelek formájában üzenetek vagy adatok (a továbbiakban az adatokat is üzenetnek – adatüzenetnek – tekintjük) továbbítása, melyek tartalmazhatnak szöveget, rajzot, álló vagy mozgóképet, beszédet, zenét, adathalmazt, számítástechnikai programot stb.

Az első kérdés ezzel kapcsolatban az, hogy milyen távolra továbbított jel tekinthető valóban távközlésnek. Vajon az a jel továbbítás, amely egy számítógép belsejében, vagy a számítógép és annak perifériája között valósul meg, távközlés-e? Mindenki magától értetődőnek tartja, hogy egy távhívás távközlési tevékenység útján valósul meg, de távközlés-e, ha egy rendezvényen a mikrofon jeleit az erősítőhöz, majd onnan a hangfalakhoz továbbítják? Mi a „táv-” előtag értelme?

A kérdés nem akadémikus jellegű, mert a távközlési tevékenység óriási társadalmi kihatása szükségessé teszi, hogy arra szabályokat adjunk meg és amelyekhez tartozó tevékenységekre jogilag is bizonyos kötelezettségeket állapítsunk meg. Kijelenthetjük, hogy nem létezik olyan, hossz mértékben megadott távolság, amelyen felül a tevékenység távközlésnek minősülne, alatta pedig csak egyszerű jelkezelésről, adatkezelésről beszélünk. Ha egy vállalat két szomszédos szobája között a munkatársak a telefonközponton keresztül beszélnek, az távközlés, de ha a világűrben vesszük a távoli csillagködökből érkező rádiósugárzást, azt általában nem szokás távközlésnek tekinteni.

Meg kell tehát különböztetni a távközlést az elektromágneses jelek egyéb kezelésétől. A távközlésre az a jellemző, hogy az elektromágneses jel távközlő hálózatra (legegyszerűbb esetben távközlő összeköttetésre) kerül, amelynek továbbítási sajátosságai miatt a jeleket eredeti formájukhoz képest átalakítják. Ennek az átalakításnak elsődleges célja az, hogy az átvitt tartalom egyértelműen visszaállítható legyen a végponton, azaz a jelátvitel során a lehető legkevesebb torzítás, zaj, bithiba, késleltetés vagy egyéb minőségromlás keletkezzen.

Így a jelek átvitele rádióhullámok segítségével szinte mindig távközlés, történjen az akár a Föld és egy űrhajó, akár az autóvezető és a tőle egy-két méterre lévő gépkocsi központi zárjának berendezése között. Megfigyelhetjük, hogy a rádiótávközlő hálózat mindig szükségessé teszi az átalakítást, mégpedig a fémes vezetőben megjelenő villamos jelből moduláció útján olyan rádióhullámokat állítunk elő, amelyek hordozzák a továbbításra szánt információt.

Távközlés a beszédinformációt hordozó akusztikus jelek továbbítása elektromágneses formában az előfizetői vonalon, ahol – többek között - annak szimmetrikus átvitele, a központi telep energiájával felerősített teljesítménye, a távbeszélő központ áramkörei és a telefonkészülék közötti illesztés szolgálják az előfizető és a központ közötti távolság legkisebb minőségromlással járó áthidalását. A térhangosításnak az a jellegzetes esete, amikor az erősítő a jeleket az átviteli veszteségek csökkentése érdekében felerősítve küldi a hangfalakhoz (100 Voltos rendszer), szintén távközlés.

A távközlés ezen lényeges eleme mellett természetesen egyéb jellemzők is előfordulnak a tevékenységben. A jelek irányítása is fontos szerepet játszik a távközlés egyes formáinál. Beszélhetünk címzett és címezetlen távközlésről; az

elsőre példa a távbeszélő vagy az Internet, a másodikra a (kódolatlan) műsorszórás. A címzés egész folyamata, beleértve a használó által megadott cím vételét, kezelését és felhasználását az üzenet célbajuttatására szintén része a távközlési tevékenységnek. Hasonlóan, a tevékenység része a virtuális vagy valóságos összeköttetés létrehozása, fenntartása, módosítása és bontása (törlése) is, valamint – ha szükséges – a távközlés díjának megállapítása. Ide tartozik továbbá a távközlésre szánt jelek átmeneti tárolása, átalakítása változatlan jelentés – adattartalom – mellett.

Itt ki kell térnünk néhány fontos fogalomra, amely a távközléshez, mint tevékenységhez kapcsolódik. Ezeknek részletes kifejtése más fejezetekben megtalálható, itt csak a rövid összefoglalásra szorítunk. Az egyik fogalom a *távközlő hálózat*, amely azoknak az átviteli, kapcsoló, ismétlő, jelirányító, tároló, átjáró egységeknek, eszközöknek az összessége, melyek arra szolgálnak, hogy a képességeik által behatárolt fizikai térben vagy területen a tevékenység igénybevevői (használói) üzeneteiket a hálózat bármely végződési pontjára azonos szabályok szerint eljuttassák, vagy azokról üzeneteket kapjanak. Az eszközök közé mind hardver, mind szoftver elemek tartoznak és a felsorolt eszközök többségénél ma már szinte mindig programvezérelt berendezésekről van szó. Ezen túlmenően, a hálózathoz elválaszthatatlanul hozzátartoznak a korlátos természeti erőforrások: a hálózat által használt frekvenciasávok és címek ill. nevek véges halmazai (ennek a halmaznak részei a telefonszámok is). Egyes országok gyakorlatában korlátozott erőforrásként kezelik a nyomvonalas létesítmény által elfoglalt közterület is.

A másik fontos fogalom a *távközlési infrastruktúra*. Ebbe a hálózat mellett beletartoznak az igénybevevők által használt végberendezések, továbbá a fenntartás, üzemeltetés, hibaelhárítás emberi és gépi erőforrásai és a távközlési építmények.

A távközlés feladatai, eszközei, sőt szerepei is egyre több közös vonást mutatnak. A hálózatok használatában korábban élesen különváltak a nyilvánosan igénybe vehető és a magáncélú hálózatok; ma ezek sokszor összeolvadnak és ugyanaz a hálózat szolgálhat magáncélú, üzleti és nyilvánosan hozzáférhető tevékenységet is. Másrészt a távközlés korábbi szektorai, a távbeszélő, adatátviteli és műsorterjesztő hálózatok közötti határok elmosódnak és a hálózatok elsődleges

szektoriális jellege nem zárja ki az ugyanezen a hálózaton végzett egyéb távközlési tevékenységfajtaikat. Erre a következő alpontban visszatérünk.

Ugyancsak a konvergálnak, sőt ma már szorosan összefonódnak a távközlési és informatikai tevékenységek. A hálózatokba nagy volumenű adatbázisok épülnek be, a kapcsolóközpontokhoz és egyéb hálózati elemekhez fejlett programokkal rendelkező számítógépek kapcsolódnak az ügyfélszolgálat, a hálózatmenedzselés és a fenntartás megkönnyítésére.

5.1.2. A távközlési szolgáltatások

A távközlési tevékenység akkor jelenik meg távközlési szolgáltatásként, ha a tevékenységet más részére, díj ellenében végzik. A távközlési tevékenység ritkán jelenik meg önálló szolgáltatásként; a legtöbbször a távközlési szolgáltatás többféle tevékenység közös eredménye. Fontos kérdés, hogy az adott tevékenységekből elvéve a távközlést, megjelenhet-e önállóan szolgáltatásként? Azokat a szolgáltatásokat tekintjük távközlési szolgáltatásnak, amelyek csak távközléssel együtt, annak az igénybevételével használhatók

Itt rövid kitérőt kell tennünk, mert a magyar nyelvben sokszor használatos a *szolgálat* szó is. A frekvenciagazdálkodás területén, ahol nem a szolgáltatás, hanem a tevékenység: a frekvenciahasználat van előtérben, régóta használatos a rádiófrekvenciák különböző típusú felhasználására a *rádiószolgálat* kifejezés. A távközlési jogban ez a szó szinte csak a *segélyhívó szolgálat* összetételben fordul elő. Mégis, a műszaki területen, főként a szabványosítás területén a fordítók sokszor használják a *szolgálat* szót annak a kifejezésére, hogy az adott szabvány valamely infrastruktúra műszaki képességeit írja le. Így az *integrált szolgálatú digitális hálózat* (ISDN) szabványai annak műszaki képességeit és követelményeit írják le, míg az üzletszabályzatok *integrált szolgáltatású digitális hálózatról* szólnak.

A magyar nyelvben továbbá a *szolgáltatás* szóval fejezik ki azokat a fogalmakat is, amelyeket pl. az angol nyelv *service*, *facility*, *feature* szavakkal jelöl. (Az angol nyelvű szövegek sem következetesek ezeknek a használatában. Az utóbbi időben terjed az európai joganyagokban a szolgáltatásra a *service provision* kifejezés használata.)

Ezért célszerű megkülönböztetni az *alapszolgáltatásokat*, az ezekre épülő *többletszolgáltatásoktól*. Az alapszolgáltatás a szolgáltatásoknak olyan halmaza, amelyből bármely szolgáltatás elemet elhagyva a jogszabályban előírt minimális kritériumok nem teljesülnek, vagy akár az adott szolgáltatás elfogadott vagy szabványos, meghatározása már nem teljesül. Egy hálózat az alapszolgáltatást általában a rákötött végberendezések legegyszerűbb típusával együttműködve is képes nyújtani. Ide szokás sorolni a kapcsolás-orientált távközlés esetén a kapcsolóutak felépítésének kezdeményezését, fenntartását, módosítását, bontását, kapcsolat nélküli távközlés esetén az üzenetek felvételét, irányítását, célbajuttatását, továbbá az ezekkel a tevékenységekkel kapcsolatos díjazási műveleteket.

A többletszolgáltatások, melyeket gyakran szokás kiegészítő szolgáltatásoknak is nevezni, növelik a használók részére a távközlő hálózat használati értékét, ezért a szolgáltatók azok igénybevételéért általában külön díjat számolnak fel. Szokás ezeket *értéknövelt szolgáltatásoknak* is nevezni. Jellegzetes példák a hívószám- és/vagy tarifaátszámítással járó telefonhívások, mint a „kék szám” (országosan helyi tarifával hívható szám), „zöld szám” (a hívást a hívott fizeti), a hívásátirányítás stb. Értéknövelt szolgáltatásnak nevezik azokat az informatikai és/vagy tartalmi szolgáltatásokat is, amelyek hívásával tájékoztatáshoz, szórakoztató műsorhoz, tranzakciós lehetőségekhez (pl. távszavazás, banki vagy kereskedelmi szolgáltatások igénybevétele stb.) jut a kezdeményező fél.

Az alapszolgáltatásokat általában két osztályba szokás sorolni: *hozzáférési* és *forgalmi* szolgáltatások. A hozzáférési szolgáltatás a távközlési szolgáltatásnak az a része, amely elvi lehetőséget nyújt a használónak a hálózat igénybevételére. A forgalmi szolgáltatás a hálózat tényleges használata üzenetek továbbítására. Azok a díjjelemek, amelyeket a szolgáltató felszámít, sokszor tükrözik ezt a kettősséget; a távbeszélő bekapcsolási és előfizetési díjat a hozzáféréstért, míg a kapcsolási díjat és a percdíjat a forgalom után számítják fel.

Van olyan eset, amikor a használó csak hozzáférési díjat fizet; ilyen a konkrét áramkörhöz kötött bérelt vonali szolgáltatás, valamint az általánydíjas szolgáltatások (pl. kábeltévé előfizetés, adatmennyiség korlátozása nélküli Internet hozzáférés). A nyilvános állomások használata után látszólag csak forgalmi díjat kell fizetni, de ott a díj egy része a nyilvános állomások létesítése, üzemképességének a fenntartása

fedezetéül szolgál és emiatt általában magasabb a percdíj, mint lakástelefonok esetében.

Amint a fentiekben már említettük, döntő kérdés, hogy a távközlő hálózaton keresztül nyújtott, informatikai és tartalmi elemeket is magába foglaló szolgáltatás nyújtható távközlő hálózat igénybevétele nélkül is? A rádióműsor nélkülözhetetlen eleme a valós idejű műsor, de a híreket vagy az időjárás-jelentést könyv vagy CD lemez formájában legfeljebb történelmi visszatekintésként használhatjuk. Más esetben viszont, egy kereskedelmi tranzakció az előrefizetett telefonkártya terhére nem feltételezi a távközlő hálózatot, mert az hitelkártya vagy készpénz segítségével ugyanígy végrehajtható.

Érdeemes ebből a szempontból megvizsgálni az Internetet, mint olyan távközlési szolgáltatást, amelyben a távközlés szorosan vett szerepe viszonylag csekély. Az Internet szolgáltatók használják is azt a kifejezést, hogy ők hozzáférési szolgáltatók. Ez azt a szemléletet tükrözi, hogy az Internet, amely népszerűen, de nem túl találóan a „hálózatok hálózata”, csupán az üzenetek integritásának a megőrzését és azok célbajuttatását végzi, de a közismert Internet szolgáltatások, mint a böngészés, az elektronikus levelezés, a fájl letöltés, a csevegés azoknak a szervereknek az „érdeme”, amelyek ehhez a hálózathoz tulajdonképpen végberendezések gyanánt kapcsolódnak. Ugyanakkor ezeknek a szervereknek a szolgáltatásai a LAN-okból és jelirányítókából álló Internet hálózat nélkül nem vehetők igénybe. Olyan esettel állunk itt szemben, amikor az alapszolgáltatást önmagában alig használják és az értéknövelt szolgáltatások dominálnak.

A szolgáltatások másik osztályozási módja a *hordozószolgáltatás* és a *távszolgáltatás*. Ezekről más fejezetekben bővebb tájékoztatás található.

A távközlési szolgáltatások egy további osztályozási módja azon alapul, hogy a távközlés valós idejű vagy közbenső tárolásos. A valós idejűnek tekintett szolgáltatás annyit jelent, hogy az információ *in statu nascendi*, keletkezése pillanatában, vagy a történés eredeti időviszonyaival kerül továbbításra a felhasználóhoz. Természetesen rövididejű átmeneti tárolás előfordulhat (pl. a korszerű digitális telefonközpontok időosztásos kapcsolófokozatában, vagy képjelek tömörítő kódolásakor), de ez nem okoz zavart a felhasználónak abban, hogy szinte az információforrás helyszínén érezze magát, illetve a továbbított jelek által közvetített változások természetes történésnek tűnjenek még párbeszéd esetén is.

Ezeket az osztályokat - a megvalósító technológiától függő, de nagyon átfogó osztályozásban – az 5.1.1. táblázat mutatja:

Távközlés	Valós idejű	Közbenső tárolásos
Címzett duplex	Beszéd (távbeszélő, rádiótelefon), távkonferencia, hangfr. és adatátviteli hordozószolgálat, interaktív audiotext	X.25, távmásoló, Internet böngészés, csevegés, e-mail, fájl letöltés
Címzett egyirányú	Előfizetéses és/vagy kódolt műsorterjesztés, adatgyűjtés (SNG)	SMS, személyhívó, vagyonvédelmi távközlő rendszerek, hangposta
Címzet-len	Kódolatlan műsorterjesztés (műsorszórás), SRD eszközök	-

5.1.1.táblázat

Meg kell még jegyezni, hogy a távközlési szolgáltatásoknak létezik olyan fogalmi meghatározása [5.1.1], amely kizárja a műsorszórást. Ez nem fogadható el, mert a műsorszórás is távközlési tevékenység és a magyar jogrendszer is annak kezeli évtizedek óta.

5.1.3. A szolgáltató

A szolgáltatást nyújtó vállalkozás lehet, de nem szükségszerű, hogy egyúttal hálózatüzemeltető vagy hálózattulajdonos is legyen. A mai gazdasági életben ezek a szerepek gyakran különválnak. Az angol nyelvterületen megkülönböztetik a hálózataüzemeltetőt (network operator) a szolgáltatótól (service provider) és külön engedélyezik az egyik vagy a másik működését. Az utóbbit (SP) úgy kezelik, mint amely vállalkozás saját infrastruktúra nélkül lép a piacra és sokszor pejoratív hangsúlyt is adnak a kifejezésnek. Sajátos története van viszont az angol "public" szónak, melyet kezdetben nem az előfizetői kör jellemzésére, hanem a hálózat tulajdonlására ("államosított hálózat") használtak és ez is visszatartotta a hazai jogalkotókat attól, hogy a hálózatokra a "nyilvános" szót alkalmazzák.

A szolgáltató lehet természetes vagy jogi személy, vagy jogi személyiség nélküli szervezet, mely vállalkozását alapító okirat és cégbejegyzés alapján nyújtja. Működésének feltétele, hogy ellenőrizhetően rendelkezzen mindazokkal a tárgyi és személyi erőforrásokkal, amelyek a szolgáltatás nyújtásához szükségesek. A tárgyi erőforrások közé tartozik a saját vagy bérelt hálózat, azon belül a nem saját területen futó nyomvonalas létesítmények engedélye, az általa működtetett vagy bérelt

rádióállomások engedélye (amely érvényes frekvenciakijelölésen alapul) és a távközlési építmények használatbavételi engedélye, továbbá a saját hálózathoz ill. szolgáltatáshoz szükséges korlátos erőforrások használati joga.

A szolgáltatók tevékenységüket bejelentés, engedély vagy koncessziós szerződés alapján végzik. Ennek részletei a szabályozásról szóló 8. fejezetben megtalálhatók.

A nyújtott szolgáltatások megnevezése és tartalma egyértelmű összerendelést kíván annak érdekében, hogy a szolgáltató, a szabályozó és a felhasználó pontosan értse egymást. Ezt segítik Központi Statisztikai Hivatal SZJ jegyzék szerinti kódszámok. A távközlésre vonatkozó kódok az EU szabályozásán [5.1.3] alapulnak; megjegyezzük, hogy a választék nagyon szűk, a jelölések túl általánosak.

5.1.4. A szolgáltatás használói

A távközlési szolgáltatás fontos jellemzője az, hogy a szolgáltató szolgáltatását kinek a számára nyújtja. A "kinek" kérdőszó itt kettős értelmű:

- ki fizet érte?
- ki élvezi a hasznát?

A távközlés szabályozásának tárgya elsősorban az a szolgáltatás, amelyet a társadalom széles köre, a köz javára nyújtanak. Az ilyen szolgáltatást nevezzük a nyilvánosság részére nyújtott, röviden nyilvános szolgáltatásnak. (Az 1992. évi LXXII. távközlési törvény ezt a fajta szolgáltatást közcélú szolgáltatásnak nevezte; a „nyilvános” szót a nyilvános állomások számára tartották fenn. A 2001. évi XL törvény nem használja sem a közcélú, sem a nyilvános kategóriát sem.)

A nyilvános szolgáltatás egyik jellemzője, hogy az azt rendszeresen igénybevevő használókkal a szolgáltató köteles előfizetői szerződést kötni, tehát a szolgáltatásért az előfizető fizet. Ez nem kizárólagos, mert vannak nyilvános szolgáltatások, melyeket szerződés nélkül is igénybe lehet venni (pl. nyilvános távbeszélő állomás használata, Internet használat Internet café-ból stb.). Mivel az előfizetői szerződés jogszabály [5.1.4] szerint két részből tevődik össze: a szolgáltató általános vállalkozási feltételei (üzletszabályzata) és az egyéni előfizetői szerződés, úgy tekintjük, hogy az említett esetekben csak az egyéni előfizetői szerződés írásos

formája hiányzik, de az igénybevétellel a használó az általános vállalkozási feltételeket magára nézve elismerte.

A nyilvános szolgáltatást elvben bárki – magánszemély vagy bármilyen társulás – igénybe veheti. Ha a szolgáltató nem reklámozza a szolgáltatást nyilvánosan, nem hozza nyilvánosságra annak feltételeit, hanem meghatározza azoknak az ügyfeleknek a körét, akik számára szolgáltatni kíván, de tevékenységét ügyfelei részére díj ellenében végzi, nem nyilvános szolgáltatásról van szó.

Nyilvános szolgáltatás pl. a távbeszélő szolgáltatás, melynek bárki lehet előfizetője, de nem nyilvános szolgáltatás, ha a távbeszélő tevékenységet csak egy vállalat munkatársai részére végzik, a vállalati alközpont üzemeltetésével.

Némelyik esetben a szolgáltatás "nyilvános" köntösben jelenik meg, de ha azt vizsgáljuk, hogy a szolgáltatónak ki fizet a szolgáltatásért, kiderülhet, hogy a látszat csal. Ilyen a műsorszórás, amelyet sokszor - tévesen - a nyilvános szolgáltatások közé sorolnak, hiszen a rádióműsor, a közszolgálati TV műsor bárki által vehető a vételkörzeten belül. A helyzet azonban nem ilyen egyszerű. Az a TV díj, amelyet az állam adó módjára hajt be a TV készülékek üzemeltetőin, célját tekintve a műsorszolgáltatás támogatására szolgál, amely nem távközlési szolgáltatás. A *műsorszolgáltatás – műsorszórás - műsorvétel* láncban a műsorszórásért, mint távközlési tevékenységért a műsorszolgáltató fizet, azaz itt nem nyilvános szolgáltatás folyik. Hiába menne oda bárki a műsorszóró vállalathoz, hogy az ő műsorát szórják, nem állnának vele szóba, mert ezzel a joggal az Országos Rádió- és Televízió Testület rendelkezik.

A másik, hasonló példa a különböző szolgáltatók hálózatainak együttműködésénél használt összekapcsolási szolgáltatás. Annak ellenére, hogy ennek a szolgáltatásnak a haszonélvezője - távbeszélő szolgáltatás esetén - a távbeszélő előfizető, magáért az összekapcsolási szolgáltatásért az a helyi szolgáltató fizet, ahol a hívást kezdeményezték. Igaz, hogy jogszabályban megszabott kötöttségeken alapuló összekapcsolási szerződés tartalmazza a díjtételeket és további jogszabályok részletezik, hogy az előfizetőtől befolyó díjból hogyan osztozik a helyi, belföldi, nemzetközi szolgáltatókból álló láncolat. Az összekapcsolási szolgáltatásnál jogviszony csak a szolgáltatók között keletkezik, tehát ez nem nyilvános szolgáltatás. Ebbe a körbe tartozik a hívásvégződtetési szolgáltatás is.

A korábbi jogi szabályozás különbséget tett a nyilvános távbeszélő szolgáltatás igénybevevői között aszerint, hogy az magánszemély, vagy vállalkozás. A távbeszélő állomások tarifái is ehhez igazodtak; a lakástelefon-előfizetők - társadalompolitikai megfontolások alapján - sokkal kisebb bekapcsolási és előfizetési díjat fizettek, mint az üzleti előfizetők. Ez a megkülönböztetés 2002-re lényegében eltűnt.

Némelyik esetben a szolgáltatásért a díjat nem az fizeti, aki a szolgáltatást kezdeményezi. Jellemző példája ennek a "zöld szám", melynek díját a hívott fizeti, de a tevékenysége egészéből üzleti hasznot vagy más előnyt remél. Másik példa erre a személyhívó szolgáltatás. Ha valaki üzenetet kíván küldeni az ismerősének személyhívó készülékére, úgy ezért a szolgáltatásért nem vagy nemcsak ő fizet, hanem az előfizetési díjat az fizeti, akinek az övé vagy a táskájában ott van a vevőkészülék. Ő fizet érte akkor is, ha az üzenet, amit kap, nem az ő érdekeit szolgálja. Az üzenet küldője legtöbbször csak a hozzáférés díját fizeti távbeszélő szolgáltatója részére.

Érdekes összefonódása a nyilvános és a nem nyilvános szolgáltatásnak, amikor a nyilvános szolgáltatás céljára igénybevett hálózaton nem nyilvános szolgáltatást is nyújtanak. Háromféle elnevezés használatos az ilyen esetekre.

Egyik a zárt használói csoport (Closed User Group), amely pl. a GSM hálózaton képzett olyan használói csoportot jelent, amelynek tagjai egymást általában nem nyilvános, hanem rövidített hívószámmal hívják, nem állnak közvetlen jogviszonyban a szolgáltatóval, helyettük a díjakat az a vállalkozás fizeti, amelyiknek az alkalmazásában állnak; hívást a nyilvános hálózat felé külön jogosultság alapján, előszám választásával kezdeményezhetnek.

A másik ugyanennek a kapcsolt távbeszélő hálózaton megvalósított változata, a Centrex (ha a csoport tagjai egyazon távbeszélő központba vannak bekötve) és a Wide Area Centrex (ha a tagok különböző központokhoz is tartozhatnak).

A harmadik a virtuális magánhálózat (Virtual Private Network), amely az előző kettő olyan általánosítása, amely a zárt használó csoport bekapcsolásához felhasználhat különféle (helyhez kötött, mobil, valamint alközponti) hálózatokat. A VPN szolgáltató a tagok által választott belső számokat átszámítja nyilvános hálózati címmé és úgy juttatja célba a hívásokat, ugyanakkor a nyilvános hálózatból a

tagokhoz irányuló hívások címei rendszerint egy külön, VPN hálózatok részére fenntartott számmezőben találhatók.

A helyzet fordítottja is előfordul. Ilyen a műsorszórás kisugárzott oldalsávjának a felhasználása (RDS - Radio Data System) az eredeti szolgáltatástól teljesen független célra, pl. személyhívó szolgáltatásra. Ebben az esetben egy eredetileg nem közcélú szolgáltatásra használt infrastruktúrát vesznek igénybe nyilvános szolgáltatás céljára.

A fentiekből látható, hogy a szolgáltatások egyre bővülő köre tartalmaz informatikai és tartalmi elemeket. Ez a szolgáltatási jogviszonyokat is befolyásolhatja. A távközlés által közvetített tartalom - különösen a rádió- és televízió műsorok - esetén a valós tájékoztatás és a reklámok aránya teljesen megfordíthatja a jogviszonyt. A műsorterjesztés egyes formái esetén - pl. kábeltelevíziózás - a műsorok után a szolgáltatónak jogdíjat kell fizetnie, míg más esetekben, ha a reklámok túlsúlyba kerülnek, előfordulhat, hogy a műsorszolgáltató fizet a terjesztésért (mint ahogyan a műsorszórás esetén mindig ez a helyzet még a közszolgálati műsorok esetében is).

Néhány évvel ezelőtt egy szolgáltató azzal kísérletezett, hogy távbeszélő hívásokat ingyenessé azzal kívánt tenni, hogy a beszélgetésbe - meghatározott időnként - reklámszöveget kevert. A saját zöld számára érkező hívásokat egy "reklám-bekeverő" egységen át juttatta vissza a nyilvános hálózatba. Ez nemcsak a díjfizetés irányát változtatta meg, hanem a szolgáltatásba nem-nyilvános jelleget vitt bele, hiszen a szolgáltatásért a reklámszolgáltató cég fizetett.

Ez az eset is azt mutatja, hogy egyes, nem nyilvános szolgáltatások komoly társadalmi jelentőséggel bírhatnak. Nem közömbös a társadalom számára a műsorszóró adók jó minőségű működése, a "reklám-bekeverő" ingyenes telefonok üzemeltetése, az egyre növekvő használati arányú készpénz-automatákat (ATM) kiszolgáló távközlő szolgáltatás zavartalan, sértetlen működése stb., mert annak hasznát bármely állampolgár élvezheti, de érdekeit csak nagyon bonyolult úton érvényesítheti. A jövő szabályozása várhatóan nem fogja ilyen élesen elkülöníteni a nyilvános és nem nyilvános szolgáltatásokat.

Irodalomjegyzék

[5.1.1.] Directive 97/33/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 1997 on interconnection in Telecommunications with regard to ensuring universal service and interoperability through application of the principles of Open Network Provision (ONP), OJ No L199, pp. 32- 52 (26.7.1997)

[5.1.2.] 1964. évi II. tv. a postáról és a távközlésről; 2. § (1) bekezdés

[5.1.3.] Council Regulation (EEC) No 3696/93 of 29 October 1993, as amended by Commission Regulation (EC) No 1232/98 of 17 June 1998 on the statistical classification of products by activity (CPA) in the European Economic Community

[5.1.4.] 249/2001.(XII.18.) Korm. rendelet a távközlési előfizetői szerződésekről

5.2. Párbeszéd alapú szolgáltatások

Szerző: Madarász Erika

Lektor: Nándorfi Gyuláné dr.

A párbeszéd az emberi kommunikáció egyik legelterjedtebb formája. A távközlés az egymástól tetszőleges távolságra lévő személyek párbeszédét is lehetővé teszi.

A párbeszédet lehetővé tevő távközlési szolgáltatások jelenleg a következők:

- távbeszélő szolgáltatás: beszédátvitel
- videotelefon szolgáltatás: beszéd és mozgókép egyidejű átvitele.

A videotelefon szolgáltatás jelenleg még nem terjedt el széleskörűen, nincs kiforrott gyakorlata, szemben a távbeszélő szolgáltatással, amely ma a távközlés legnagyobb mértékben igénybe vett formája. A távbeszélő szolgáltatásra kidolgozott elvek és módszerek a videotelefon szolgáltatásra is alkalmazhatók lesznek, hiszen hasonló hívásfelépítési és átviteli funkciókat valósítanak meg részben közös hálózatokon. A videotelefon szolgáltatás részleteire a továbbiakban nem térünk ki.

Ebben az alfejezetben a távbeszélő szolgáltatás általános jellemzőiről, a szolgáltatást megvalósító hálózatokról és az előfizetőknek nyújtható kiegészítő szolgáltatásokról olvashatnak.

5.2.1. Távbeszélő szolgáltatás

A távbeszélő szolgáltatás lényege az, hogy a szolgáltatás két felhasználója között kétirányú, szimmetrikus, valós idejű beszédátvitelt biztosít a távközlő hálózaton létesített összeköttetésen, amelyet a hívó fél által – a hívott fél hívószámának megadásával – kezdeményezett hívás idejére építenek fel.

A távbeszélő szolgáltatást műszaki és szabályozási szempontból jellemezhetjük. Műszaki szempontból a távközlő hálózat és az alkalmazott technika a meghatározó. Így távbeszélő szolgáltatás vezetékes és mobil távközlő hálózaton is nyújtható, ezen belül analóg és digitális technikával is, valamint áramkörkapcsolással

és csomagkapcsolással is. A távközlő hálózatok szolgáltatási jellemzőit az 5.2.4 pontban ismertetjük.

Szabályozási szempontból a távbeszélő szolgáltatást a felhasználók számára nyújtott lehetőségekkel és funkciókkal, a felhasználó és szolgáltató viszonyával, a szolgáltatás igénybevételének feltételeivel jellemezzük, függetlenül a távközlő hálózattól és az alkalmazott technikától.

A szolgáltatás lényeges jellemzője a felhasználók köre, amelyek számára a szolgáltatás elérhető. Szabályozási szempontból meg kell különböztetni a

- nyilvános távbeszélő szolgáltatást (az 5.1.4. pontban bevezettek szerint), amely mindenki számára lehetővé teszi a szolgáltatás elérését, és a
- nem nyilvános távbeszélő szolgáltatást, amely csak a felhasználók meghatározott csoportja számára teszi elérhetővé a szolgáltatást, és a csoporton belüli kommunikációt biztosítja.

A nem nyilvános távbeszélő szolgáltatást a szolgáltató a felhasználóval kötött egyedi megállapodás alapján nyújtja, a szolgáltatásra vonatkozó szabályozásra nincs szükség, a felek a szolgáltatás jogi, kereskedelmi és műszaki feltételeiben közvetlenül megegyeznek.

A nyilvános távbeszélő szolgáltatás szabályozására azért van szükség, mert a jelentősége társadalmi méretűvé növekedett. Egyrészt a felhasználók számára biztosítani kell, hogy bárki elérhesse a szolgáltatást, másrészt a szolgáltatók számára meg kell teremteni a verseny feltételeit. A szolgáltatás tartalmára vonatkozóan a szolgáltatók számára előírják a távbeszélő szolgáltatás kötelező elemeit és a szolgáltatás minőségi követelményeit.

A nem nyilvános távbeszélő szolgáltatás jellemzői az egyedi megoldások következtében nagyon eltérőek lehetnek, ezért általános ismertetésükre és jellemzésükre ebben az alfejezetben nem kerül sor. A nyilvános távbeszélő szolgáltatás jellemzőit a következő, 5.2.2 pont tartalmazza.

5.2.2. Nyilvános távbeszélő szolgáltatás

Nyilvános távbeszélő szolgáltatást helyhez kötött és mobil távközlő hálózaton is nyújtanak, amelynek keretében a szolgáltató a felhasználók számára hozzáférést biztosít a hálózathoz, lehetővé teszi a hívásfelépítést és kommunikációt a hálózaton, és az igénybevett szolgáltatásokért a felhasználóktól díjat szed.

A szolgáltatóknak az alaptevékenységen kívül további jogszabályi kötelezettségeknek is eleget kell tenni, amelyek szintén a szolgáltatás részét képezik. Jellemző továbbá, hogy a szolgáltatók a felhasználóknak kiegészítő és értéknövelt szolgáltatásokat ajánlanak fel, amelyeket azok tetszés szerint igénybe vehetnek.

A fentiek alapján a nyilvános távbeszélő szolgáltatás összetevőit három csoportba sorolhatjuk:

- szolgáltatás alapelemek
- egyéb követelmények
- opcionális elemek

5.2.2.1. A nyilvános távbeszélő szolgáltatás alapelemei

Az alaptevékenység ellátásához az alábbiakat kell a szolgáltatóknak megvalósítani:

- **belföldi és nemzetközi hívások felépítése** a távbeszélő szolgáltatás tetszőleges előfizetőjéhez, valamint a telefonszámmal elérhető távközlési (pl. tudakozó, hangposta) és egyéb szolgáltatásokhoz (pl. pontos idő, menetrend, számla-egyenleg lekérdezés).
- **segélykérő hívások** rövid hívószámmal és speciális híváskezeléssel a mentők, tűzoltóság és rendőrség diszpécser központjaiba, valamint az európai egységes segélyhívószám, a 112 használatának biztosítása
- **ügyfélszolgálat:** a szolgáltató és az előfizetők kapcsolattartásának, azaz a szolgáltatással kapcsolatos mindenfajta ügyintézésnek az eszköze (személyes, telefonos ügyfélszolgálat, levél, telefax, e-mail, stb.)
- **hibabejelentés:** bejelentések fogadása a szolgáltatás és a hálózat rendellenes működéséről
- **tudakozó** (telefonon elérhető információ az előfizetők nevéről, hívószámairól és címéről, on-line tudakozó), valamint **előfizetői névsor** (telefonkönyv, és/vagy CD formában)
- **számlázás:** az előfizetők által igénybevett szolgáltatások díjainak összesítése, amelyet az előfizetők részére megküldenek vagy az előfizető által (előre) befizetett számlaegyenlegből levonnak (az előfizetői hozzáférés díja, az előfizetői állomásról kezdeményezett hívások forgalmi díjai, kiegészítő szolgáltatások díjai, stb.)
- **üzemvitel:** hálózatüzemeltetés és karbantartás, hibaelhárítás, hálózatfejlesztés

5.2.2.2. Egyéb követelmények

A szolgáltatók számára a jogszabályokban az alapszolgáltatáson felül előírt követelmények közül a legjelentősebbek az alábbiak:

- **nyilvános állomások:** vezetékes hálózatban alkalmazott követelmény a hozzáférhető helyen elhelyezett, pénzérme bedobásával vagy telefonkártya behelyezésével működő készülékek létesítése és működtetése, amelyekről bárki telefonhívást kezdeményezhet
- **törvényes lehallgatás** lehetőségének biztosítása: nemzetbiztonsági okokból előírt kötelezettség a szolgáltatók részére
- **szolgáltató választás:** lehetőség az előfizető számára, hogy a hívásai továbbításához a távolsági szolgáltatót megválassza (Magyarországon 2001. december 23-ától kötelező biztosítani, vezetékes hálózatban a belföldi távolsági és nemzetközi hívásokra, mobil rádiótelefon hálózatban a nemzetközi hívásokra)
- **számhordozhatóság:** az előfizető – igény esetén – megtarthatja hívószámát, ha szolgáltatót változtat (Magyarországon 2003. január 1-jétől válik kötelezővé a vezetékes hálózati hívószámokra, abban az esetben, ha az előfizető helyben maradva távbeszélő szolgáltatót változtat)

5.2.2.3. Opcionális szolgáltatás elemek

A távközlési szolgáltatók a felhasználók igényeinek kielégítésére és a szolgáltatás színvonalának emelésére kiegészítő és értéknövelt szolgáltatásokat kínálnak, amely a szolgáltatók versenyében és a bevételek növelésében is szerepet játszik. Az alábbi csoportosítás főként a szolgáltatás jellegére és részben a hálózatban való megvalósítás módjára is vonatkozik:

- **előfizetői kiegészítő szolgáltatások:** a szolgáltatás létesítésével és nyújtásának módjával kapcsolatos szolgáltatások, amelyekről a távbeszélő szolgáltató és az előfizető az előfizetői szerződésben vagy más módon megállapodik (ld. 5.2.3 pont)
- **intelligens hálózati szolgáltatások:** különleges díjazású hívószámok, telefonkártyás fizetési mód, személyi hívószám, stb., amit egy központi intelligencia hálózatba való integrálásával valósítanak meg (ld. 5.2.4.2 és 5.2.7 pont). Az intelligens hálózati szolgáltató nem feltétlenül azonos a távbeszélő szolgáltatóval, aki a szolgáltatások elérését biztosítja.
- **értéknövelt szolgáltatások:** a távközlés mellett nem távközlés jellegű szolgáltatást is biztosítanak, pl. információ, banki tranzakció, hozzáférés más hálózatok (Internet, személyhívó, X.25 adathálózat, stb.) szolgáltatásaihoz, stb. (ld. 5.3 alfejezet). A távbeszélő szolgáltató a szolgáltatásokhoz való hozzáférést biztosítja.

5.2.3. Távbeszélő előfizetői szolgáltatások

Az előfizetői szolgáltatások a szolgáltató által felajánlott lehetőségek, képességek, funkciók vagy műveletek előfizetői szempontú meghatározásai.

Az előző, 5.2.2 pontban ismertetett nyilvános távbeszélő szolgáltatást a felhasználók – a nyilvános állomások használatának kivételével – a szolgáltatóval kötött előfizetői szerződés alapján vehetik igénybe. A nyilvános szolgáltató az előfizetői szerződés általános feltételeiről üzletszabályzatot állít össze, amely többek között tartalmazza az igénybe vehető előfizetői szolgáltatásokat, az igénybevétel módját és díjait is.

Megjegyezzük, hogy az előfizető kifejezés arra a természetes vagy jogi személyre vonatkozik, aki a szolgáltatóval a szolgáltatásra szerződést kötött, aki a szolgáltatóval jogviszonyban áll, és aki a számlát fizeti. A felhasználó az a személy, aki a szolgáltatást igénybe veszi, és aki nem feltétlenül azonos az előfizetővel.

A szolgáltató által nyújtott szolgáltatások egy részét az előfizető az előfizetés részeként, – alapszolgáltatásként – külön megállapodás nélkül veheti igénybe, a kiegészítő szolgáltatásokat azonban meg kell rendelni a szolgáltatónál.

Alapszolgáltatás az előfizető részére a nyilvános távbeszélő szolgáltatás alapelemeinek biztosítása, azaz a hívásfelépítés, segélykérő hívások, tudakozó, telefonkönyv, ügyfélszolgálat, számla, hibabejelentés.

Az előfizetői kiegészítő szolgáltatások a nyilvános szolgáltatás opcionális elemei közül az előfizető kérésére nyújtott, a hívásfelépítéssel, díjazással és üzemeltetéssel kapcsolatos szolgáltatások, amelyeket az alábbiakkal jellemezhetünk:

- A *hívásfelépítéssel* kapcsolatos kiegészítő szolgáltatások a felhasználók kényelmét szolgálják. Ezek körét alapvetően a távbeszélő központok és a hálózat képességei határozzák meg.
- A *díjazási* szolgáltatások -pl. díjcsomagok, akciók - főként a szolgáltató marketing stratégiájától függenek, a műszaki feltételektől kevésbé.
- Az *üzemeltetői* szolgáltatások, mint az előfizetés helyének áthelyezése, szüneteltetés, átírás, szerződésmódosítás, stb. a hozzáférési szolgáltatással kapcsolatosak, inkább adminisztratív jellegű feladatokat érintenek, mint műszakiakat.

A továbbiakban a hívásfelépítéssel kapcsolatos előfizetői kiegészítő szolgáltatásokat tárgyaljuk.

Az előfizetőknek nyújtható kiegészítő szolgáltatások köre több okból is eltérő lehet. A technika fejlődésével és a piaci igények változásával a megvalósított szolgáltatások folyamatosan bővülnek, módosulnak, de ezek a hálózat különböző részein különböző időben, és némiképp eltérő módon jelennek meg. Az előfizető egy adott időpontban a távközlő hálózat egy meghatározott pontjához, meghatározott módon csatlakozik. A felajánlható szolgáltatásokat befolyásolják

- a távközlő hálózat képességei, és az előfizetői hozzáférés típusa, pl. hogy az előfizető vezetékes vagy mobil hálózatra csatlakozik-e, valamint hogy analóg vagy digitális hozzáféréssel rendelkezik-e, másrészt
- az alkalmazott végberendezés képességei.

A távbeszélő szolgáltatást a hálózat, a központokat is beleértve, valamint a készülék együtt valósítja meg, de vannak olyan kiegészítő szolgáltatások, amelyekhez csak a készülékben, vagy csak a hálózatban szükségesek bizonyos funkciók. A készülékek kiegészítő szolgáltatásait, mint például kihangosítás, kijelző, memória, az 5.6 alfejezet részletezi. Ebben az alfejezetben azokat a kiegészítő szolgáltatásokat mutatjuk be, amelyekhez a hálózatban és a hozzáféréseken megvalósított képességek szükségesek.

5.2.4. A beszédcélú távközlő hálózatok szolgáltatási jellemzői

A hívásfelépítési és beszédátviteli funkciókat az erre a célra kialakított távközlési hálózatok világméretű összekapcsolásával valósítják meg. A hálózatokról a 4. fejezetben olvashatnak részletesen, itt csak röviden összefoglaljuk a szolgáltatások szempontjából legfontosabb jellemzőket.

A beszédcélú, keskenysávú, áramkörkapcsolt távközlő hálózatok jelenlegi két fő formája a *vezetékes távbeszélő hálózat* (ld. 5.2.4.1) és a *mobil rádiótelefon hálózat* (ld. 5.2.4.3). Ezek egységes számozási rendszert alkalmaznak és egymás között átjárhatóak. A vezetékes távbeszélő hálózatra épülő, centralizált szolgáltatás-vezérlést alkalmazó hálózat az *intelligens hálózat* (ld. 5.2.4.2), amely más jellegű szolgáltatások megvalósítását teszi lehetővé, mint a távbeszélő kapcsoló központok.

A beszédátvitel az áramkörkapcsolt hálózatok mellett a csomagkapcsolt hálózatokon is egyre növekvő mértékben terjed. Az *Internet Protokollt alkalmazó (IP)*

hálózatok (ld. 5.2.4.4) fejlesztési irányai a távbeszélő szolgáltatásra is kiterjednek, ezért ezekről sem feledkezhetünk meg.

5.2.4.1. Vezetékes távbeszélő hálózat

A nyilvános távbeszélő hálózat (PSTN – Public Switched Telephone Network) és az integrált szolgálatú digitális hálózat (ISDN – Integrated Services Digital Network) ma a távbeszélő szolgáltatás egyik legfontosabb eszköze. A PSTN hálózatot elsősorban beszédátvitelre tervezték, bár egyre nagyobb mértékben adatátvitelre is felhasználják (fax, modemes adatátvitel, stb.). Az ISDN-t – ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector) és ETSI (European Telecommunications Standards Institute) szabványok alapján – már eleve több szolgáltatás integrált megvalósítására hozták létre, azonban ma még a távbeszélő szolgáltatás az ISDN leggyakoribb felhasználása. Az ISDN-ben szabványosított távszolgáltatásokról és hordozószolgáltatásokról az 5.3 fejezetben olvashatnak.

A PSTN/ISDN hálózat nem választható szét, mivel az ISDN kapcsoló központok és az ezeket összekötő digitális hálózat mind az ISDN, mind az analóg (PSTN) előfizetők forgalmát együtt bonyolítja. A különbség az előfizetői csatlakozás módjában van, a PSTN analóg vonalon és az ISDN digitális hozzáféréseken más-más végberendezés szükséges, és a kiegészítő szolgáltatások köre is eltérő. Az *analóg vonalon nyújtott kiegészítő szolgáltatásokat* az 5.2.5 pontban, az *ISDN kiegészítő szolgáltatásokat* az 5.2.6 pontban ismertetjük.

A vonalcsoportot, amelyen az alközponti berendezések csatlakozhatnak a hálózathoz, a szolgáltatások szempontjából meg kell különböztetni az egyedi hozzáférésektől. A vonalcsoport analóg vonalakból és ISDN hozzáférésekből is kialakítható. Az alközponti hozzáféréseken az előfizetői szolgáltatások egy része módosítva, más része egyáltalán nem vehető igénybe, de vannak kimondottan vonalcsoport szolgáltatások is, mint az alközponti beválasztás. Az alközpontok a mellékállomásoknak alközponti szolgáltatásokat nyújtanak, mint a magánhálózati rövid hívószámok, hálózaton belüli hívásátadás, hívás átirányítás, újra hívás foglaltság esetén, hívásátvétel, stb.

A centrex az alközponti funkciókat a helyi távbeszélő központban szoftver funkcióval valósítja meg, amely az analóg és ISDN hozzáférések akár vegyesen kiválasztott csoportja számára a helyi központból alközponti és egyben fővonalai szolgáltatásokat is nyújt. Szolgáltatások szempontjából a centrex egy virtuális beválasztásos alközpontnak tekinthető, a centrex állomásról az alközponti mellékállomáshoz hasonlóan vehetők igénybe az alközponti és nyilvános hálózati szolgáltatások.

5.2.4.2. Intelligens hálózat

Az intelligens hálózat (IN – Intelligent Network) a digitális PSTN/ISDN hálózatra épül. Lényege az, hogy az intelligens hálózati szolgáltatások vezérléséhez szükséges szolgáltatás logikát és adatbázist egy külön berendezés, a szolgáltatás vezérlő egység (SCP – Service Control Point) tartalmazza. Az IN kapcsolási funkciót a digitális központokban helyezik el, ezek a szolgáltatás kapcsolási funkcióval (SSP – Service Switching Point) kiegészített központok. A beszédút kapcsolása mindig a PSTN/ISDN hálózatban történik az SSP központokon keresztül, de a hívásfelépítést az SCP vezérli. A leggyakoribb IN szolgáltatásokat az 5.2.7 pontban mutatjuk be.

5.2.4.3. Mobil rádiótelefon hálózat

A mobil rádiótelefon rendszerek legfontosabb jellemzője, hogy a felhasználók a távközlési szolgáltatást a szolgáltatás lefedési területén belül tetszőleges helyről, akár nagy sebességgel mozogva is igénybe vehetik a vezeték nélküli mobil végberendezésükkel. A rádiótelefon készülékek mobilitását a rádiófrekvenciás átvitel mellett különböző funkciók is biztosítják:

- helyzet meghatározás (location): a készülék azon képessége, hogy érzékeli és különböző mérések alapján eldönti, hogy melyik cellában tartózkodik
- bolyongás (roaming): a rendszer azon képessége, hogy felismeri, hogy a készülék melyik cella területén tartózkodik, és lehetővé teszi a szolgáltatás igénybe vételét
- helyzetadatok regisztrálása (HLR – Home Location Register, VLR – Visitor Location Register): a készülék helyének és adatainak tárolása a rendszerben az elérhetőség biztosítására
- összeköttetés átadás (hand-over): beszélgetés, telefonkapcsolat közben a hívás átadása a cellahatáron az összeköttetés megszakadása és a minőség romlása nélkül

A mobil rádiótelefon hálózatok közül az első generációs analóg rendszerek száma és aránya folyamatosan csökken. Ma Európában a második generációs digitális GSM rendszer (Global System for Mobile Communications) a legelterjedtebb, melyet az ISDN-hez hasonlóan többféle szolgáltatás megvalósítására terveztek. A GSM-et ETSI szabványok írják le, hordozószolgáltatásokkal, távszolgáltatásokkal (ld. 5.3 fejezet) és kiegészítő szolgáltatásokkal. A GSM távbeszélő távszolgáltatás kiegészítő szolgáltatásai nagyon hasonlóak az ISDN kiegészítő szolgáltatásokhoz. A GSM kiegészítő szolgáltatásokat az 5.2.8 pont tartalmazza.

5.2.4.4. IP hálózat

Az Internet Protokollt (IP) alkalmazó csomagkapcsolt hálózatok, melyeket eredetileg adatátvitelre készítették, a folyamatos fejlesztés eredményeképpen alkalmasakká váltak a beszédátvitelre is (VoIP – Voice over Internet Protocol). A fejlesztés iránya az integrált távközlés és a multimédia kommunikáció, amelyen a nemzetközi szabványosítási szervezetek (IETF - Internet Engineering Task Force, ETSI, ITU-T) a gyártókkal karöltve nagy erővel dolgoznak.

A keskenysávú, áramkörkapcsolt hálózatok és az IP-alapú csomagkapcsolt hálózatok együttműködése a távbeszélő szolgáltatás vonatkozásában fokozatosan valósul meg. Azon egyszerűbb esetekre, amikor a hívás áramkörkapcsolt hálózatból indul és oda érkezik, és az IP hálózatot csak jelek transzparens átvitelére használják (pl. PSTN – IP – PSTN), ma már a gyakorlatban is számos megoldást alkalmaznak.

A kétféle hálózat átjárhatóságához azonban nemcsak a beszédjel átalakítását kell megoldani, hanem a címzési mód és a hívásfelépítéshez szükséges jelzések átalakítását és együttműködését is.

Az ITU-T az IP hálózaton megvalósított multimédia kommunikációra dolgozott ki ajánlásokat, amelyeket a H.323 ernyő ajánlás fog össze. Ez tartalmazza többek között a hívásfelépítést és beszédátvitelt is két IP-címmel rendelkező felhasználó között, illetve egy felhasználó és az átjáró (Gateway) között, ami a távbeszélő hálózat felé teremt kapcsolatot. Elkezdődött és folyamatban van a PSTN-ben megszokott előfizetői szolgáltatások IP hálózatban való működésének és a PSTN-nel való együttműködésének a kidolgozása is.

Az ETSI TIPHON project a PSTN és IP hálózatok együttműködését vizsgálja a távbeszélő szolgáltatás szempontjából az ITU-T ajánlások alapján.

Az IETF az IP hálózaton való hívásfelépítésre egy másik protokollt (SIP - Session Initiation Protocol) dolgozott ki. Ezt a protokollt is továbbfejlesztik a szolgáltatások támogatásának irányába.

Jelentős feladat a két hálózat közötti címzési eljárás átjárhatóságának biztosítása is. Az ENUM olyan protokoll és domain-név rendszer, amely lehetővé teszi, hogy egy IP hálózatbeli felhasználó elérhető legyen a PSTN hálózathoz egy telefonszám felhívásával. Az ENUM a telefonszámot domain-névvé képezi le, amely a telefonszámhoz tartozó felhasználó URL-jét (Uniform Resource Locator) jelöli ki, ami alapján meghatározható az IP-hálózatbeli helye és elérési módja.

A távbeszélő szolgáltatás szempontjából a beszédátvitel módja és hívásfelépítés jelzés protokollja közömbös, és amennyiben a szolgáltatás alapvető minőségi követelményei teljesülnek, a szolgáltatás lényegét nem érinti. A nyilvános szolgáltatás tekintetében az IP hálózathoz csatlakozó előfizetők számára lényegében ugyanazokat az alap és kiegészítő szolgáltatásokat kell biztosítani, amelyeket a hagyományos távbeszélő előfizetők számára, azaz a szolgáltatóknak biztosítani kell az IP hálózati előfizetők hagyományos telefonszámmal való elérhetőségét, az IP hálózathoz a segélykérő számok hívhatóságát, a törvényes lehallgatás lehetőségét, az előfizetőkről névsort kell kiadni, tudakozóba szerkeszteni, ügyfélszolgálatot és hibabejelentést üzemeltetni, stb. (ld. 5.2.2).

5.2.5. PSTN előfizetői kiegészítő szolgáltatások

A PSTN előfizetők számára a kapcsoló központ és a hálózat által nyújtott szolgáltatások az analóg vonalon, különböző komfortfokozatú telefonkészülékkel érhetők el. A szolgáltatások igénybevételét és működését az analóg vonalon átvitt jelzések teszik lehetővé, először ezeket tekintjük át.

5.2.5.1. Analóg előfizetői vonalon átvitt jelzések

Az analóg előfizetői szakasz legtöbbször réz érpár, ezen egyenáramú, beszédsávi (300-3400 Hz) és sávon kívüli jelzések vihetők át.

Az egyenáramú jelzések közül a hurok zárása, azaz a kézibeszélő felemelése jelzi a híváskezdeményezési szándékot, illetve csengetés alatt a hívás megválaszolását. A kézibeszélő letétele a hívás bontását jelzi. Az impulzusos hívómű az egyenáramú hurok szaggatásával jelzi a tárcsázott számjegyeket. A többlétszolgáltatások igénybevételéhez szükséges az R vagy Flash funkció, ami beszédállapotban egy rövid hurokmegszakítást generál a vonalon.

Beszédsávon kívüli 25 Hz-es csengető feszültséget kapcsol a hívott vonalra a központ a hívásjelző megszólaltatására. A csengetés különböző ütemezése felhasználható a többlétszolgáltatásoknál, pl. a visszahívásnál, a tartásba tett hívás visszacsengetésére, vagy többszörös hívószámnál az egyes számok hívásainak megkülönböztetésére. A díjazás kezdetének (és korábban a tarifaimpulzusok) jelzésére a központ beszédsávon kívüli 12 kHz-es impulzust küld a vevőnek.

Beszédsávban haladnak a DTMF (Tone) üzemmódú hívómű jelek a központ felé, amelyek nemcsak a hívni kívánt szám megadására használhatók, hanem a már felépített hívásban az automata rendszerekkel való „párbeszédben” is. Beszédsávban a hallgatóba jutnak a használatot tájékoztató hangjelzések, pl. a tárcsahang, csengetési hang, foglaltsági hang, valamint a gépi szövegbemondások.

A kijelzős többlétszolgáltatásokhoz fejlesztették ki azt a beszédsávi jelzésprotokollt, amely FSK (Frequency Shift Keying) jelzést küld a központból az előfizetőnél elhelyezett vevő és kijelző eszköz felé. A kijelzőn megjeleníthető a csengetéskor a hívó száma, jelzés a hangpostától, hogy üzenet érkezett, szabványosítás alatt áll a mobil hálózatban megszokott SMS kijelezhetősége, stb.

5.2.5.2. Kiegészítő szolgáltatások analóg előfizetői vonalon

A kiegészítő szolgáltatások nincsenek szabványosítva, így a különböző gyártók digitális központjaiban a felajánlott szolgáltatások köre és működése némiképp eltérő. Az alábbi lista a gyakrabban megvalósított többlétszolgáltatásokat sorolja fel.

- Hívásátirányítás feltétel nélkül/ foglaltság esetén/ nem felel esetén
- Hívásvárakoztatás
- Három résztvevős konferencia
- Hívásátirányítás kiválasztható szövegbemondásra

- „Ne zavarj” / hívásletiltás
- Híváskorlátozás – állandó /jelszóval
- Rövidített hívószámok
- Forródrót
- Többszörös telefonszám megkülönböztetett csengetéssel
- Hívószám kijelzés (CLIP)
- Hívószám kijelzés letiltása (CLIR)
- Hívószám kijelzés hívásvárakoztatásnál
- Hangposta üzenet várakozik jelzése
- Hívószám nélküli hívások eldobása
- Újrahívás foglaltság esetén (CCBS)
- Újrahívás nem felel esetén (CCNR)
- Szelektív csengetés / hívásátirányítás / hívásvárakoztatás / hívásfogadás
- Ébresztő hívás eseti/ rendszeres
- Szolgáltató-választás hívásonként/ előválasztással
- Visszahívás az utolsó nem fogadott hívásra

5.2.6. ISDN kiegészítő szolgáltatások

5.2.6.1. ISDN alap- és primer hozzáférés

Digitális összeköttetés az ISDN használó és az ISDN helyi központ között, ahol az ISDN interfészek csatorna szervezése (B – beszédcsatorna, D – jelzőcsatorna):

- alap hozzáférés: $2B + D$ (B = 64 kbit/sec, D = 16 kbit/sec)
- primer hozzáférés: $30B + D$ (B = 64 kbit/sec, D = 64 kbit/sec)

Az ISDN által támogatandó széleskörű szolgáltatások és az ISDN végberendezésekbe épített intelligencia az ISDN előfizetői szakaszon a D-csatornán továbbított *DSS1 közös csatornás jelzésátvitel* alkalmazását igényli.

Az ISDN alap hozzáféréseken kétféle konfiguráció alkalmazható. A *pont-többpont* konfiguráció több egyedi készülék felfűzését és egymástól független igénybevételét teszi lehetővé, akár külön hívószámmal is, pl. ISDN telefonkészülék, fax berendezés, egyes interfész csatlakozókon analóg telefonkészülék és számítógép is csatlakoztatható. A *pont-pont* konfiguráció alközponti berendezések

csatlakozására szolgál. Az ISDN primer hozzáféréseken általában pont-pont konfigurációt alkalmaznak.

5.2.6.2. A kiegészítő szolgáltatások előfizetői vezérlése

A kiegészítő szolgáltatások vezérlésére az ISDN előfizetői szakaszon két eljárás alkalmazható:

- keypad jelzési eljárás

A használó a szolgáltatást * illetve # által határolt számjegy sorozat küldésével veszi igénybe, a PSTN kiegészítő szolgáltatásokhoz hasonlóan. A végberendezés nem tartalmaz intelligenciát, azaz nem ismeri fel szolgáltatások típusát és állapotát.

- funkcionális jelzési eljárás

Szabványos üzenetek, az intelligencia megosztva a végberendezésben és a helyi központban, mindkettőnek ismernie kell a szolgáltatás típusát és állapotát, és támogatni kell a szolgáltatásra vonatkozó funkciókat.

5.2.6.3. ISDN kiegészítő szolgáltatások

Az ISDN előfizetőknek szabványos és nem szabványos kiegészítő szolgáltatások ajánlhatók fel. Az ITU-T és ETSI által szabványosított gyakoribb szolgáltatások az alábbiak:

- Hívószám kijelzése (CLIP)
- Hívószám kijelzés tiltása (CLIR)
- Kapcsolt szám kijelzése (COLP)
- Kapcsolt szám kijelzés tiltása (COLR)
- Végberendezés hordozhatóság (TP)
- Közvetlen használói jelzés (UUS)
- Zárt használói csoport (CUG)
- Alácímzés (SUB)
- Rosszakaratú hívás azonosítása (MCI)
- Konferenciahívás (CONF)
- Hívás átirányítás (CFB, CFNR, CFU)
- Híváseltérítés (CD)
- Hívástartás (HOLD)

- Hívásvárakoztatás (CW)
- Három résztvevős hívás (3PTY)
- Üzenet várakozás jelzése (MWI)
- Automatikus visszahívás foglaltság esetén (CCBS)
- Automatikus visszahívás nem felel esetén (CCNR)
- Díjinformációs szolgáltatások (AOC)

5.2.7. Intelligens hálózati szolgáltatások

Bár az IN koncepció megfogalmazásában az áll, hogy a szolgáltatások gyorsan és rugalmasan megvalósíthatók (kreálhatók) és az előfizetőre szabhatók, az eddig megvalósított rendszereket a gyártók legtöbbször előre programozott, kész szolgáltatásokkal szállítják, és a rugalmasság az előfizetői opciók és paraméterek kiválasztására korlátozódik.

A legelterjedtebb IN szolgáltatások a következők:

- *Zöldszám (Freephone Service)*: a hívás a hívó számára díjmentes, a díjat a hívott fizeti.
- *Kékszám (Shared Cost Service)*: a hívó az aktuális hívásdíjnál kisebb, pl. helyi tarifát fizet, a hívásdíj többi részét a hívott fizeti.
- *Emeltdíjas (Premium Rate Service)*: a hívó az aktuális hívásdíjnál magasabb díjat fizet, melynek egy része a hívottat illeti

A fenti három szolgáltatás közös jellemzője, hogy a szolgáltatásokhoz rendelt szolgáltatáskijelölő (jelenleg Magyarországon a zöldszám 80-as, kékszám 40-es, emeltdíjas szám 90-es) számokon érhetőek el, a hívás díjazási elve a normál hívásokétól eltérő, valamint időfüggő, helyfüggő hívásirányítás határozható meg az egyes hívószámokhoz.

- *Hívókártya (Virtual Card)*: az előfizető a kártyával kezdeményezett hívások díját utólag, a kártyához rendelt állomás telefonszámláján fizeti, a hívás a hívó állomás számára díjmentes.
- *Előre fizetett hívókártya (Prepaid Card)*: a sem chip-et, sem mágnesszalagot nem tartalmazó műanyag kártya meghatározott összegért vásárolható, és az összeg erejéig kezdeményezhető vele hívás. A szolgáltatás esetenként az újratölthetőséget is tartalmazza.
- *Virtuális magánhálózat (Virtual Private Network)*: a megadott állomásokból és alközpontokból magánhálózat alakítható ki, amelyben a belső hívásokra magánhálózati hívószámok és szolgáltatások, valamint csökkentett díjazás alkalmazható.

- *Személyi hívószám (Universal Personal Number):* az előfizetőhöz rendelt speciális hívószám, amelyhez az előfizető beállíthatja, hogy a hívások mikor, melyik fizikai hívószámon végződjenek. A személyi hívószámmal kezdeményezett hívások a hívó állomás számára díjmentesek, a díjat a személyi hívószám előfizetője - a hívókártyához hasonlóan – utólag fizeti.

5.2.8. GSM kiegészítő szolgáltatások

5.2.8.1. Személyre szabható szolgáltatás

A mobil rádiótelefon szolgáltatás jellemzője, hogy a szolgáltatás, azaz a készülék egy-egy személyhez köthető, szemben a vezetékes távbeszélő szolgáltatással, amely a helyhez kötött végberendezéseken több személy által is igénybe vehető. Az intelligens mobil készülékek *személyre szabhatóan* beállíthatók, programozhatók, a fejlesztők egyre több funkciót építenek az egyre kisebb méretű berendezésekbe.

5.2.8.2. Előrefizetett szolgáltatás

A GSM szolgáltatás igénybevételi módjára a hagyományos előfizetés mellett, amellyel az igénybevett hozzáférési szolgáltatások előre, a forgalmi szolgáltatások a havi számlával utólag fizetendők, kidolgoztak egy *előrefizetett, kártyás (prepaid card)* szolgáltatást is, amellyel a kártyához tartozó számlán elhelyezett összeg erejéig kezdeményezhetők hívások, ugyanakkor a kártyához tartozó hívószámon korlátlanul fogadhatók hívások. Az előrefizetett szolgáltatáshoz a rendszernek hívás közben is folyamatosan figyelemmel kell kísérnie a számla állását, és valós időben kell tudnia levonnia az aktuális hívás díját. Emiatt az igénybe vehető szolgáltatások – technikai korlátoktól függően – korlátozottak, így például a nemzetközi bolyongás (roaming) is fejlesztést igényel.

5.2.8.3. CAMEL

A nemzetközi roaminggal kapcsolatos a szabványosítás alatt álló *CAMEL* (Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic) hálózati funkció. A CAMEL az intelligens hálózati funkcióval lehetővé teszi, hogy idegen hálózatban való bolyongásnál a felhasználó a honos hálózatban beállított szolgáltatási környezetét transzparens módon tudja használni, mégpedig nemcsak a szabványos, idegen

hálózat által támogatott kiegészítő szolgáltatásokat, hanem a nem szabványos, honos szolgáltató által nyújtott szolgáltatásokat is, pl. hívásszűrések, szelektív irányítások, hangbemondások, interaktív információ elérés és adatbevitel.

5.2.8.4. GSM kiegészítő szolgáltatások

- Hívószám kijelzése (CLIP)
- Hívószám kijelzés tiltása (CLIR)
- Kapcsolt szám kijelzése (COLP)
- Kapcsolt szám kijelzés tiltása (COLR)
- Hívás átirányítás feltétel nélkül (CFU)
- Hívás átirányítás foglalt mobil előfizető esetén (CFB)
- Hívás átirányítás nem felel esetén (CFNRy)
- Hívás átirányítás nem elérhető mobil előfizető esetén (CFNRc)
- Híváseltérítés (CD)
- Hívástartás (HOLD)
- Hívásvárakoztatás (CW)
- Több résztvevős hívás (MPTY)
- Hívás kezdeményezés letiltás (BAOC)
- Nemzetközi hívás kezdeményezés letiltás (BOIC)
- Bejövő hívás letiltás (BAIC)
- Bejövő hívás letiltás külföldön (BAIC-Roam)
- Zárt használói csoport (CUG)
- Díjinformációs szolgáltatások (AOC)
- Közvetlen használói jelzés (UUS)

5.3. Párbeszédre kialakított hálózatok más célú felhasználásával megvalósított szolgáltatások

Szerző: Madarász Erika

Lektor: Nándorfi Gyuláné dr.

A párbeszédet a távközlésben az 5.2 alfejezetben ismertetett távbeszélő szolgáltatás valósítja meg, amelyhez a távközlő hálózatokban kétirányú, szimmetrikus, valós idejű beszédátvitelt kell biztosítani. A távközlés fejlődésével új távközlési szolgáltatások és alkalmazások születtek, amelyekre vagy új, az eddigiektől eltérő távközlő hálózatot hoztak létre, vagy amelyek kihasználták a meglévő hálózatok képességeit és tulajdonságait egy, az eredeti céltól eltérő alkalmazásra. Ma már azért különösen bonyolult dolog sokféle szolgáltatást nyújtani lehetőleg egységesen, mivel a távbeszélő szolgáltatást egy világméretű, szövevényes hálózat valósítja meg a különböző távközlő hálózatok összekapcsolásával és együttműködésével.

A távbeszélő szolgáltatás céljára kialakított hálózat alkalmas arra is, hogy eredeti rendeltetésén messze túlmutató más célra is felhasználják. A lakosság számottevő része már rendelkezik hozzáféréssel ehhez a viszonylag drága hálózathoz, ezért a többrétű kihasználás indokolt.

Felhasználható a hálózat azon képessége, hogy bármely két végpontja között felépíthető összeköttetés, nemcsak két felhasználó, hanem egy felhasználó és egy szolgáltatást nyújtó rendszer vagy szerver között is, és ezen az összeköttetésen nemcsak beszéd, hanem másfajta információ is átvihető. Az alkalmazások köre olyan széles, hogy ebben a pontban csak néhány jellemző példa bemutatására van lehetőség. Az alkalmazások előtt azonban a hálózat azon jellemzőit foglaljuk össze, amelyek meghatározóak a szolgáltatások és alkalmazások szempontjából.

5.3.1. Párbeszédre kialakított hálózatok

A távbeszélő szolgáltatás céljára kialakított áramkörkapcsolt hálózatok, amelyek analóg vagy digitális csatlakozást tesznek lehetővé vezetékes vagy rádiós hozzáféréseken.

Vezetékes és mobil hálózatok

A közcélú távbeszélő hálózatban (PSTN) általában 300 – 3400 Hz frekvencia-tartományú hangfrekvenciás átvitelt valósítanak meg. Habár az analóg átvitelt és kapcsolást fokozatosan felváltja a digitális technika, a felhasználók továbbra is csatlakozhatnak a hagyományos készülékekkel az analóg előfizetői hozzáféréseken. Az általuk igénybe vehető szolgáltatásokat és alkalmazásokat az analóg készülék és az analóg interfész képességei határozzák meg (ld. 5.2 alfejezet).

A digitális technika funkcionális fejlesztést is lehetővé tesz, ilyen az integrált szolgálatú digitális hálózat (ISDN) szabványos rendszere. Az integrált szolgálat azt jelenti, hogy a rendszer a távbeszélő szolgáltatáson kívül több távszolgáltatás és hordozószolgálat támogatására képes.

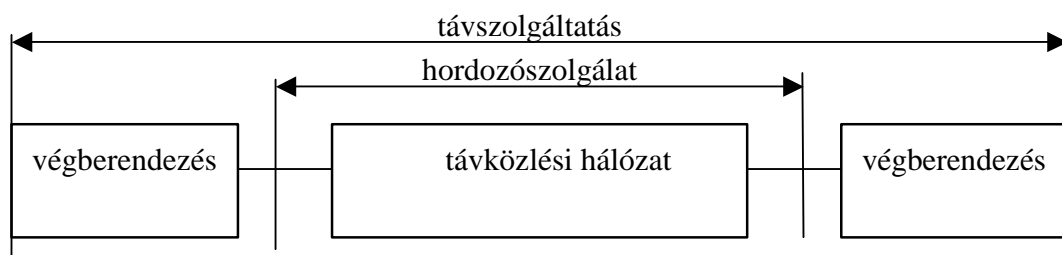
A PSTN/ISDN rövidítéssel jelölt vezetékes hálózatok jellemzője, hogy az analóg (PSTN) és digitális (ISDN) hozzáférést vegyesen alkalmazzák, azonban a kapcsoló központ valamint a beszédátviteli és jelzeshálózat közös. A hálózat különböző szolgáltatók különböző fejlettségű és képességű részhálózatainak összekapcsolásával jön létre, így inhomogén. Ez a szolgáltatások és alkalmazások egységes elterjedését gátolja.

Az egyes mobil rádiótelefon szolgáltatók hálózatai önálló rendszerek, a PSTN/ISDN hálózattal és más mobil szolgáltatók hálózataival átjáró központok kötik össze jól meghatározott interfészekon. Az első generációs analóg rendszerek csak távbeszélő szolgáltatást nyújtottak, de a második generációs GSM digitális rendszereket - az ISDN-hez hasonlóan - már több távszolgáltatás és hordozószolgálat megvalósítására tervezték.

Hordozószolgáltatások és távszolgáltatások

A távszolgáltatás a végberendezés felhasználói interfészén értelmezhető, a hordozószolgáltatás pedig a végberendezés hálózati interfészén, ahogy az 5.3.1 ábrán látható:

- távszolgáltatás távközlési szolgáltatás, amely a felhasználók közötti, a hálózatüzemeltetők megállapodásainak megfelelő protokoll szerinti kommunikáció teljes képességét nyújtja, beleértve a végberendezés funkciókat is
- hordozószolgáltatás távközlési szolgáltatás, amely a hálózat hozzáférési pontok között a jelek átvitelének képességét nyújtja



5.3.1 ábra A távszolgáltatások és a hordozószolgáltatások értelmezése

A hordozószolgáltatásnak főként a végberendezés számára van jelentősége, a felhasználóval közvetett kapcsolatban áll, így az alkalmazások szempontjából másodlagos jelentőségű, ezért ezeket nem ismertetjük, csak néhány példával szemléltetjük. ISDN hordozószolgáltatás például:

- 64 kbit/s, korlátatlan, 8 kHz-es, strukturált, áramkörmódú hordozószolgáltatás
- Váltakozó beszéd és 64 kbit/s, korlátatlan, 8 kHz-es, strukturált, áramkörmódú hordozószolgáltatás
- Virtuális hívás és permanens virtuális áramkör csomagmódú hordozószolgáltatás

A távszolgáltatást a felhasználó a berendezésen közvetlenül érzékeli, ezek olyan a szolgáltatások és alkalmazások, amelyekre az alfejezet címe is utal. A szabványosított távszolgáltatások előnye a szolgáltatók közötti együttműködés biztosítása, a szabványos interfész és berendezés miatt a berendezések kereskedelmi forgalmazása és a nagy tömegű gyártás miatt a mérsékelt berendezés árak.

Az elterjedtebb ISDN távszolgáltatások a következők:

- telefon kétirányú, valós idejű párbeszédet tesz lehetővé a hálózaton a felhasználók között
- teletex dokumentumok átvitele teletex kódolású információ formában memóriából memóriába a hálózaton
- telefax G4 dokumentumok átvitele faximile kódolású információ formában az ISDN-en
- videotex szöveges és grafikus információ elérési és letöltési lehetősége, postafiók funkcióval kiegészítve
- 7 kHz-es telefon jó minőségű, kétirányú valós idejű párbeszéd lehetősége az 50-7000 Hz-es hangfrekvenciás jelek átvitelével a hálózaton

A GSM rendszerben szabványosított ismertebb távszolgáltatások:

- telefon
- segélykérő hívások
- rövid üzenet - mobil végződés (SMS MT/PP)
- rövid üzenet - mobil kezdeményezés (SMS MO/PP)
- rövid üzenet - cellán belüli szórás (SMS CB)
- váltakozó beszéd és telefax G3
- automatikus telefax G3

A felsorolt távszolgáltatások közül néhányat a következőkben részletesebben is ismertetünk.

5.3.2. Telefax

A telefax szolgáltatás arra épül, hogy a távközlő hálózaton felépített összeköttetésen nem beszédet, hanem adatot továbbítanak két végpont között, pontosabban két terminál között. Az információ átvitel egyirányú, a szolgáltatáshoz szükséges kiegészítő funkciókat a végberendezésben valósítják meg.

A telefax működése elve az, hogy a terminál az átviendő dokumentumot letapogatja, digitalizálja, a felépített összeköttetésen a hálózatnak megfelelő kódolás és protokoll szerint az adatokat átviszi, majd a hívott terminál a jeleket dekódolja és a digitális adatokból visszaállítja az eredeti dokumentum hasonmását (faximile).

A telefaxot először a PSTN-ben alkalmazták, ahol oly mértékben sikeressé vált, hogy az újabb generációs hálózatokban is meg kellett valósítani, ez az ISDN és GSM telefax távszolgáltatásának oka. A sikere abban rejlik, hogy nem kell a hálózatban fejlesztés, csak a végberendezést kell cserélni. Alakhú átvitelt biztosít,

dokumentum értékű, ezért a telefonnal szemben felhasználható a hivatalos ügyintézésben, és előnye még a postai küldeményeknél gyorsabb kézbesítés is.

A berendezések együttműködését a szabványos működés teszi lehetővé. A PSTN-ben alkalmazott 3-as csoportú, G3 (Group 3) analóg berendezések a digitális adatot hangfrekvenciás analóg jelekké alakítják. Az ISDN-ben szabványosított 4-es csoportú, G4 digitális telefax berendezések a jelet digitális formában, jóval nagyobb információ átviteli sebességgel viszik át, amennyiben az összeköttetés két G4-es telefax között épül fel. A G4-es berendezések G3-as üzemmódban is tudnak működni, így az átvitel akkor is biztosított, ha a vonal másik végén G3-as berendezés van.

A GSM-ben szabványosított telefax távszolgáltatás a G3 üzemmódot teszi lehetővé. A mobil hálózatban az automatikus telefax külön távszolgáltatás, mivel a telefon távszolgáltatás nem alkalmas fax átvitelre a telefonon alkalmazott beszédkódolás miatt. A mobil fax rádiós interfészén nem alkalmaznak beszédkódolókat, kivéve a váltakozó beszéd és telefax távszolgáltatásnál, ahol az üzemmód a híváson belül átváltható.

A telefax átvitel az alábbi szakaszokból áll:

- hívásfelépítés. A telefonhívás felépítésével azonos módon, a hívott berendezés hívószámának beadásával kezdeményezhető.
- modem átviteli mód egyeztetés. A hívott jelentkezése után a két berendezés a szabványos protokollal megállapodik az alkalmazott üzemmódról, valamint a berendezések és a hálózat átviteli képességeinek megfelelő átviteli sebességről.
- Adatátvitel. A letapogatott és digitalizált adatok átvitele a megállapodás szerint. Ha az átvitel minősége a hívás során változik, a berendezések az átviteli sebességet változtatni tudják.
- Nyugta. Az átvitel sikerességéről, vagy a sikertelenségről a hívott berendezés visszajelzést küld, amit a hívó oldali készülék kijelez vagy kinyomtat.

5.3.3. Hangposta

A hangposta alapfunkciója az üzenetrögzítés. Ekkor nincs kétirányú csak egyirányú beszédátvitel, és nem valós időben, hanem időben szétválasztva továbbítja az üzenetet a hívótól a hívottnak.

A hangposta rendszer egy központilag megvalósított üzenetrögzítőnek is tekinthető, amiben a hívók üzenetet hagyhatnak, a hívott pedig meghallgathatja az üzeneteket, törölheti, archiválhatja, stb. A hangposta rendszerben az előfizetők hangpostafiókot bérelnek, a rendszer nagyszámú előfizető kiszolgálására képes. A hangpostafiók kétféleképpen definiálható, egy meglévő telefonhoz rendelve, vagy önálló postafiókként.

A telefonhoz rendelt hangpostába akkor jutnak el a hívások, ha a telefonkészületről beállítják, milyen feltételek esetén kell a beérkező hívásokat a hangpostára irányítani, például, ha a vonal foglalt, vagy a hívást egy megadott időn belül nem fogadják. Az ilyen hangpostafióknak nincs hívószáma, nem lehet közvetlenül felhívni. A rendszerbe érkező hívásokat az a telefonszám azonosítja, ahonnan a hívást tovább irányították. Meg kell oldani, hogy ha a hangpostafiókba üzenet érkezik, erről a hozzárendelt telefonon a hívott előfizető értesüljön, és a távbeszélő hálózatban ez általában nem egyszerű feladat. Egyrészt át kell vinni ezt az jelzést a hangposta rendszertől az előfizető központjába, másrészt az előfizetőnél ezt meg kell jeleníteni. A hangpostában várakozó üzenet jelezhető

- értesítő hívások sorozatával, amíg az előfizető nem válaszol; ez nem igényel a hálózattól módosítást, azonban terheli a hálózatot, és sokszor sikertelen az értesítés
- megváltoztatott tárcsahanggal; ehhez a jelzést általában el kell juttatni a hálózaton a központba, ami speciális kiegészítést igényel a jelzésrendszerben, és a módszer hátránya, hogy az észleléséhez fel kell emelni a kézibeszélőt
- a telefonkészüléken egy lámpa kigyújtásával, vagy a kijelzőn megjelenített jellel; ez a jelzésrendszeri kiegészítésen kívül még az előfizetői jelzésrendszerben és a készülékben is jelentős módosítást igényel, ami például az analóg vonalon a hívószámjelzéssel együtt valósítható meg

Az üzenetek lehallgatása az adott telefonról egyszerű, de lehetőség van tetszőleges készülékről távoli lehallgatásra is.

Az önálló hangpostafiók külön hívószámmal rendelkezik, a hívószám felhívásakor közvetlenül a hangposta rendszer jelentkezik, ahol üzenet hagyható. Az új üzenetek jelzésére nincs lehetőség. Az üzenetek lehallgatása bármelyik telefonról igénybe vehető.

A faxposta szolgáltatás a postafiókban fax üzeneteket tud fogadni és tárolni. A működése a hangpostához hasonló, általában a hangposta rendszerbe integráltan

valósítják meg. Különösen hasznos az időszakosan nagy forgalmú telefax vonalak kiegészítéseként, mivel a faxposta egyidejűleg számos telefaxot tud fogadni, így a telefax szám sosem foglalt. Kis forgalmú időszakban a faxüzenetek sorban letölthetők. Előnye még a faxpostának, hogy körfaxok is küldhetők vele, így elég egyszer elküldeni az üzenetet sok címzett számára.

Alkalmazás a hálózatban

A hangposta szolgáltatás először az alközpontokban honosodott meg, ahol az alközponti hálózat kézbe tartható, a rendszer egyszerűbben megvalósítható.

A következő sikert a mobil hálózatok jelentették, ahol az időszakosan kikapcsolt készülékek és a kezdeti nem teljes lefedettség miatt nagyobb az igény a hangpostára, ugyanakkor a megvalósítás is egyszerűbb, mivel az egyes mobil szolgáltatók hálózata egységes rendszert alkot, amibe egyszerűen lehet a hangpostát integrálni. Az üzenetek jelzése is kitűnően megoldott a rövid szöveges üzenetek (SMS, ld. 5.3.4 pont) alkalmazásával.

A PSTN/ISDN hálózatokban az üzenetrögzítő előfizetői készülékek megjelenése után jelent meg a hangposta és a várakozó üzenet jelzésére még a fenti módszereket vegyesen használják.

A hangposta rendszerek továbbfejlesztésének jellemző iránya az egységes üzenetkezelés (Universal Messaging), ahol a különböző formájú üzeneteket egységesen kezelik, ezek egymásba alakíthatók, például az e-mail üzeneteket igény esetén a rendszer felolvassa, a hang és fax üzenetet e-mailben elküldi, az e-mail fejlécét SMS-ben megküldi, stb.

5.3.4. SMS - Rövid szöveges üzenet

Az SMS (Short Message Service) a GSM mobil hálózatok legsikeresebb nem-beszédcélú alkalmazása, amely rövid szöveges üzenetek küldését tesz lehetővé a mobil készülékek számára.

Az üzenet mobil készüléktől mobil készülékig való küldése két szakaszból áll, ami két GSM távszolgáltatás egymás utáni alkalmazásával jön létre:

- üzenet a mobil készüléktől az SMS szolgáltatás központig (MO/PP - Mobile Originated/Point to Point)

a készülékről egy maximum 160 karakterből álló szöveges üzenet küldhető, amelynek címzettje általában egy hívószámával megcímezett mobil készülék, de a szolgáltatók közötti megegyezés alapján elvileg a címzett a személyhívó és a PSTN/ISDN hálózat előfizetője is lehet

- üzenet az SMS szolgáltatás központból a mobil készülékre (MT/PP - Mobile Terminated/Point to Point) szöveges üzenet elküldése a hívószámával megcímezett mobil készülékre, amely üzenet általában egy másik mobil készülékről érkezik, de elvileg más távközlési hálózatokról (pl. Internetről) és kezelő közvetítésével is beérkezhetnek üzenetek

Mobil készülékről küldött üzenet kézbesítéséről opcionálisan nyugta is kérhető.

A GSM harmadik SMS távszolgáltatása a cellán belüli üzenetszórás (CB - Cell Broadcast), ami maximum 93 karakteres üzenetek küldését teszi lehetővé, kiegészítve azzal a lehetőséggel, hogy max. 15 ilyen üzenet összefűzésével hosszabb üzenet is összeállítható. Az üzenetet a cellában tartózkodó készülékek mindegyike veszi, az üzenet azonosítója alapján a készülék ki tudja szűrni a már megjelenített, vagy nem kívánt üzeneteket. Az üzenetszórást fontos és sürgős, helyi jellegű vagy általános üzemviteli információk közlésére célszerű felhasználni.

Az SMS alkalmazások folyamatosan bővülnek, a jelenlegi felhasználási területei például a következők:

- személyes üzenetek mobil felhasználók között a legelterjedtebb alkalmazás, az üzenet száma összemérhető a mobil hívások számával
- információ előfizetés egy információsztól megrendelhető rendszeres adatszolgáltatás, pl. valuta vagy tőzsdei árfolyam, nyerőszámok, stb.
- eseti értesítés más rendszerektől a megrendelőt bizonyos eseményekről SMS-ben értesítik, például a bankkártya használatáról

Az SMS mobil hálózati sikere a vezetékes hálózatban is felkeltette az igényt a szolgáltatásra. Megkezdődött a szolgáltatás műszaki kidolgozása, amely a hálózati jelzésrendszer és az analóg vonalak előfizetői jelzéseinek fejlesztését igénylik. ISDN készüléken az SMS szolgáltatás a meglévő kijelzővel és előfizetői jelzésrendszerrel aránylag egyszerűen megoldható. Analóg vonalon a szolgáltatás megvalósítását a hívószámjelzésre bevezetett protokoll és kijelző funkcionális továbbfejlesztésével tervezik.

5.3.5. Internet hozzáférés

A PSTN/ISDN hálózat az Internet világméretű adathálózatán nyújtott szolgáltatások elérésére is felhasználható. Ehhez az Internet szolgáltatónak (ISP - Internet Service Provider) egy olyan átjáró (gateway) berendezést kell telepíteni, amely a távbeszélő hálózat és az Internet közötti kapcsolatot megteremti. Az átjáró az Internet felé IP-címmel és adatkapcsolattal rendelkezik, a PSTN/ISDN oldalon pedig telefonszámmal és távbeszélő vonalakkal.

A szolgáltatás lényege, hogy a felhasználó a telefonszám felhívásával távbeszélő összeköttetést hoz létre az átjáróig, amelyen keresztül a számítógépe és az Internet hálózat közötti kommunikáció digitális jelei átvihetők. A digitális jelek átviteléhez mind az előfizetőnél, mind az átjáró berendezésben modem szükséges, amely a vonalnak megfelelően kódolja a jeleket.

A hozzáférést biztosító Internet szolgáltató általában megállapodást köt a felhasználóval a szolgáltatás igénybevételének feltételeiről. A felhasználókat a szolgáltató a bejelentkezéskor azonosítja, ellenőrzi a jogosultságot, az igénybevételt feljegyzi és a megállapodás szerint számlázza. A modemes hozzáféréseken az Internet szolgáltatások, pl. www, e-mail, FTP, chat, SMS küldés, stb. korlátozás nélkül elérhetők, korlátot csak a távbeszélő vonal adatátviteli sebesség képességei jelentenek.

5.3.6. WAP

A WAP (Wireless Application Protocol) a mobil hálózatokra kialakított böngésző, amely az Internethez hasonló funkciókat biztosít, azonban eltérő szolgáltatás és tartalom készlettel. A WAP nem az Internethez való hozzáférést biztosítja, mivel a mobil készülékek rádiós interfésze korlátozott adatátviteli sebességet, a készülék kijelzője pedig kisméretű képernyőt tesz lehetővé. A WAP-pal elérhető információkat ennek megfelelően szerkesztik és struktúrálják.

A WAP portálok elhelyezett információk folyamatosan bővülnek, és jellemző még, hogy a mobil szolgáltatók általában saját portált hoznak létre.

5.3.7. Telefonos információ és ügyintézés

Információ és szórakozás

A távbeszélő szolgáltatással szinte egyidős Telefonhírmondó óta számos, különböző jellegű információ érhető el telefonon.

Az információ jellege szerint megkülönböztethetünk közérdekű, (pontos idő, menetrend, időjárás, utazási információ, lelki segély, stb.) kereskedelmi jellegű (valutaárfolyam, adótanácsadás, stb.) és a szórakoztatás körébe tartozó (nyereményjáték, horoszkóp, mese, stb.) információt.

Az információ nyújtásának módja lehet egy rögzített bemondás, lehet egy interaktív, menüjellegű, strukturált rögzített információ, nyújthat üzenethagyási lehetőséget, lehet személyes beszédkapcsolat és ezek kombinációja.

A hívás díja szerint is különbséget tehetünk. Egyes információk normál hívásdíjjal érhetőek el, de vannak a hívás időtartamától független, rögzített díjas szolgáltatások is (pl. tudakozó), és nagy számban található a speciális díjazású, azaz díjmentes (zöldzám), osztott díjas (kékszám) és emeltdíjas számokon elérhető szolgáltatások is.

A tartalom szolgáltatásokról bővebben az 5.4. alfejezetben olvashatnak.

Telefonos ügyfélszolgálat (call center, contact center)

A távbeszélő hálózat alkalmazásának fontos területe a telefonos ügyintézés. A telefon elterjedése, valamint az erre a célra kifejlesztett technológia és berendezések megteremtették a lehetőséget, a szolgáltatók versenye pedig az igényt az ügyfelek gyors és kényelmes kiszolgálását gazdaságosan biztosító hívásközpontok (call center) egyre szélesebbkörű alkalmazására.

A hívásközpontok fő feladata leegyszerűsítve annyi, hogy a hívásközpontba telefonáló ügyfeleket és leendő ügyfeleket összekapcsolják az ügyintézőkkel, akik a kért információt a termékekről, szolgáltatásokról, valamint az ügyfél adatairól elérik, és a kért megbízásokat, megrendeléseket teljesítik. A kereskedelem és a szolgáltató ipar (pl. bankok, biztosítók, távközlési szolgáltatók, légitársaságok, áruházak, jegyirodák) területén az ügyfelekkel való kapcsolat fontossága közismert. A híváskezelő központok a kapcsolat első vonalában helyezkednek el, ezért lényeges

szempont a hívások minél magasabb színvonalú kezelése, az ügyfelek minél jobb kiszolgálása, elégedettsége, ami a jó üzleti kapcsolat elengedhetetlen feltétele. Ez a cél a technológia és a képzett személyzet kombinálásával, speciális híváskezelési funkciók létrehozásával érhető el, amely folyamatosan menedzselhető és vezérelhető, és amely a fő üzleti tevékenységet támogatja.

A hívasközpontokban alkalmazott technológia, amely a távközlési és informatikai rendszer integrálása a tevékenységnek, ügyintézésnek és ügyfeleknek megfelelően kialakítva, folyamatosan fejlődik. Az automata hívás elosztó (ACD - Automatic Call Distributor) és az intelligens bemondó rendszerek (IVR - Interactive Voice Responce) funkciói fejlődnek, az ügyfelekkel való kapcsolattartás módja a telefon, telefax és Internet eléréssel és ezek kombinálásával bővül. Az Internetes hívasközpontban például az ügyfél a cég honlapjáról e-mailt küldhet ügyintézőnek, vagy telefonhívást kérhet a hívasközpont ügyintézőjétől a saját telefonjára. Ha van a számítógépén Internet telefon, ami beszédet tud átvinni Internet Protokollal (VoIP – Voice over Internet Protocol), akkor a Webről egy ikonnal beszélgetést kezdeményezhet a hívasközpont ügyintézőjével, a fennálló Internet kapcsolat felhasználásával. Ezután az ügyintéző és ügyfél beszélgethetnek és egyidejűleg közösen böngészhetnek a Weben, Web lapokat küldhetnek egymásnak, vagy közösen tölthetik ki a megrendelő lapot. Az ügyintéző információkat adhat a termékről, elkalauzolhatja az ügyfelet a megfelelő helyre a Weben, segíthet a választásban, döntésben és megrendelésben. A végeredmény egy sikeres elektronikus vásárlási tranzakció is lehet.

Az ügyfélkapcsolati központ (contact center) az ügyfél-centrikus szemlélet előtérbe kerülésével kialakított hívasközpontok új generációja, amelyben kvalifikált ügyintézők professzionális számítástechnikai és távközlési támogatással akár egy lépésben is meg tudják válaszolni az ügyfelek kéréseit. Az ügyfélkapcsolati központ kialakításának eszköze az ügyfélkapcsolat menedzselő rendszer (CRM- Customer Relationship Management), amely az ügyintézők támogatására integrálja a híváskezelési alkalmazásokhoz a központon belül a kommunikációs csatornákat, és ezeket integrálja a vállalati folyamatokkal, számítástechnikai rendszerekkel, adatbázisokkal.

5.3.8. Egyéb alkalmazások

A párbeszédre kialakított hálózatok más célú alkalmazásainak teljes körű bemutatására nem vállalkozhatunk, a folyamatosan bővülő és fejlődő további felhasználási területek közül azonban ebben a pontban néhányat röviden ismertetünk.

Konferenciahívás

A konferencia kettőnél több végberendezés közötti kommunikációt tesz lehetővé, aminek a megvalósításához a hálózatban konferencia berendezést kell telepíteni.

Az előfizető által megrendelt konferencia felépítését vagy egy kezelő személy, vagy egy erre jogosult előfizető a készülékéről vezérelheti a résztvevők egymás utáni bekapcsolásával.

Egy másik típusú konferencia az, amikor a konferencia berendezés egy hívószámmal felhívható, és a hívók a telefonszám felhívásával kapcsolódhatnak a konferenciába. Ezt a típusú konferenciát kétféleképpen is lehet alkalmazni. Zárt körű felhasználás lehetséges, ha a telefonszámot a megrendelő nem hozza nyilvánosságra, hanem csak az általa kiválasztott személyekkel közli, és előzetesen megbeszélt időszakokra veszi igénybe a konferenciát. Nyilvános szolgáltatás nyújtható, ha a telefonszámot meghatározott témakörben meghirdetik, és a téma iránt érdeklő személyek a telefonszám felhívásával bármikor beszélhetnek egymással. Ez utóbbit csevegő vonalnak is szokták nevezni, kedvelt téma a társkeresés.

A PSTN/ISDN hálózaton nemcsak beszédkonferencia, hanem videokonferencia is nyújtható. Ehhez azonban a konferencia helyszínein mindenhol telepíteni kell a berendezést, és az egyik helyszínt a konferencia vezérlésére kell kialakítani. Vállalatok és intézmények egyre nagyobb számban használják a különböző telephelyeik vagy egy esemény különböző helyszíneinek összekapcsolására, mivel tetemes utazási költség és munkaidő takarítható meg a videokonferenciával.

Helymeghatározáson alapuló szolgáltatások

A tartalomszolgáltatások egy speciális esetének tekinthető, ha egy szolgáltatás hívószámának felhívásakor a hívó a hívás helyének megfelelő, a helyre vonatkozó információt kap automatikusan, a hálózatban alkalmazott helymeghatározási funkció alapján. PSTN/ISDN hálózatban ez az Intelligens hálózat felhasználásával valósítható meg, mobil hálózatban pedig a bázis állomásokba és a rendszerbe épített funkcionális képességek felhasználásával.

Példaként vezetékes hálózatban a nagy áruházláncok és értékesítési hálózatok árumegrendelését említhetjük a legközelebbi kirendeltséghez való kapcsolással (pl. pizza házhozszállítás), vagy mobil hálózatnál a helyi közlekedési, időjárás, üzleti, vendéglátási, stb. információk elérését.

Távsvavazás

A telefonon leadott szavazatok számlálását és összesítését teszi lehetővé. A szavazatok alakulása folyamatosan követhető, de kérhető csak a végeredmény is. Több lehetőség közül a megfelelő telefonszám felhívásával lehet választani.

A szolgáltatás arra is felhasználható, hogy kiválassza az x-edik hívót, akit pl. kezelőhöz vagy adásba kapcsolnak, nyereményt kap, stb. Megadható, hogy külön számolja pl. a budapesti és vidéki hívásokat, hogy egy hívószámról csak egy szavazatot fogadjon el, stb.

Telefonos adományok

A távbeszélő hálózat karitatív célokra is felhasználható. A jótékony célokra meghirdetett hívószámokat meghatározott, általában emelt díjjal számlázzák a hívónak, amely díjak adott részét a távközlési szolgáltató az illetékes szervezetnek továbbítja, amely azt a megadott célra fordítja. Az adományok gyűjtésére az emeldíjas hívószámok kiválóan alkalmasak, de felhasználható erre a célra a hálózatnak az a funkciója is, amellyel egyes telefonszámok felhívását a hívó számára a hívás időtartamától függetlenül egy meghatározott fix összeggel lehet számlázni (pl. minden hívás 100 Ft).

Riasztások

Szokásos a tűzjelző és betörésjelző riasztó rendszerek jelzéseinek átvitelére a távbeszélő hálózatot igénybe venni, akár egy diszpécser központba, akár az előfizető meghatározott hívószámára. A riasztó rendszereket nemcsak vállalatok veszik igénybe, hanem lakások védelmére szolgáló riasztó berendezést is nagy számban telepítenek a lakások telefonvonalára.

5.4. Információtartalmat nyújtó szolgáltatások

Szerző: dr. Házkötő Béla

Lektor: Stefler Sándor

Történeti háttér

Az emberiség kultúrtörténete során mindig nagy jelentősége volt az információnak. Kezdetben az információ közlése csupán szóbeli volt, kibővítve (helyettesítve) különböző jelekkel, jelzésekkel. Komoly hátránnyá jelentkezett az, hogy a közölt információ csak a közlés időpontjában volt hasznosítható, a következő pillanatban már elveszett, csak veszteséggel, torzítással volt reprodukálható. Ezért az ember hamar tárolási módokat keresett és talált. Eleinte kezdetleges rajzok, sziklába, fára, csontra karcolt, vésett jelek hordozták az információ lényegi elemeit meghatározott emberek, kisebb csoportok számára. Később, a különböző írás fajták "kifejlesztése" bővebb és időállóbb lehetőséget eredményeztek. Az, hogy a Föld egymástól elszigetelt helyein, földtörténeti léptékkal mérve közel azonos időpontban különböző írási technikák (betű-, kép-, rovásírás stb.) fejlődtek ki, mutatja, hogy milyen erős volt igény az információ "archiválására". Átütő változást jelentett a könyvnyomtatás feltalálása. Ekkor már lehetővé vált az információ elvileg korlátlan számú és viszonylag olcsó sokszorosítása, nagy tömegek számára való terjesztése. Megjelentek az újságok. Ekkor már elkülönült a tartalom készítése (szerkesztőség), terjesztése (könyvkiadó), tematikus hordozók jelentek meg (pl.: lexikonok). Az információs tartalomszolgáltatás elméleti alapjai gyakorlatilag kialakultak.

A további lehetőségeket a technikai fejlődés: az elektrotechnika, majd az elektronika kialakulása, majd a távközlés térhódítása adta. Míg kezdetben a távíró pl. csupán technikai kisegítője volt az újságírásnak, a távbeszélő nagyon hamar önálló lehetőségeket biztosított.

Alig néhány évvel a telefon feltalálása után, 1881-ben a párizsi világkiállításon mutatta be Puskás Tivadar a Telefonhírmondót, amely 1882-es budapesti premierje után a világ első műsorelosztó rendszere lett. Változatos műsort közvetített napi 14,5 órában néhány ezer előfizetőjének. Közel 30 éves működés után átadta helyét az új

trónkövetelőnek: a rádióknak. Alig 10 év múlva megkezdődtek a televízió szárnypróbálgatásai; előbb fekete-fehér, majd színes technikával ismét új műfajt teremtett a médiában. Közben megjelent a számítógép, az informatika is viharos fejlődésnek indult. Kialakultak a távközlés egyre nagyobb teljesítőképességű, változatos technológiai és megindult a két terület konvergenciája. Világméretű számítógép-hálózat épült ki és az Internet soha nem tapasztalt sebességgel hódította meg a világot felbecsülhetetlen távlatokat kínálva az emberiségnek. Elkövetkezett az információs forradalom új szakasza: az információhoz való hozzáférés az ember alapvető jogává vált és megindult az információs társadalom kiépítése.

5.4.1. A tartalom

Az egyes szolgáltatások tárgya, a tartalom sok hasonlóságot mutat, bár kisebb-nagyobb mértékben különbözik is az egyes technológiáktól és egyéb tényezőktől függően. Az információ szabad áramlása és az információhoz való hozzáférés deklaráltan [5.4.1.] az alapvető emberi jogok közé tartozik.

A tartalom jellege és az aktuális időponthoz kötődése alapján a tartalomszolgáltatások az alábbiak szerint csoportosíthatók:

	Adott időponthoz kapcsolódó	Tartós
Informatív	Híradó, időjárás, útinform, tőzsdei árfolyamok,	Lexikon, tankönyv, térkép
Szórakoztató	Aktuális kabaré, újsághír, glossza, tájbemutató programajánlattal...	Film, színmű, zenemű, képtár, vers...

Az információ azonban tartalmazhat olyan anyagokat, amelyek törvényellenesek, vagy sértik más emberek, embercsoportok érdekeit, erkölcsi, morális vagy vallási meggyőződését és károsak lehetnek a gyermekek, fiatalok fejlődésére. Az Emberi Jogok Európai Konvenciója [5.4.1.] felhatalmazza a hatóságokat arra, hogy a nemkívánatos tartalmakra vonatkozóan tiltásokat és korlátozásokat tegyenek anélkül, hogy alapvető emberi jogok sérüljenek.

Ezek a nemkívánatos tartalmak két nagyobb csoportra oszthatók: törvényellenes (illegális) és törvényes, de különösen a kiskorúak számára károsnak minősülő csoportra. Míg az első csoport megítélése egyértelmű és egységes, a másodiké országonként változhat.

A probléma összetettségére vonatkozóan röviden tekintsük át a média és a nemkívánatos tartalom kapcsolatának néhány lehetséges aspektusát:

az elektronikus médiához való hozzáférés lehet:

a.) Televízió

- szabad (kódolatlan);
- fizetős (kódolt);
- "szakértői" (pl. orvosi fizetős);
- interaktív (pl. videó játékok, CD-ROM-ok vagy Internet alkalmazásával);
- programozott idejű (gyermekműsorok ideje, fő-műsoridő, késő esti műsoridő),

b.) Egyebek

- Internet;
- videó (szabad vagy korlátozott hozzáférésű).

A műsorok lehetnek

a.) Televízió műsorok, úgymint hírműsorok; aktuális ügyek; dokumentumműsorok, tudományos műsorok; "reality" műsorok; könnyű szórakoztatás, zene, videó-klippek; játékok, vetélkedők; sportműsorok; vallási műsorok; gyermek műsorok; filmek, színház; reklám, TV vásárlás (teleshopping); műsorajánlatok stb.

b.) Rádió műsorok, úgymint hírműsorok; aktuális ügyek; könnyű szórakoztatás, zene; sport; vallási műsorok; ifjúsági műsorok; reklám stb.

c.) Egyéb, pl. videó kazetták, egyéb hordozók; videó játékok; multimédia.

Az erőszak megjelenítése a médiában

Az erőszak bemutatásának formái lehetnek:

- fizikai erőszak; szexuális erőszak; szóbeli erőszak; fenyegetés; öntörvényűség (pl. fizikai agresszió); az eredmény (pl. sebesülés vagy halál, testi károkozás) stb.

Az erőszak a szöveggel (képpel) való összefüggése szerint lehet:

- információ; oktatás; tudatlanság, tájékoztatatlanság (jótékonykodás); művészi kifejezés; szórakoztatás; szociológia, irónia, humor; közönségsiker, szenzáció; véletlen stb.

Az erőszak ábrázolási formája lehet:

- realiztikus; naturalisztikus; hedonisztikus; esztétikus; agresszív; nyers, durva; képek és vélemények, értékítélet; pozitív/negatív (hősök és anti-hősök kegyetlen cselekedetei) stb. [5.4.2.]

Az emberi méltóság és a gyermekek védelme

Az audiovizuális és informatikai szolgáltatásoknak alapvetően fontos eleme az emberi méltóság és a gyermekek védelme a káros hatásokkal szemben. Az ilyen jellegű anyagokat két nagy csoportra oszthatjuk:

1. azok a tartalmak, amelyek közzététele illegális és mint bűncselekmény, büntetést von maga után. Ilyenek pl. a gyermek-pornográfia, az erőszakos pornográfia, az extrém kegyetlen erőszak megjelenítése és ösztönzés faji, vagy bármely más alapon történő megkülönböztetésre, gyűlöletre. A civilizált országok tiltják az ezen kategóriákba tartozó anyagok készítését, elosztását, átvételét, közlését és reklámozását egyaránt. Hasonlóan tiltott az obszcén, az egészséges erkölccsel ellentétes vagy trágár anyagok közzététele is.

2. azok a tartalmak, amelyek felnőttek számára legálisan forgalmazhatók, azonban a gyermekek számára is hozzáférhetők, bár szellemi és erkölcsi fejlődésükre ártalmasak. Ezen a területen számos nehézséggel kell szembenézni. A szolgáltatások globalizálódása, a határokon átnyúló audiovizuális szolgáltatások, az Internet használatának óriási sebességű terjedése felszínre hozzák az egyes országok eltérő kulturális és morális hagyományainak különbözőségét, amelyek befolyásolják az egyes konkrét formák megítélését, a nem kívánatos tartalmak felismerését. Az újabb és újabb technikai lehetőségek a szolgáltatások jellegét is megváltoztatják. Míg régebben az előfizető választási lehetősége jórészt a „nézem, vagy nem nézem” kérdés eldöntésére korlátozódott, ma a választás lehetősége nagymértékben kiszélesedett, sőt az igény szerinti audio-video szolgáltatás (video on demand; VOD), vagy más hasonló lehetőség kihasználásával minden egyes felhasználó potenciális műsorszerkesztővé válik. [5.4.3.]

A gyermekek védelmében az előbbiek szerint nagy szerepe van a különböző technikai és adminisztratív_ lehetőségeknek. Ilyenek lehetnek például az ellenőrzött hozzáférés módozatai. A műsorszórás (-elosztás) területén egyszerű módszerek a műsorok késő esti órákban való sugárzása, vagy a műsoroknak a szolgáltató által egyezményes piktogramokkal való megjelölése (címkézése) a tartalom kategóriáinak megfelelően. Mindkét módszer nagy felelősséget hárít a szülői ellenőrzésre.

Az új szolgáltatások általában magukban hordozzák a gyermekek hozzáférése korlátozásának tágabb lehetőségeit, pl. az előfizetés ténye, esetleges személyi azonosító kód alkalmazása, vagy egyszerűen a szolgáltató és az előfizető közvetlen kapcsolat-teremtése által.

A védelem lehetőségei

A gyermekek védelmének kidolgozásában Kanada volt a kezdeményező. 1990-ben kidolgozták a védelem alapvető irányelveit. Ezek:

- az együttműködés azon a felismerésen alapszik, hogy a TV-ben látható erőszak az egyik oka a gyermekek között meglévő pszichológiai problémáknak,
- a gyermekek védelme nem a felnőttek cenzúrája,
- az indokolatlan és idealizált erőszakra való koncentráció anélkül, hogy keveredne az erotikával vagy más erkölcsi megfontolással,
- a következők mindegyike érintett a témában: a műsorszolgáltatók, reklámozók, producerek, szülők, pedagógusok és a mentális egészség specialistái,
- rövid és hosszú távú programot kell elfogadni.

A legfontosabb gyakorlati lépések a következők:

- jelző-kódok kidolgozása az iparral közösen,
- a műsorok csoportosítása,
- erőszak-ellenes, úgynevezett "V" csip alkalmazása,
- információs kampány a közönség tudatosságának növelésére és média-oktatási programra. [5.4.3.]

Megjegyzés: a "V" csip olyan, a TV vevőbe épített eszköz, amely a szolgáltató által megfelelő kóddal ellátott műsorok megjelenítését lehetetlenné teszi, amennyiben ezt a tiltást nem oldották fel (pl. a szülők). Különböző kódokkal más-más jellegű műsorok tiltása lehetséges. A módszer alkalmazása csak lassan terjed.

A kanadai modell mára az egész világon a védelem alapját képezi.

A legegyszerűbb védelem az ellenőrzött hozzáférés. A műsorszórás (-elosztás) területén egyszerű módszerek a műsorok késő esti órákban való sugárzása, vagy a műsoroknak a szolgáltató által egyezményes piktogramokkal való megjelölése (címkézése) a tartalom kategóriáinak megfelelően. Mindkét módszer nagy felelősséget hárít a szülői ellenőrzésre.

Az új szolgáltatók általában magukban hordozzák a gyermekek hozzáférése korlátozásának tágabb lehetőségeit, pl. az előfizetés ténye, esetleges személyi azonosító kód alkalmazása, vagy egyszerűen a szolgáltató és az előfizető közvetlen kapcsolat-teremtése által.

Szabályozás

Magyarországon a rádió és televíziós műsorok és az ezzel kapcsolatos műsorterjesztés szabályozását alapvetően az 1996. évi I. törvény [5.4.4.] valósítja meg. Ennek 3. és 5. §-a kimondja:

"3. § (1) A Magyar Köztársaságban a műsorszolgáltatás – e törvény keretei között – szabadon gyakorolható, az információk és a vélemények műsorszolgáltatás útján szabadon továbbíthatók, a nyilvános vételre szánt magyarországi és külföldi műsorok szabadon vehetők. A műsorszolgáltató – a törvény keretei között – önállóan határozza meg a műsorszolgáltatás tartalmát, és azért felelősséggel tartozik.

(2) A műsorszolgáltató köteles tiszteletben tartani a Magyar Köztársaság alkotmányos rendjét, tevékenysége nem sértheti az emberi jogokat, és nem lehet alkalmas a személyek, nemek, népek, nemzetek, a nemzeti, etnikai, nyelvi és más kisebbségek, továbbá valamely egyház vagy vallási csoport elleni gyűlölet keltésére.

(3) A műsorszolgáltatás nem irányulhat semmilyen kisebbség, sem bármely többség nyílt vagy burkolt megsértésére, kirekesztésére, annak faji szempontokon alapuló bemutatására, elítélésére."

5. §. "(3) Nem szabad kiskorúaknak szánt műsorszámokban erőszakos magatartást követendő példaként megjelenítő képeket vagy hangokat közzétenni.

(4) A kiskorúak személyiség-fejlődésére ártalmas, így különösen az erőszak öncélú alkalmazását magatartási mintaként bemutató, illetőleg a szexualitást öncélúan ábrázoló műsorszámot csak 23.00 és 5.00 óra között lehet közzétenni. Közzététel előtt erre a közönség figyelmét fel kell hívni.

(5) A kiskorúak személyiség-fejlődésére súlyosan ártalmas műsorszám közzététele tilos."

Ezzel Magyarország eleget tett a Strasbourgban 1989. május 5-én kelt, a határokat átlépő televíziózásról szóló európai egyezménynek [5.4.5.], amelyet az 1998. évi XLIX. törvény [5.4.6.] hirdetett ki.

5.4.2. A szolgáltatások

Napjainkban a tartalom szolgáltatások óriási és gyors átalakulásának vagyunk szemtanúi. A digitális technikák fejlődése, az új és új szolgáltatások folyamatos

megjelenése, valamint a távközlés és informatika konvergenciája alapjaiban változtatja meg a megszokott és még ma is meglévő struktúrákat. Ezért a jelenlegi szabályozás alapján tett megállapítások nem időállóak. A jogi környezet is állandó fejlődésre kényszerül. Valószínűsíthető, hogy a műsorterjesztésből kimarad a műsorszétoztás, mint önálló szolgáltatás, funkcióját egyszerű bérelt vonali szolgáltatás egyik alváltozataként fogjuk kezelni. Nagy fejlődés előtt állnak a kábeles műsorelosztó hálózatok, különösen a liberalizáció után. A éppen kiépítés alatt álló jó minőségű, hamarosan interaktív szélessávú hálózatok távközlési és tartalom szolgáltatások rendkívül széles választékát fogják nyújtani előfizetőiknek. A visszairányú csatorna megbízható megoldásával a műholdas műsorelosztás is helyet talál magának a technológiák versenyében. Kialakulnak a mobil távközlésre "szabott" szolgáltatások, amelyek az UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) technológia segítségével ma még alig felbecsülhető változást hoznak az információ felhasználásában.

Mi lehet ebben az "információs szupermarket"-ben? Egy látomás szerint pl. a következő:

Információk, úgymint

- hírek: összefoglalók, üzlet és pénzügy, politika, kultúra és szórakozás, sport, szerencsejáték;
- pénzügyi szolgáltatások: részvények, tőzsde, valutaárfolyamok, folyószámla kivonatok, hitelkártya, átutalások, számlafigyelő stb.;
- helyhez kötött szolgáltatások: étterem, színház-mozi-hangverseny, tudakozó, pontos idő, gyógyszertárak, segélykérés, időjárás stb.;
- kereskedelem: kategorizált (pl. ingatlan, autó, állás), vásárlás (napi bevásárlás, akciók), jegyek stb.;
- utazás: közlekedési információk, tájékozódás, menetrendek, szállodák, üdülési ajánlatok;
- személyes érdeklődés: Internet, számítástechnika, autó, régiségek stb.

Kommunikáció, úgymint:

- üzenetek: SMS, képeslapok, multimédia üzenetek;
- E-mail: küldés/fogadás, diktafon;
- csoportkommunikáció.

Teljesítmény, úgymint:

- szervezés: feladatlisták, címlisták, napirend, emlékeztetők;

- személyi asszisztencia: nyilvántartások, fordítás stb.;
- segítőeszközök: számológép, szótár, fordító stb.;
- vegyes: háztartási készülékek vezérlése, automaták, személy és helymeghatározás, családi hálózat stb.

Szórakozás: zene, TV, életstílus (hobbi, divat, társaság), viccek, csevegés, képek, játékok, asztrológia, bioritmus, ismerkedés stb.

Műsorok szórása

"32. Műsorszórás: földfelszíni vagy műholdas rendszerrel végzett egyirányú – megfelelő vevőkészülékkel rendelkező, elvileg korlátlan számú felhasználónak szánt – rádió-távközlési eljárás hangok, képek vagy egyéb természetű jelek továbbítására."
[5.4.4.]

A rádió és televízió műsorszolgáltatás részletes szabályait az 1996. évi I. törvény tartalmazza. [5.4.4.]

A műsorszolgáltatás speciális formája a közszolgálati és a közműsorszolgáltatás. Célja a nagyközönség ellátása közszolgálati műsorokkal tiszteletben tartva a nemzeti, nemzetiségi etnikai, nyelvi és más kisebbségek méltóságát és alapvető érdekeit, nem sértve más nemzetek méltóságát. Rendszeres, átfogó, elfogulatlan, hiteles és pontos tájékoztatást nyújt a hazai és külföldi eseményekről, közérdeklődésre számot tartó információkat szolgáltat az azokat jellemző véleményekkel és ellenvéleményekkel együtt. Gondoskodik közérdekű közlemények nyilvánosságra hozataláról. Feladata a közönség érdeklődésének változatos és színvonalas kielégítése. Különös figyelmet fordít a kulturális értékek bemutatására, megőrzésére, beleértve a vallási, nemzeti, etnikai és más kisebbségi kultúrákat is. További feladata a kiskorúak fejlődését, ismereteit szolgáló, a bármely okból súlyosan hátrányos helyzetű csoportok számára fontos információkat hordozó műsorok sugárzása, különös tekintettel a kiskorúak jogait ismertető, védelmüket szolgáló és az igénybe vehető szolgáltatásokról tájékoztató műsorokra, főműsoridőben.

A fentiekből következik a közszolgálati műsorszolgáltató vallási, etnikai, gazdasági, és politikai függetlenségének követelménye. Ezt a nemzetközi és nemzeti jogszabályok egyaránt kimondják. A legfontosabb kérdés a gazdasági függetlenség biztosításának módja.

A közszolgálati műsorsugárzás finanszírozása alapvetően különbözik más közérdekű szolgáltatások finanszírozási rendszereitől (lásd pl. az egyetemes szolgáltatást a távközlésben). Európában megegyeznek abban, hogy a közszolgálati műsorszórásnak alkalmas, biztonságos finanszírozási elvekre van szüksége, amelyek szerves részét képezik a közszolgálati műsorszóró rendszereknek. Azok a bevételek, amelyek az állami költségvetésből, közalapítványokból, vagy az előfizetők (a hallgatók és nézők) kötelező díj-befizetéseiből származnak, alapvetően közszolgálati forrásnak számítanak. Ezzel ellentétben, a piaci szerződéses tranzakciókból (reklámozás, szponzorálás, műsorok értékesítése stb.) származó források kereskedelmi forrásnak tekinthetők.

Európában, így Magyarországon is többnyire a kevert finanszírozási modellt alkalmazzák, azaz a finanszírozási rendszer egyaránt tartalmaz közszolgálati és kereskedelmi forrásokat. Figyelembe kell azonban venni, hogy kereskedelmi források hozzájárulhatnak közszolgálati szolgáltatások finanszírozásához, azonban a közszolgálati források, amelyek célja garantálni a közszolgálati szolgáltatások működtetését, nem használhatók fel közszolgálati szolgáltatásokon kívül eső szolgáltatások finanszírozására, azokat szigorúan elkülönítve kell könyvelni (ahogy ezt a pénzügyi átláthatóságról szóló EU direktíva is előírja).

A kevert rendszer alkalmazásának túlsúlya Európában a következő megfontolásokkal magyarázható:

- számos olyan országban, ahol egyszerű finanszírozást használnak, a rendelkezésre álló összeg nem elegendő a közszolgálati szolgáltatások költség-fedezetének biztosítására;
- egy adott forrás kizárólagos alkalmazása függőséget okoz, amely magában hordja a műsorszolgáltató függetlensége aláadásának kockázatát;
- a kevert finanszírozási rendszerek nagyobb lehetőségeket biztosítanak a gyorsan változó környezetben, ahol egyes források hirtelen elapadhatnak mielőtt mások megerősödnek, vagy újak bevonása lehetségessé válik.

A közszolgálati műsorszóró szolgáltatás finanszírozási módja több mint egyszerű pénzügyi kérdés. Bár az "aki fizet, az rendel" elv nem alkalmazható közvetlenül a műsorszolgáltatásban, a finanszírozási mód befolyásolhatja az eredményt. Az újságírók és a vezetők pontosan tisztában vannak azzal, kitől kapják a fizetésüket, az előfizetőktől, a kormánytól, vagy a reklámpartól. A pszichikai és vonzalmi összefüggésektől eltekintve is komoly gazdasági nyomás kapcsolódhat

bizonyos finanszírozási formákhoz. Például: ha egy műsorszóró szervezetnek nagyobb a függősége a reklám vagy szponzori bevételektől, nagyobb a nyomás olyan rétegek igényeit figyelembe venni, amelyek a nagyobb nézettség folytán a hirdetőik elsődleges érdeklődését bírják. Ez a műsorkínálat deformációjához vezet, előnyben részesítve a népszerű és olcsó programokat a főműsoridőben, mellőzve a drága, vitatott vagy kísérleti műsorokat elhanyagolva a különféle korosztályok és a gyermekek érdeklődését. Az eredmény a "kommercializálódás".

Másrészről, ahol a műsorszolgáltatót közvetlenül az állam finanszírozza, van olyan kockázat, hogy a hatóságok, vagy a politikai pártok ezt befolyásuk erősítésére használják fel a szerkesztői politika felett. Sőt, ilyen beavatkozás nélkül is a műsorszolgáltatók olyan kiszolgáló szervezetté fejlődhetnek, melynek véleményformáló ereje van a finanszírozó irányában. Ez csábító lehet arra, hogy visszatartsanak negatív információkat, kerüljék azokat a műsorokat, amelyek bírálják a kormányt stb.

A különböző források szerinti finanszírozási formáknak egyenként számos előnyük, illetve hátrányuk van. Megfelelően megválasztva a különböző (közszolgálati és kereskedelmi) források arányát, optimalizálhatók az előnyök anélkül, hogy ez a függetlenséget veszélyeztetné és könnyen igazítható az egyes országok eltérő jogi, politikai és gazdasági adottságaihoz. [5.4.7.]

Magyarországon a közszolgálati műsorszolgáltatás működését az erre a célra létrehozott közalapítványok biztosítják, amelyeket a kuratóriumok kezelnek.

A műsorszolgáltatással kapcsolatos teendőket az Országos Rádió és Televízió Testület (ORTT) látja el. Az ORTT, a közalapítványok és kuratóriumaik jogállásával, működésével kapcsolatos valamennyi kérdést, valamint a műsorszolgáltatás támogatási rendszerét az 1996. évi I. törvény tartalmazza. [5.4.4.]

Az ORTT legfontosabb feladatai:

- a műsorszolgáltatási jogosultság és a kormányzati rendelkezésben lévő műsorszolgáltatás céljára biztosított műholdas csatornák pályáztatásának és a pályázat elbírálásának ellátása,
- a törvényben előírt felügyeleti és ellenőrzési feladatok ellátása,
- panaszbizottságot működtet az eseti bejelentések kivizsgálására,
- műsorfigyelő és elemző szolgálatot működtet.

Az országos és regionális műsorok szórását jelenleg csak koncessziós társaság, vagy külön erre a célra létrehozott gazdasági szervezet végezheti. [5.4.8]

Műsorok szétoztása

"29. Műsorszétoztás: a műsorszolgáltató által előállított jelek vezetékes (kábeles) hálózaton, továbbá földfelszíni vagy műholdas nem műsorszóró rádiótávközlő rendszeren tartalmában változatlanul történő egyidejű eljuttatása rádió és televízió műsorszóró adókhoz, illetőleg műsorelosztó hálózatokhoz." [5.4.4.]

A műsorszétoztás szolgáltatási besorolása ma Magyarországon megegyezik a műsorszórásával. [5.4.8.] Mint ahogy fentebb már említettük, a távközlés liberalizálása után várhatóan megszűnik, mint önálló szolgáltatás és a bérelt vonali szolgáltatások közé sorolódik.

Műsorok elosztása

"26. Műsorelosztás: a műsorszolgáltató által előállított jelek egyidejű, változatlan továbbítása vezetékes (kábeles) hálózaton vagy nem műsorszóró rádiótávközlő rendszeren a műsorszolgáltató telephelyétől, illetőleg a műsorszétoztó hálózat végpontjától elkülönített szervezet közbeiktatásával az arra jogosult felhasználó vevőkészülékéhez csatlakoztatására alkalmas hálózat segítségével történő jeltovábbítás kivételével. Nem minősül műsorelosztásnak a telekhatáron belüli vezetékrendszer (pl. társasház)." [5.4.4]

A műsorelosztás szolgáltatás a legígéretesebb valamennyi, az információhoz való hozzáférést biztosító szolgáltatások között már ma is, de a jövőben különösen. A műszaki fejlődés következtében realitássá vált, a digitális technika lehetőségei kihasználásán alapuló szolgáltatások megvalósítása, ami kézenfekvően a televízió-műsorokat elosztó hálózatokon lehetséges a leggyorsabban. Ennek érdekében két alapvető követelményt kell biztosítani, a visszairányú csatorna kialakítását és az egyes előfizetők szelektív elérésének lehetőségét. Míg az első követelményre az interaktív (ma még a bevezetés kezdeti stádiumában levő) szolgáltatások nyújtása érdekében van szükség, a másodikat a hagyományos analóg műsorokból a különböző érdeklődésű és fizetőképességű előfizetők igénye (vagy egyszerűen a szolgáltató üzleti érdekei) szerint összeállított műsor-csomagok célbajuttatására már sok helyen megvalósították.

A legfontosabb műsorelosztó szolgáltatások a következők:

- analóg televízió és rádióműsorok elosztása: a műsorelosztás hagyományos szolgáltatása.
- digitális műsorszolgáltatás: a műsorok új formában való előállítás, amelyben a tartalom (hang, kép, más információ) digitális adatok formájában jelenik meg annak előállításában, továbbításában és feldolgozásában egyaránt. Az így előállított jelfolyamot speciális algoritmus szerint komprimálva az átvitelhez szükséges sávszélesség nagymértékben csökkenthető. A műsorelosztás szolgáltatás oldaláról nézve a digitális technika megjelenése önmagában nem jelent lényeges változást, a döntő különbséget az interaktivitás igénye adja, ehhez kapcsolódik a digitális televízió egyik legfontosabb attribútuma: az elektronikus műsorúság.
- fizetős TV: adott műsorkínálatból való válogatás lehetőségét kínálja az előfizetőnek, aki csak a nézett program alapján fizeti a díjat. A kívánt műsor az általánosan hozzáférhető műsorok között, "megjelölve" foglal helyet, amelyet az előfizető birtokában levő vevőberendezéssel lehet élvezhetővé tenni. Az előfizető döntési lehetősége technikailag korlátozott abban, hogy melyik műsort tudja dekódolni és élvezni;
- közel igény szerinti videó: az alapelve körülbelül ugyanaz, mint a fizetős TV-é, azonban az előfizető választása kibővül azáltal, hogy a műsort párhuzamosan, rövid időközönként ismétlik;
- igény szerinti videó: az ügyintézés jellegű szolgáltatások széles skáláját kínálja az előfizetőnek az igény szerinti filmekről a táv-banki szolgáltatásokon át a táv-kereskedelemig. Az előfizető választhat az aktuális katalógus szolgáltatásai közül. Mint valódi interaktív szolgáltatás, a ténylegesen kiválasztott távközlési szolgáltatást közvetíti az előfizető csatlakozójára;
- videotext: a legjellemzőbb megtestesítője a francia "Teletel" hálózat, amely 1984-ben indult és ma a világ legnagyobbra fejlődött ilyen szolgáltatása. A francia népesség több mint kétharmada fér hozzá speciális terminál (Minitel) segítségével. Tulajdonképpen elektronikus "on-line" telefonkönyvnek indult, ma már közel 25 000 (!) különböző szolgáltatást kínál, többségében ügyintézés jellegűeket;
- Internet szolgáltatás: a műsorelosztó hálózatok eleve nagyobb sávszélességét kihasználva önként adódik a lehetőség nagy sebességű Internet elérésre. A későbbiekben az Interneten való telefonálás is lehetővé válik.

Igény szerinti videó

Mint fentebb már említettük, az interaktív szolgáltatások lehetőséget adnak az előfizetőnek, hogy maga válassza ki az éppen igénybe venni kívánt műsort, vagy egyéb, többnyire videojel formájában megjelenő tartalmat. Egy meghatározás szerint [5.4.9.]:

az igény szerinti videó lehetőséget biztosít a felhasználónak, hogy otthonában egy katalógusból válasszon előre felvett műsorok közül (filmek, hír-műsorok, sportesemények, videó-klippek, dokumentumok, bemutatók stb.) azok megtekintésére egy televízió vevőkészüléken és megfelelő utasítások segítségével navigálhasson közöttük.

Az ilyen jellegű szolgáltatások szereplői a következők:

- az előfizető: bérel vagy birtokol olyan eszközt, amely különböző szolgáltatásokhoz nyújt hozzáférést. Ez az eszköz tipikusan egy televízió készülékből és egy "set-top-box"-ból áll, vagy egy személyi számítógépből (PC), vagy egy munkaállomásból. A felhasználó minden általa előfizetett szolgáltatáshoz kap hozzáférési lehetőséget hívószám vagy hozzáférési kód segítségével, vagy közvetlen módon, esetleg a kettőt kombinálva;
- szolgáltató: birtokol és felügyel megfelelő számú videó szervert, amelyekről ellátja műsorokkal az előfizetőket. A szolgáltató vagy saját maga van kapcsolatban az előfizetővel, vagy egy közvetítőn (bróker) keresztül. A szolgáltatók a tartalomszolgáltatóktól (a műsorok készítőitől) vásárolják meg a műsorok elosztásának jogát. A videó szerverek tartalmának (a műsorválasztéknak) megújításáért a szolgáltatók is felelősek;
- a közvetítők (bróker): hozzáférést kínálnak az előfizetők számára azokhoz a szolgáltatókhoz, amelyekkel szerződéses kapcsolatban állnak. A közvetítők nincsenek közvetlen kapcsolatban a műsorkészítőkkel;
- a tartalomszolgáltatók: eladják a birtokukban lévő műsorok elosztásának jogát egy vagy több szolgáltatónak;
- a hálózati szolgáltató: távközlési infrastruktúrát kínál valamennyi fent említett szereplőnek. Vállalja, hogy mindig biztosít szabad kapacitást a hálózaton keresztül. Meg kell jegyezni, hogy a hálózati szolgáltató szerepe a szolgáltatásban csak közvetett, míg a többiek annak szerves részét képezik. Ez azt jelenti, hogy a hálózati szolgáltató nem közvetlen tagja a műsorkészítő és az előfizető közötti láncnak. A hálózati szolgáltatótól elvárható, hogy azonos elbírálásban részesítsen minden szolgáltatót. [5.4.9.]

World Wide Web (www)

A World Wide Web az Internet szerverek olyan rendszere, amely támogatja a hipertext formát a különböző Internet protokollokhoz való hozzáférés érdekében egyetlen interfészen keresztül. Gyakran rövidítik www, Web vagy W3 formában is

A www-t Tim Berners Lee, a CERN kutatója fejlesztette ki 1989-ben. A Web eleinte csupán kommunikációra adott lehetőséget a hálózat tagjai számára a hipertext segítségével, majd gyorsan fejlődött tovább, alkalmazási köre egyre nőtt, majd képeket, sőt hang és videó anyagokat is tudott kezelni. Az elmúlt években a

Web alkalmazása globálissá vált, nem kis mértékben elősegítve az Internet elterjedését.

Az Interneten számos protokoll terjedt el. A legfontosabbak:

- E-mail (SMTP; Simple Mail Transport Protocol)
- Telnet (Telnet Protocol)
- FTP (File Transfer Protocol)
- Usenet (NNTP; Network News Transfer Protocol)
- VoIP (Voice over Internet Protocol)
- HTTP (HyperText Transfer Protocol), ez a Web protokollja.

A Web egyetlen interfészen keresztül nyújt hozzáférést valamennyi protokollhoz, ezzel rendkívül felhasználó-barát felületet ad. A Webnek a multimédia igényeivel és a fejlett programnyelvekkel való könnyű együttműködése az Internet leggyorsabban fejlődő komponensévé tette.

A hipertext olyan kapcsolatokat tartalmazó dokumentum, amely más dokumentumokhoz nyújt csatlakozásokat. Ezek a kapcsolatok a linkek, amelyeket a felhasználó ki tud jelölni. Egy dokumentum több linket is tartalmazhat. A Web szövegösszefüggéseiben a szavak és képek egyaránt lehetnek linkek más dokumentumokhoz, képekhez, mozgóképekhez vagy hangokhoz. A linkek nem szükségképpen vannak logikai kapcsolatban egymással. A hipertext szabványos protokoll. Alkalmazását számos szoftver támogatja.

A World Wide Web fájlokat tartalmaz, ezeket oldalaknak (page) nevezzük. Ezek információkat és további linkeket tartalmaznak. Adott oldalt többféleképpen elérhetünk:

- beírva a címét közvetlenül,
- böngészve lapokon kiválasztott linkek segítségével egyik oldalról a másikra mozogva,
- a már összegyűjtött és kategorizált oldalak között kikeresve a keresettet,
- beírva a jellemző szót egy keresőgépre, az eredményből kiválasztjuk a megfelelő oldalt.

Egy adott oldal megtalálásához a címe ad lehetőséget. Ez a cím, az URL (Uniform Resource Locator) eredetileg számokból álló kód, amelyet a DNS (Internet Domain Name System) szerint képeztek. Mivel a számkódok használata nehézkes, ezt alfanumerikus kód, név váltotta fel. Ez a következő elemekből áll:

protokoll:/hostnév.domain-név/fájlnév

A domain-név többszintű lehet, eleinte a második szint utalt a név mögött álló intézmény jellegére, pl. .com→kereskedelmi, .edu→oktatási, .gov→kormányzati stb. Ezek főleg az Egyesült Államokban még ma is használatosak. A világ más részein bevezették az ISO 3166 szerinti kétbetűs országcódok használatát.

A Webhez való hozzáféréshez böngészőket (browser) használunk. Ezek olyan szoftverek, amelyek lehetővé teszik az egyes Web oldalak megjelenítését és a navigálást. A böngészők két típusát használják, a grafikus böngészőt (legismertebbek a Netscape Navigator és a Microsoft Internet Explorer) és a szöveges böngészőt (Lynx). Ez utóbbi ma már csak speciális helyeken fordul elő.

A böngészőket állandóan továbbfejlesztik az új és új alkalmazások és lehetőségek kihasználása érdekében. Kis programok (appletok) lehetővé teszik animált képek beépítését az oldalakra, a multimédia alkalmazások a hang és videó anyagok megjelenítését, a valós-idejű programok pedig már megvalósítják az Internet-TV-t és az Internet-rádiót.

Az Interneten megtalálható tartalmak a fejezet elején tárgyalt problémákon kívül másokat is felvetnek: a visszaélés lehetőségét. Ha végigtekintünk a problémák során, látjuk, hogy a lista jelentősen kibővült. Ezek:

- nemzetbiztonság (bomba- és illegális kábítószer-gyártási receptek, terrorista akciók),
- a fiatakorúak védelme (gyalázkodó marketing formák, erőszak, pornográfia),
- az emberi méltóság védelme (faji gyűlöletre és megkülönböztetésre való ösztönzés),
- gazdasági biztonság (csalások, hitelkártyával való visszaélés),
- az információ biztonsága (rosszindulatú behatolások, hackerek),
- a magánélet védelme (személyi adatok jogosulatlan közzétevése, elektronikus zaklatás),
- a jó hírnév védelme (rágalmazás, törvénytelen reklám),
- a személyi tulajdon védelme (jogvédett anyagok jogosulatlan közzétevése, pl. szoftverek, zene). [5.4.10.]

A védekezés ebben az esetben jóval nehezebb, mint más tartalom szolgáltatások esetében éppen a világháló globális volta miatt. Az is nehézséget okoz, hogy az Internet "szabadsága" miatt adott anyagokat kitiltani gyakorlatilag lehetetlen, mivel ilyenkor egyfajta "szolidaritás" azt megakadályozza. Számos

próbálkozás történt és történik ma is az Internet szabályozására, azonban igazán sikeres modell még nem ismeretes. Eddig főként az önszabályozásról lehetett beszélni. A konvergencia miatt azonban az ágazat a részletesen szabályozott területekbe is „behatol”. Mindinkább kialakulnak a komplex szabályozás körvonalai. Meg kell határozni, melyek azok a területek, ahol központi szabályozás lehetséges és kívánatos, és azokat, ahol az önszabályozást kell erősíteni. Az első konkrét eredményeket várhatóan az elektronikus aláírás és az elektronikus kereskedelem küszöbönálló szabályozása fogja jelenteni.

Portálok

Az információ mennyiségének növekedése egyre nehezebbé tette egy-egy adott téma, vagy anyag megtalálását, bármely forrásról is legyen szó. Hamarosan felmerült az igény a keresés megkönnyítésére, a tartalmak tematikus vagy más szempontok szerinti csoportosítására. Erre a célra hozták létre a portálokat. Portálként funkcionálnak az eligazításban menürendszerrel alkalmazó audiotex szolgáltatások is, azonban a legjellemzőbb portálok az Interneten találhatóak a lényegesen nagyobb mennyiségű információ következtében.

A portálok is jelentős fejlődésen mentek keresztül. Kezdetben a portálok az információk összegyűjtését, felhalmozását végezték. Elsősorban a nagy keresők köré szerveződtek, először csupán egyszerű keresés megvalósítására (horizontális portál), később már személyre szabottan csoportosítva a különböző anyagokat (vertikális portál). Jelenleg már különböző szolgáltatások is szerepelnek a kínálatban, a jövőben pedig akár programok futtatását is portálok segítségével lehet végezni. Szokásos ezeket a fejlődési fokozatokat az egyéb eszközökhöz hasonlóan generációknak is nevezni (Gen 0, Gen 1, 2 stb.).

A különböző technológiák nem kis mértékben az információk különbözősége folytán is más-más portálokat igényelnek. Emiatt számítani kell a mobilos (wap) és palm-topos portálok megjelenésére is. Ma már globális portálokról beszélhetünk, amelyek többféle technológiát ki tudnak szolgálni a fentieknek megfelelően.

Speciális területe a portáloknak a hang-portál (voice portal) megoldás. Ez telefonon keresztül teszi lehetővé az Internethez való hozzáférést beszélgetés formájában. Technikai megvalósítását a beszéd-felismerési és beszéd-feldolgozási technikák nagyarányú fejlődése tette lehetővé. Mint közel minden internetes

alkalmazás, ez is az Egyesült Államokban született. Az elképzelés abból a felismerésből indult ki, hogy míg a világon hozzávetőlegesen 250 millió számítógép képes kapcsolatot tartani az Internettel (2000. évi adat), addig kb. 1,3 milliárd telefon van használatban! Egyes elemzők a hang-portál piac éves növekedési ütemét a következő 6 évben 54%-ra becsülik, 2005-re 7 milliárd USD bevétellel és 45 millió előfizetővel az USA-ban.



Tipikus Internet portál képe

Audiotex

Az audiotex szolgáltatás mint "értéknövelt távközlési szolgáltatás" vált ismertté. A normál telefonvonalon az erre a célra fenntartott számmezőből kiválasztott hívószám segítségével elérhető szolgáltatás többlet-értékét az ott hozzáférhető információ adja. Az információ lehet előre felvett, vagy élő beszéd, esetleg a kettő kombinációja. A szolgáltatás lehet interaktív, vagy nem. Az interaktív szolgáltatás esetében a felhasználó a készüléke nyomógombjainak megnyomásával jelzi a rendszernek a kapott utasításnak vagy tájékoztatásnak megfelelően a kívánt továbblépési irány kódját. Az információk egy menürendszer segítségével érhetők el. A menürendszer lehet egyszintű, vagy többszintű is. A szolgáltatás igénybevételéhez nincs szükség speciális végberendezésre.

Az idők folyamán a szolgáltatás a legkülönbözőbb információk számos változatát nyújtja, pl. időjárásjelentés, menetrend információk, esti mese mondása, pontos idő, lelki segély stb. Igen elterjedtek az erotikus tartalmú szolgáltatások. Emiatt mindazok a problémák felmerülnek, amelyeket fentebb részletesen elemeztünk. Ezért a távközlési szolgáltatók a kiskorúak védelme érdekében biztosítják a lehetőséget az audiotex szolgáltatások hívásának letiltására általában vagy szelektíven az előfizető kívánságának megfelelően. Számos országban növekvőben van az audiotex szolgáltatók önszabályozása nemzeti és nemzetközi szinten egyaránt.

A szolgáltatás díjának behajtását általában a távközlési szolgáltató végzi és azt megosztja az audiotex szolgáltatóval a köztük megkötött szerződésnek megfelelően, de lehetséges közvetlen fizetési mód is előre fizetett módon (pl. kártyával), vagy előfizetés útján.

Irodalomjegyzék

- [5.4.1]: Az Emberi Jogok Európai Konvenciója (ETS No 05: Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms)
- [5.4.2]: Council of Europe Rec. No R(97)19 on the Portrayal of Violence the Electronic Media
- [5.4.3]: COM(96)483 Green Paper on the Protection of Minors and Human Dignity in Audiovisual and Information Services
- [5.4.4]: 1996. évi I. törvény a rádiózásról és televíziózásról
- [5.5.5]: ETS No 132: European Convention on Transfrontier Television
- [5.4.6]: 1998. évi XLIX. törvény a határokat átlépő televíziózásról szóló, Strasbourgban, 1989. május 5-én kelt európai egyezmény kihirdetéséről
- [5.4.7]: EBU-UER: The Funding of Public Service Broadcasting 9.11.2000
- [5.4.8]: 1992. évi LXXII. törvény a távközlésről
- [5.4.9]: ETSI ETR 262: Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN);Asynchronous Transfer Mode (ATM); Video On Demand (VOD) network aspects
- [5.4.10]: EURIM Briefing No19: The Regulation of Content on the Internet 1997. Juli

5.5. Hálózati szolgáltatások

Szerző: *Bárányné dr. Sülle Gabriella*

Lektor: *dr. Takács György*

Hálózati szolgáltatást a távközlési szolgáltató más szolgáltatóknak hálózati szerződés alapján nyújt. Egyes esetekben a szolgáltató hálózati szolgáltatásként hálózatrészeket enged át használatra végfelhasználó előfizetőknek. Gazdasági szempontból a legjelentősebb hálózati szolgáltatási típusok a bérelt vonali, az összekapcsolási, a hálózat hozzáférés és a virtuális magánhálózati szolgáltatások. A hálózati szolgáltatások körébe tartoznak még az ilyen szolgáltatásokkal kapcsolatos járulékos szolgáltatások is, mint például a számlázás támogatása és a Centrex szolgáltatás.

A hálózati szolgáltatásokat különböző gyártmányú hálózati csomópontok között jelátvitel és jelfeldolgozás alkalmazásával nyújtják. A hálózati szolgáltatásokban a kritikus elem szabványos hálózati interfész. A szolgáltatók számára nyújtott szolgáltatásoknál a hálózatközi interfész, a két hálózat összekapcsolásának fizikai és logikai szintjét határozza meg, amely két szint együttese a két hálózat határán a hálózati szintű együttműködést lehetővé teszi. A felhasználói végberendezések között a két összekapcsolt hálózaton keresztül igénybe vehető távközlési szolgáltatásokat a két szolgáltató által közösen nyújtott összekapcsolási forgalmi szolgáltatások teszik lehetővé. Az előfizetők számára nyújtott hálózati szolgáltatások esetében a hálózat és a felhasználó közötti interfész határozza meg a felhasználói végberendezéssel a hálózatban igénybe vehető távközlési szolgáltatásokat.

5.5.1. Bérelt vonali szolgáltatások

A *bérelt vonal* kizárólagos használatra átengedett távközlő eszközök együttese, amely a felhasználó számára a helyhez kötött hálózati végpontok között transzparens átviteli kapacitást biztosít. A bérelt vonal a felhasználó által vezérelhető kapcsoló funkciókat nem tartalmaz.

A *bérelt vonali szolgáltatás* nyújtásával az átviteli kapacitást a szolgáltató a gerinchálózatában, vagy a felhasználó telephelye és a szolgáltató gerinchálózata között (hozzáférési) hálózatban engedi át használatra. A bérelt vonali szolgáltatást a gyakran szolgáltatók hálózatuk kiegészítésére használják. Másik gyakori alkalmazásként a szolgáltatók az ügyfeleiket a hálózatukba másik szolgáltatótól bérelt vonallal kötik be, s ezen nyújtanak számukra előfizetői szolgáltatásokat. Egyes esetekben mobil rádiótelefon szolgáltatók is használnak bérelt vonalakat a bázisállomásaik bekötésére. Bérelt vonali szolgáltatás felhasználója lehet üzleti előfizető, aki a magánhálózata kialakítására vesz igénybe különféle sáv szélességű bérelt vonalakat, elsősorban számítógép hálózata vagy telefon alközpont hálózata számára. Az internet hálózathoz az üzleti előfizetők jellemzően bérelt vonal igénybe vételével férnek hozzá, mert ezzel a megoldással tarthatnak fenn az igényeiknek megfelelő sebességű internet kapcsolatot.

A bérelt vonali szolgáltatások esetében a nyílt szabványok a hálózatközi interfészt és a bérelt vonali szolgáltatási jellemzőket is előírják. Ezek a szabványok meghatározzák az interfész kivitelét meghatározó jellemzőket, előírják az összeköttetés jelátviteli jellemzőit, továbbá a hálózati végpontok között a berendezések együttműködéséhez szükséges jellemzők határértékeit. Részletes előírások vonatkoznak az alkalmazható végberendezésekre és ezek csatlakoztatási feltételeire is. A következő táblázatok az európai nemzetközi gyakorlatban elfogadott és a hazai alkalmazásokban legfontosabb bérelt vonali szolgáltatásválasztékot meghatározó nyílt szabványokat mutatják be az analóg és a digitális bérelt vonali szolgáltatásokra.

	Műszaki jellemzők meghatározása	
Bérelt vonal típusa	Interfész jellemzők	Összeköttetés jelátviteli és minőségi jellemzők
Közönséges minőségű, kéthuzalos	ETS 300 448	ETS 300 448
Közönséges minőségű, négyhuzalos	ETS 300 451	ETS 300 451
Különleges minőségű, kéthuzalos	ETS 300 449	ETS 300 449
Különleges minőségű, négyhuzalos	ETS 300 452	ETS 300 452

5.5.1. táblázat: Analóg, beszédsávi bérelt vonalak

- A közönséges minőségű, kéthuzalos bérelt vonal jellemzőit korábban a CCITT M.1040 ajánlása határozta meg. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 450 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 15 jelű ETSI dokumentum (Common Technical Regulation) tartalmazza.

- A közönséges minőségű, négyhuzalos bérelt vonal jellemzőit korábban a CCITT M.1040 ajánlása határozta meg. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 453 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 17 jelű ETSI dokumentum tartalmazza.
- A különleges minőségű, kéthuzalos bérelt vonal jellemzőit korábban a CCITT M.1020 és M.1025 ajánlásai határozták meg. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 450 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit is a CTR 15 jelű ETSI dokumentum határozza meg.
- A különleges minőségű, négyhuzalos bérelt vonalat korábban a CCITT M.1020 és M.1025 ajánlásai határozták meg. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 453 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 17 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.

Bérelt vonal típusa	Műszaki jellemzők meghatározása	
	Interfész jellemzők	Összeköttetés jelátviteli és minőségi jellemzők
64 kbit/s	ETS 300 288, ETS 300 288/A1	ETS 300 289
2 048 kbit/s – E1 strukturálatlan	ETS 300 418	ETS 300 247, ETS 300 247/A1
2 048 kbit/s – E1 strukturált	ETS 300 418	ETS 300 419
34 368 kbit/s – E3	ETS 300 686	ETS 300 687
139 264 kbit/s – E4	ETS 300 686	ETS 300 688
N x 155 520 kbit/s – STM-N	ETS 300 299	Nincs elfogadott szabvány

5.5.2. táblázat: Digitális bérelt vonalak

- A 64 kbit/s típusú bérelt vonal esetében a csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 290 és ETS 300 290/A1 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 14 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.
- A 2 048 kbit/s-os strukturálatlan bérelt vonalnak E1 kereskedelmi jelölése. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 248 és ETS 300 248/A1 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 12 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.
- A 2 048 kbit/s-os strukturált bérelt vonalnak E1 a kereskedelmi jelölése. Korábban erre a típusra a CCITT G.703, G.704 és G.706 ajánlás határozta meg az interfészt, a jelátviteli és minőségi jellemzőket pedig a CCITT G.800 sorozat ajánlásai. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 420 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 13 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.
- A 34 368 kbit/s típusú bérelt vonalnak E3 kereskedelmi jelölése. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 689 szabvány vonatkozik. Az

ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 24 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.

- A 139 264 kbit/s típusú bérelt vonalnak E4 a kereskedelmi jelölése. A csatlakoztatható végberendezésre az ETS 300 690 szabvány vonatkozik. Az ilyen bérelt vonalhoz csatlakoztatható végberendezés rácsatlakozási feltételeit a CTR 25 jelű ETSI Common Technical Regulation határozza meg.
- Az N x 155 520 kbit/s típusú bérelt vonalnak STM-N a kereskedelmi jelölése az SDH VC alapú digitális bérelt sáv szélességre vonatkozóan. Az interfészre vonatkozó ETS 300 299 szabvány jelenleg felülvizsgálat tárgya. Az összeköttetés jelátviteli és minőségi jellemzőire előkészületben van az ETSI prEN301 164 és prEN 3001 165 jelű műszaki előírása.

Bérelt vonali szolgáltatás igénybe vételekor gyakori eset, hogy az ügyfél igényét annak földrajzi kiterjedése okán csak több szolgáltató hálózatának igénybe vételével lehet kielégíteni. Ilyen eset például az országhatárokat átlépő magánhálózat kiépítése, vagy amikor a több telephelyes vállalat több szolgáltató hálózatának elkülönülő földrajzi területein kíván bérelt vonali szolgáltatást igénybe venni. Az ügyfél egykapus kiszolgálása ilyenkor úgy valósul meg, hogy az ügyfél által kiválasztott egyik szolgáltató szerződést köt a teljes szolgáltatás nyújtására az ügyféllel. A szolgáltatás ügyletben részt vevő szolgáltatók bérelt vonali hálózatai egymással fizikailag össze vannak kapcsolva és a szolgáltatás nyújtásában részt vevő szolgáltatók között szerződések rendezik a szolgáltatásügylet, a hibaelhárítás, az ügyfélszolgálat és a számlázás feladatait.

5.5.2. Összekapcsolási szolgáltatások

A hálózatok összekapcsolását a hálózati szolgáltatások nyújtására és igénybe vételére kötött megállapodás alapján a szolgáltatók hozzák létre. Az összekapcsolás létesítésével egyazon vagy különböző távközlési szolgáltatók által használt távközlő hálózatok fizikai és logikai csatlakoztatása jön létre annak érdekében, hogy az egyik szolgáltató felhasználói információt cserélhessenek ugyanezen vagy másik szolgáltató felhasználóival, továbbá azért, hogy előfizetőik hozzáférhessenek más szolgáltató által nyújtott szolgáltatásokhoz.

A legnagyobb kiterjedésű hálózat, az internet, hálózatok hálózataként működik, mert az idők során sok összekapcsolt hálózatból alakult ki. A közönség számára és gazdasági szempontból is a legnagyobb jelentősége a helyhez kötött

távbeszélő és a mobil rádiótelefon hálózatok összekapcsolásának van. Egyrészt a különböző távbeszélő szolgáltatók hálózatai között, másrészt a mobil hálózatok között, harmadrészt a távbeszélő és a mobil hálózatok között létrejöttek az összekapcsolások. Ezáltal válik lehetővé, hogy bármelyik távbeszélő hálózatból bármelyik mobil rádiótelefon hálózat előfizetőit fel lehet hívni, és fordítva, a mobil rádiótelefon hálózatból el lehet érni a távbeszélő hálózatok előfizetőit. Az összekapcsolt vezetékes és mobil hálózatokban a hívások lebonyolítását és a végpontok között az előfizetők számára az előfizetői szolgáltatások igénybe vételét a szolgáltatók egymásnak nyújtott összekapcsolási forgalmi szolgáltatásai teszik lehetővé.

A szolgáltatók a kezdeményezett forgalom alapján felszámítják a hívó előfizetőknek a hívásdíjakat, továbbá az összekapcsolási pontokon mért forgalom alapján elszámolnak egymás között az egymásnak nyújtott forgalmi szolgáltatásokért. A különböző hálózatok összekapcsolásának helye, módja és a hálózatok jellemzőinek meghatározása a szolgáltatók számára összetett műszaki és gazdasági feladat, amelynek kedvező megoldása függ hálózati architektúrától, a forgalom nagyságától és eloszlásától. Az összekapcsolt hálózatokban igénybe vehető előfizetői szolgáltatásokat az érintett szolgáltatók költségei alapján tervezik meg. A legjelentősebb szolgáltatói költség az összekapcsolási díj. Egy meghatározott nagyságú és eloszlású forgalom lebonyolítása esetére az összekapcsolási díj szerkezete és a díjelemek nagysága meghatározza a hálózati architektúra gazdaságosságát.

Gazdaságos lehet egy olyan összekapcsolt hálózati architektúra kialakítása, amelyben egy földrajzi területen a legnagyobb kiépítettségű hálózat össze van kapcsolva az ott létesített összes többi, kisebb hálózattal, s a különböző hálózatok ügyfelei mindig e legnagyobb hálózattal létesített összekapcsolási pontokon keresztül kommunikálnak egymással. Más hálózati környezetben és kiépítés mellett előnyösebb lehet a szolgáltatók számára, ha az adott földrajzi területen forgalmi érdekeltség szerint a hálózatok közvetlenül vannak egymással összekapcsolva. Ebben az esetben a különböző hálózatok ügyfelei közvetlenül a két érintett hálózat összekapcsolási pontjain keresztül kommunikálnak egymással.

A hálózatok összekapcsolása, ezen belül különösen pedig az összekapcsolási díj szabályozásának egyik célja a földrajzi és szolgáltatási szempontból teljes elérhetőség feltételeinek előírása, figyelemmel a gazdaságosság követelményeire is.

Szabályozott összekapcsolási forgalmi szolgáltatások a hívásindítás vagy közvetett hozzáférés, a hívásvégződtetés, a tranzit és a számfordító szolgáltatás. E szolgáltatások nyújtásának műszaki tartalma a következő.

A hívásindítás vagy közvetett hozzáférés szolgáltatás igénybe vételekor az előfizető az „A” hálózatot választva veszi igénybe az általa választott előfizetői szolgáltatást, ezért számlát az „A” szolgáltatótól kap, bár a hívásindítás a „B” hálózatban történik. A gyakorlatban az „A” hálózat az alternatív hálózat, a „B” hálózat a korábbi monopolhálózat. A hívásnál a „B” szolgáltató előfizetője egy rövid, rendszerint négyjegyű szolgáltató választó kóddal választja ki az igénybe venni kívánt „A” szolgáltató hálózatát. A hívás a „B” hálózaton indul és a választott hálózathoz legközelebbi összekapcsolási ponton lép át az „A” hálózatba.

A hívás végződtetés szolgáltatás igénybe vételekor a szolgáltató a hálózatában kezdeményezett hívást az összekapcsolási ponton olyan módon adja át a másik szolgáltatónak, hogy az a hívott előfizetőt vagy szolgáltatást annak hálózati végpontján elérje, s a kommunikáció megtörténhessen.

A tranzit szolgáltatás igénybe vételekor a szolgáltató a másik szolgáltató hálózatának egyik összekapcsolási pontjáról e hálózat másik összekapcsolási pontjára továbbítja a hívást. Ebben a forgalmi helyzetben szükség van egy harmadik szolgáltatóra is, aki a hálózatában végződteti a hívást. Tranzit szolgáltatásra specializált szolgáltatók működnek a nagy távolságokat összekötő interkontinentális útvonalakon.

A számfordító szolgáltatás a nem-földrajzi számra kezdeményezett hívásnak egy meghatározott hálózati végpontra történő irányítása, ahol a nem-földrajzi számot földrajzi vagy mobil számmá alakítja a szolgáltató a hívás lebonyolításához. A hívás lebonyolításához a hívást mindig egy meghatározott földrajzi helyen működő végkészülékre vagy mobil készülékre kell irányítani.

A peering a hálózat összekapcsolás kezdeti, az elszámolások szempontjából legegyszerűbb formája, amelyben a két összekapcsolt hálózat között a forgalomcsere barter megállapodás alapján működik. Ezt a formát elsősorban

azokban a forgalmi esetekben alkalmazzák, amelyekben az a két hálózat között kiegyenlített, továbbá a forgalom végződési költsége alacsonyabb, mint a forgalom mérése és számlázása. További megfontolást érdemel peering megállapodás szempontjából a földrajzi területen található ügyfelek vagy hálózati számítógépek és alkalmazások száma. Manapság főként az internet szolgáltatásoknál alkalmazzák.

Az összekapcsolás hálózatközi interfészeinek nyílt szabványait mutatja be a következő táblázat.

Műszaki jellemzők meghatározása	
Interfész jellemzők	Az SS7 jelzésrendszer jellemzői
ETS 300 356-1-től ETS 300 356-12-ig	ISUP 2. változat
ETS 300 356-14-től ETS 300 356-19-ig	
ETS 300 356-19/C1	
ETS 300 356-31-től ETS 300 356-36-ig	
ETS 300 009-1, ETS 300 009-2	SSCP
ETS 300 008-1, ETS 300 008-2	MTP
ETS 300 646-1-től ETS 300 646-4-ig	Az ISUP 2.változatának alkalmazása az ISDN és a GSM jelzésrendszeri interfészei között

5.5.3.táblázat: PSTN távbeszélő, ISDN és GSM hálózatok összekapcsolási interfészei

Az ISUP az SS7 jelzésrendszer felhasználói része a távbeszélő, az ISDN és a GSM hálózatokban. Eredetileg nemzetközi összekapcsolás számára fejlesztették ki, de ma már a belföldi összekapcsolásokban elfogadott általános összekapcsolási eszköz. Alkalmos az első-harmadik rétegbeli MTP és SSCP protokollokkal történő együttműködésre. A nemzetközi szervezetek időről időre ezen protokollok új változatát fogadják el általános alkalmazásra a fejlődő szolgáltatói igények kielégítésére.

5.5.3. VPN virtuális magánhálózati szolgáltatások

A VPN virtuális magánhálózati szolgáltatás az üzleti ügyfelek számára nyújtott hálózati szolgáltatás, elsősorban beszédátviteli és számítógép-hálózati alkalmazások céljaira. Újabbán a beszéd és az adatátvitel kombinált alkalmazására is sor kerül.

A magáncélú beszédhálózati szolgáltatás a telefon alközponti hálózathoz kialakított VPN virtuális magánhálózati szolgáltatás, ami az ügyfél sajátos forgalmi viszonyaira figyelemmel optimalizált, a szolgáltatás igénybe vevője számára költségtakarékos megoldás. A megtakarítást az teszi lehetővé, hogy a szolgáltató a hálózatában nem kizárólagos használatra átengedett kábelpárokra vagy

rádiócsatornán alakítja ki a magánhálózatot az előfizető számára, hanem szoftver alapú hálózatképző eszközök alkalmazásával. Az ügyfél előfizetői szerződést köt a szolgáltatóval egyrészt a virtuális magánhálózat kialakítására és üzemeltetésére, másrészt a VPN hálózatból kezdeményezett telefonbeszélgetések díjára. A VPN hálózatban maradó beszélgetésekért az ügyfél nem fizet díjat.

Adatátviteli, specifikusan számítógép-hálózati alkalmazások céljára a hálózati szolgáltató olyan módon építi ki az infrastruktúráján a VPN magánhálózatot, hogy az kellően biztonságos legyen az ügyfél üzletkritikus alkalmazásai számára is. Az ügyfél a szolgáltatás igénybevételével képes a VPN magánhálózaton csomópontokat igénye szerint bekapcsolni vagy kikapcsolni, továbbá meghatározhat időszakos vagy állandó összeköttetésű csatlakozási pontokat. Ezeket a hálózatképző műveleteket kiterjesztheti harmadik félre, például szállítóira és vevőire is. Az Internet és a távközlési szolgáltatók menedzselt IP-alapú hálózatainak globális elterjedése elősegítette a VPN magánhálózatok új típusának, az IP VPN-nek a fejlődését is. Az IP VPN kódolt IP-alagútként működik a menedzselt IP-alapú magánhálózatokban és természetesen az internet hálózaton.

Az adatbiztonságot az ügyfél számára négy funkcionális elemmel valósítják meg a VPN virtuális magánhálózatban:

- Az autentikációval az ügyfél VPN-be történő bejelentkezésének valódiságát állapítja meg a rendszer, az egyszerűbb esetekben rendszerint a felhasználói név és a jelszó alapján
- A hozzáférés ellenőrzésével kizárják a VPN használatából az illetékteleneket
- A bizalmas kezelés megakadályozza, hogy mások olvasni vagy másolni tudják a hálózaton átvitt adatokat
- Az adatintegritás biztosítja azt, hogy a hálózaton átvitt adatokat mások ne változtathassák meg

Az ügyfelek azokban az esetekben választják az IP-VPN magánhálózati szolgáltatást üzleti kommunikációs megoldásként, amelyekben tipikusan harmincnyolcvan százalékos költségmegtakarítást érhetnek el két-három év alatt. A döntésükben fontos szerepet játszanak olyan szolgáltatási minőségi elemek, mint a hálózati szolgáltatás rendelkezésre állása, az IP adatcsomagok késleltetése és a csomagvesztés aránya.

5.5.4. Hálózat hozzáférés szolgáltatások

A *hálózat hozzáférés* fogalmilag magába foglalja az összekapcsolást, de a szolgáltatók gyakorlatában és távközlés-szabályozásban önálló szolgáltatási típusokként valósulnak meg. A hálózati egy távközlő hálózat fizikai és logikai csatlakoztatása egy másik távközlő hálózathoz vagy annak részeihez azért, hogy a hálózati funkciók és a hálózaton nyújtott szolgáltatások igénybe vehetővé váljanak a felhasználók kiszolgálása érdekében. Hálózat hozzáférés szolgáltatás a legáltalánosabb értelemben a hálózatrészek kizárólagos vagy nem-kizárólagos átengedése, beleértve a berendezések csatlakoztatásával, vagy az infrastruktúra egyes elemeinek, mint például a kábelárok, a csőnyílás, vagy az antenna árbcoc rendelkezésre bocsátásával megvalósuló szolgáltatások. Ebbe a szolgáltatási típusba tartozik továbbá egyes szoftverek használatra történő átengedése, mint például az üzemeltetés-támogató rendszer, vagy a számfordító rendszer szolgáltatás. Hálózat hozzáférés szolgáltatás a mobil hálózati infrastruktúra átengedése és a mobil roaming szolgáltatás más szolgáltató számára, továbbá az előfizetői hurok átengedése és a digitális televízió feltételes hozzáférési rendszerének elérése is.

A távbeszélő hálózaton nyújtott speciális hálózat hozzáférés szolgáltatás lehetővé teszi, hogy távközlési szolgáltatók ehhez a hálózathoz meghatározott hálózati végpontokon berendezéseikkel távközlési szolgáltatás nyújtása érdekében csatlakozzanak. Ezek a hozzáférési pontok eltérnek az előfizetői hálózati végpontoktól.

Ilyen hálózat hozzáférési pont lehet például az internet szolgáltatók hálózat hozzáférési megállapodásban rögzített pont a távbeszélő hálózat tandem központjánál. Ebben az esetben a piaci kereslethez igazodva IP-alapú szolgáltatások nyújtása válik lehetővé egy erre vonatkozó szolgáltatási szerződés alapján a távbeszélő előfizetők számára.

A hálózat hozzáférés szolgáltatás tartalma lehet a távbeszélő hálózat transzport képességeinek a felhasználása az IP-alapú hálózat egyes transzport és vezérlő képességeinek a kezelésére. Erre példa az internet hálózat vagy az IP-WAN távoli elérése a távbeszélő hálózatból kezdeményezett behívással ("dial up"). A beszélgetésnél hosszabb tartásidejű internet behívások a gyorsan növekvő forgalom

mellett a tandem központokat túlterhelhetik, ami általában minőségromlást, de sok esetben a hívások megszakadását eredményezheti. Emiatt szükség lehet a meglévő távbeszélő hálózati architektúra megváltoztatására, továbbá az internet forgalom egy részének elterelésére a tandem hálózatról.

Másik fontos hálózat hozzáférés szolgáltatás tartalma a távbeszélő hálózat és a menedzselt IP-alapú magánhálózat vagy internet hálózat összeműködése a két hálózat transzport és vezérlő képességei szintjén. Ilyen, konvergált hálózati szolgáltatásként működik az IP beszédátviteli szolgáltatás távbeszélő készülékek között, más néven a telefonos VoIP ("Voice over IP").

A hálózat hozzáférés szolgáltatások interfészeinek nyílt szabványai még nem készültek el. Előkészületben vannak megfelelő szabványok a harmadik generációs mobil hálózatokon nyújtható hálózat hozzáférés szolgáltatásokra, továbbá a hálózat hozzáférés szolgáltatásként nyújtott VPN magánhálózati szolgáltatásokra, szélessávú hordozóhálózati szolgáltatásokra, egyes multimédia és internet hálózati szolgáltatásokra.

5.5.5. Hálózati szolgáltatás számlázáshoz

A távközlési szolgáltatások liberalizációjának egyik eredményeként a szolgáltatók a hálózataikon sokféle szolgáltatást tesznek elérhetővé, amelyekhez számlázási és ügyfélszolgálati tevékenység is szükséges. Az összekapcsolt hálózatokban nyújtott egyes szolgáltatások esetében a hívónak felszámítandó díj megállapítása, a díjszámlálás, a két szolgáltató együttműködésével valósítható meg. A számlázás további folyamatai, nevezetesen a számla elkészítése és megküldése az előfizetőnek, továbbá a díj beszedése és a számlareklamációk elintézése az egyes szolgáltatók saját tevékenységéhez tartoznak.

A hálózati szolgáltatás tartalma lehet a szolgáltató mediációs rendszere által előállított a hívásrekordok adatszolgáltatása. Másik hálózati szolgáltatás az igénybevétel díjazása, az árazás, ami vonatkozhat az összekapcsolási díjak elszámolására a szolgáltatók között, továbbá a listaárak alapján a felhasználóknak felszámítandó díj megállapítására. Az előfizetői díjcsomag és az akciós díjkedvezmények figyelembe vétele az árazásban az előfizetővel szerződést kötő szolgáltató tevékenységének a része.

5.5.6. Centrex szolgáltatás

A CENTREX a távbeszélő szolgáltató által a helyi távbeszélő központ eszközeivel nyújtott olyan szolgáltatása, amely a használók szempontjából megfelel annak a szolgáltatás készletnek, amelyet egy alközpont szokásosan nyújt. A hagyományos Centrex szolgáltatás igénybe vételéhez speciális végberendezésre van szüksége minden használónak, hasonlóan a alközpontok programozott készülékeihez. A szolgáltatás felépítésének és működésének másik műszaki következménye, hogy minden hívás a távbeszélő szolgáltató fővonalán bonyolódik le, úgy, hogy a házon belüli hívásokhoz két fővonalat kell használni. Ezek a feltételek csak egyes forgalmi helyzetekben valósíthatók meg gazdaságosan. Egyes felhasználók főként nem házon belüli, hanem leginkább csak távolsági és nemzetközi hívásokra használják a telefonokat és ilyen esetekben a Centrex megoldás takarékosabb. A hirtelen változó létszámú vagy adott telephelyen csak korlátozott ideig működő cégeknél is célszerűtlen alközpont vásárlása, telepítése és rendszeres átkonfigurálása.

Új fejlődési lehetőséget jelent a Centrex szolgáltatás megvalósításában az IP Centrex. Hasonlóan más IP-alapú távközlési szolgáltatásokhoz, a szolgáltatástól elvárt minőségi és biztonsági elvárások okán elsősorban nem csak az internet hálózaton, hanem a szolgáltató menedzselte IP-alapú hálózatán nyújtható Centrex szolgáltatás. Eltérően a port-alapú analóg és digitális távbeszélő hálózati szolgáltatástól, az IP Centrex szolgáltatás nyújtásának egységköltségében jelentős értékkel a szoftverrel megvalósított funkciók szerepelnek, a felhasználók számához kötött hardver költség szerepe sokkal kisebb.

A szolgáltatást olyan módon rendezi be a szolgáltató, hogy az előfizető által igényelt szolgáltatás minőségi jellemzők megvalósíthatók legyenek. A gateway eszközök és az IP csatorna sáv szélességével beállítható a hagyományos távbeszélő szolgáltatásnál megszokott hangminőség és párbeszéd. Az IP Centrex szolgáltatással a távközlési szolgáltató mind a távbeszélő hálózatba irányított hívások esetében, mind az IP hálózatok közötti hívások esetében biztosítja a hívásátirányítást, a hívás várakoztatást, a hangposta, a hívásközpont (call center) és más értéknövelt szolgáltatás igénybe vételét. Az IP Centrex szolgáltatás rendszertechnikai értelemben az IP-VPN szolgáltatás beszéd szolgáltatásokra

specializált változata. A szolgáltatást igénybe vevő szervezet munkatársai, ügyfelei és szállítói az IP-alapú globális hálózatokon át bárholn is ugyanúgy elérhetik az IP Centrex szolgáltatást, mintha a szervezet központjából vennék azt igénybe. Ez az a típusú távközlési mobilitás, amit megfelelő biztonsági elemek beállításával maga a szolgáltatást igénybe vevő szervezet korlátoz.

Rövidítések

ITU-T
SDH

Irodalomjegyzék

A részletek iránt érdeklődő olvasók számára ajánlott hivatkozások:

[5.5.1] Darryl P. Black: Building Switched Networks; Addison-Wesley, 1999

[5.5.2] Igor Faynberg - Lawrence Gabuzda - Hui-Lan Lu: Converged Networks and Services; Wiley Computer Publishing, 2000

the Internet 1997. Juli

5.6. Végberendezések, végberendezésekben megvalósuló szolgáltatások

Szerző: Pomázi Lajos

Lektor: Madarász Erika

A végberendezések közül kiforrottnak és megállapodottnak tekinthető a vezetékes távbeszélő hálózatok előfizetői készüléke. Állandó változás és megújulás jellemzi a mobil rádiótelefon hálózatok végberendezéseit, amelyek egyébként is a rendszer olyan integráns részei, hogy önállóan alig kezelhetők. Ezért ez a fejezet azokat a lényegi elemeket tartalmazza, amelyek egy végberendezés és az előfizetői készülékben megtestesülő szolgáltatások terén alapvetőnek tekinthetők és alkalmazási példáit hagyományos vezetékes készüléken mutatja be.

5.6.1. Előfizetői interfész

A különféle végberendezések előfizetői interfészen keresztül kapcsolódnak a távbeszélő központhoz. Az előfizetői interfész fő áramköri funkciói a BORSCHT betűszóval összegezhető, ahol az egyes betűk jelentése a következő:

- B** : Battery Supply, Battery Feed; Az előfizetői hurok táplálása
- O** : Overload protection; Túlfeszültség elleni védelem
- R** : Ringing; Csengető feszültség biztosítása az előfizető felé
- S** : Supervision, Signalling; Az előfizetői hurok állapotának figyelése
- C** : Coding; A/D, D/A átalakítás (kódolás, dekódolás)
- H** : Hybrid; 2/4 huzalos átalakítás
- T** : Testing; Az előfizetői interfész vizsgálata

Előfizetői hurok táplálása: A táphíd az előfizetői vonalon keresztül egyenárammal táplálja a végberendezést. Váltakozó áramú szempontból nagy impedanciájú, így nem csillapítja a vonali jeleket, jelzéseket.

Tradicionalis okokból, az egyenáramú szempontból ellenállásosnak tekintett táphíd paraméterei országonként [5.6.1], sőt egy országon belül akár központ típusonként is eltérőek lehetnek. A magyarországi főközpontokban a 48V, 2*250 ohm, a 48V, 2*300 ohm, vagy az 56V, 2*220 ohm-s táphidak a leggyakoribbak. Rövid vonal esetén a hurokáram a végberendezéstől függően elérheti a 75 –100 mA-t is, vagyis a táphídon akár néhány Watt teljesítmény is disszipálódhat.

A fajlagos disszipáció csökkentése érdekében alkalmazzák az állandó áramú táphidakat. Rövidzárási áramuk a fenti értékeknél jóval kisebb (pl. 22 mA, 30 mA), amit megadott hurokellenállásig közel állandó értéken tart. A hurokellenállás további növelésével a vonaláram az ellenállásos táphídnál megszokott módon csökken.

A tápáram csillapításból adódó maximális hurokellenállás táphídtól függően 1600 - 2200 ohm.

Túlfeszültség elleni védelem: Feladata, hogy megvédje az érzékeny elektronikus áramköröket az előfizetői vonal felől érkező túlfeszültségek (pl. villámcsapás, erősáramú rendszerekből származó feszültség) káros hatásaitól. A védelemnek nanoszekundum nagyságrendű idő alatt működésbe kell lépnie, ha a feszültség elér egy adott szintet. A túlfeszültség védelemnek teljesítenie kell a vonatkozó ETSI szabványt [5.6.2], az ITU-T K.20 ajánlást [5.6.3].

Csengetés: Bejövő hívás során a csengető áramkör 70 – 90 V effektív értékű, rendszerint 25 Hz-es frekvenciájú, adott ütemezésű csengető jelet ad ki az előfizetői készülék felé. Bejövő hívás fogadásakor a csengetést néhány tíz ms alatt le kell állítani.

Kódolás – dekódolás: A kódoló, ill. a dekódoló áramkör a négyhuzalos vonali szakaszban helyezkedik el. Az adásirányú ágban elhelyezkedő kódoló a csatornaszűrő által sávkorlátozott jelet 125 μ s-onként mintavételezi és „A” karakterisztikájú [5.6.4] kvantálással 8 bites PCM kódot állít elő. Vételirányban a dekódoló a 8 bites PCM kódokból analóg jelet állít elő, ami az aluláteresztő szűrőn keresztül jut el a hibrid áramkörhöz.

2/4 huzalos átalakítás: A hibrid áramkör 2/4 huzalos átalakítást végez a 2 huzalos telefonvonal és a 4 huzalos adás- és vételirányú szakasz között. Vonalutánszat biztosítja hídegyensúlyt a kéthuzalos interfésszel. A megfelelő impedancia illesztés a hibriden visszaforduló jel szintjét, a visszhangot csökkenti. A 2

huzalos analóg interfészekre vonatkozó követelményeket az ITU-T Q.552 ajánlása tartalmazza [5.6.5].

Előfizetői interfész vizsgálata: Üzemeltetési szempontból kívánatos, hogy az előfizetői interfész áramkörei, ill. az előfizetői vonal egymástól függetlenül tesztelhető legyen.

Az együttműködés biztosításához szükséges, az analóg előfizetői interfészekre csatlakozó végberendezések követelményeit az [5.6.1] tartalmazza.

5.6.2. Kézibeszélő követelmények

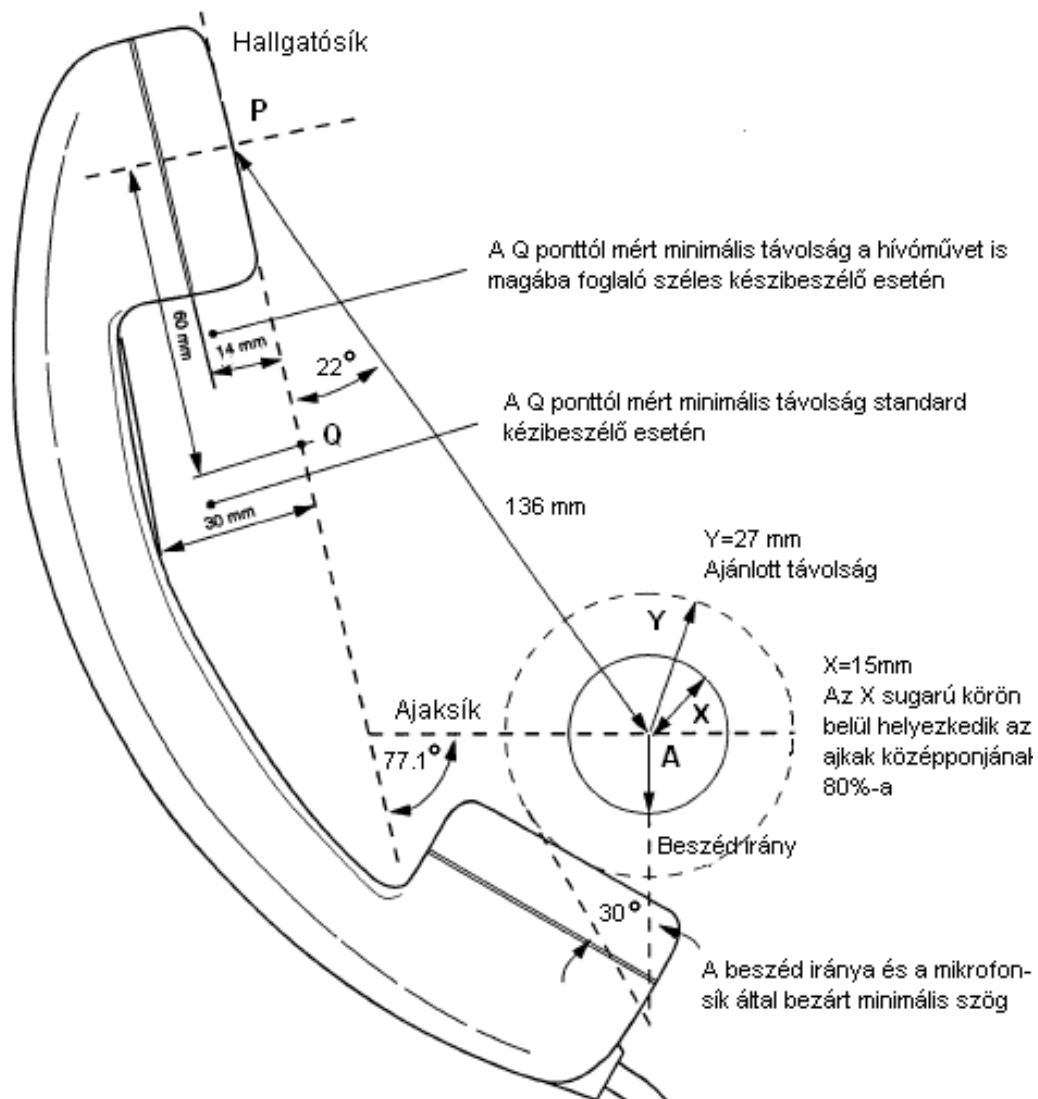
A kézibeszélő a hagyományos távbeszélő készülék alkotóeleme, ami magába foglalja a hallgatót és a mikrofont. A felhasználó a kézibeszélőt a fejéhez közel tartva folytathatja a telefonbeszélgetést.

A kézibeszélő formájának olyannak kell lenni, hogy

- a hallgatórész kényelmesen és jól illeszkedjen a felhasználó füléhez és a mikrofonrész a felhasználó ajkai elé, annak közelébe kerüljön;
- a hallgató- és a mikrofonrészt összekötő nyelet kényelmesen kézben lehessen tartani, elegendő távolságot biztosítva a nyelet körbefogó ujjak és az arc között.

A kézibeszélő alakja és mérete befolyásolja a távbeszélő készülékek adási és vételi szintjét. Tömegmérések során nyert adatokra támaszkodva az ITU-T az 5.6.1. ábra szerint határozta meg a kézibeszélő alakját és méretét [5.6.5]. A vizsgálatok során megállapították, hogy a komfortos használathoz a mikrofonrésznek mintegy 10-12 mm távolságban kell lennie az X.-szel jelölt körtől. Az X. jelű körön belül helyezkedett el a mérésben résztvevő több, mint 4000 személy 80 %-ánál az ajak középpont. A mikrofonrész úgy érintse az Y. jelű kört, hogy az érintő legalább 30°-os szöget zárjon be a beszédiránnyal. Az 5.6.1. ábra szerinti méretek a felhasználók több mint 90%-ánál megfelelő.

A gyártók többsége e szempontok figyelembe vételével tervezi meg a készülékkel harmonizáló kézibeszélőt. Kivételt képeznek azok a speciális esetek, ahol a funkció vagy a megjelenés az elsődleges szempont, mint pl. a mobiltelefonoknál vagy a banán, a cipő, a hamburger stb. alakú készülékeknél.



5.6.1. ábra. Az ITU-T P.35 ajánlásában javasolt kézibeszélő alak és méretek

Elvárás, hogy a kézibeszélő-ház kézbevételkor, fogásváltáskor ne hajoljon meg, ne adjon nyikorgó hangot. Az élek legyenek lekerekítettek, a kézibeszélő megszorításakor az illesztéseknél se csípődjön be a bőr.

Mivel a távbeszélő készülék akusztikai jellemzőit a kézibeszélőben lévő átalakítók érzékenysége és a beszédáramkör adás- és vételirányú erősítése együttesen határozza meg, néhány speciális esettől eltekintve a készülék gyártó nem publikálja a kézibeszélő és az abban lévő átalakítók elektroakusztikai jellemzőit.

5.6.3. Hangostelefon követelmények

A hangostelefon olyan távbeszélő készülék, amellyel a felhasználó a készülékházba beépített mikrofonon és hangszórón keresztül is bonyolíthat

beszélgetést, anélkül, hogy a kézibeszélőt felemelné. A kézibeszélő felemelésekor a készüléknek automatikusan ki kell kapcsolnia a hangostelefon funkciót és át kell térnie kézibeszélős üzemmódba.

A szubjektív elvárás szerint

- a hangostelefonnak kellő adási és vételi érzékenységgel kell rendelkeznie,
- nem léphet fel gerjedés a mikrofon és a hangszóró közötti akusztikus visszacsatolás miatt, valamint
- a beszédút kapcsolgatása miatt a beszédminőség nem csökkenhet számottevően.

A kézibeszélős üzemmódú készülékekhez hasonlóan a hangostelefon adási és vételi érzékenysége is kifejezhető hangossági mértékben. Mivel az ITU-T a nemzeti átviteli terv belügyeként tekinti, hogy az adott országban miként osztják fel a nemzeti szakaszra megállapított hangossági értékeket a távbeszélő készülék és a hálózat között, ezért az ITU-T nem definiálja nemzetközi ajánlásban a készülék hangossági mértékét. A hangostelefon adási és vételi érzékenységét az ITU-T a nemzeti előírásokban szabványosított hagyományos készülék érzékenységéhez viszonyítva adja meg, figyelembe véve a hagyományos és a hangostelefon közötti fizikai különbségeket, valamint a felhasználói viselkedésből adódó eltéréseket [5.6.8] [5.6.9].

A hangostelefon adási hangossági mértékének (SLR) kb. 5 dB-lel kell halkabbnak (számértékben kifejezve pozitívabbnak) lennie, mint a hagyományos készülék SLR értéke. [5.6.8] Az 5 dB-es különbség az alábbi összetevőkből adódik ki:

- az átlagos beszéd szint mintegy 3 dB-lel nagyobb, ha a felhasználó a hagyományos készülék helyett hangostelefonon keresztül kommunikál,
- a hagyományos készülékkel folytatott beszélgetés során a készülék kapcsain mérhető kimeneti szint 1 - 2 dB-lel kisebb annál, mint amit a hangossági mérték mérésekor alkalmazott beszélő pozícióban kapunk.
- az előzőeknél lényegesen kisebb különbség adódik a mikrofonok eltérő frekvencia karakterisztikájából.

Fontos szempont, hogy a felhasználó ne tudjon állítani az adási érzékenységen [5.6.8].

A hangostelefon adásirányú hangosságának objektív mérése során

- meg kell határozni az adásirányú érzékenységet a frekvencia függvényében ITU-T P.34 ajánlásának 6. pontja szerinti definiált mérési elrendezésben, majd
- az ITU-T P.79 ajánlásában leírt módszer szerint ki kell számolni az SLR értéket. [5.6.10]

Az ITU-T P.34 ajánlása szerint az automatikus erősítésszabályzás nélküli hangostelefon vételirányú érzékenységét legalább 15 dB-es, de legfeljebb 30 dB-es tartományban lehessen szabályozni. A vételi fokozat erősítését úgy kell megválasztani, hogy a fenti szabályzási tartomány magába foglalja azokat a beállításokat, amelyekkel a hangostelefon hangosság mértékben kifejezett vételi hangosságát (RLR)

- a hagyományos készülékre megadott RLR értékkel megegyező értékre, illetve
- annál 10 dB-lel hangosabb értékre is be lehessen állítani.

A hagyományos készülék névleges vételi hangosságához viszonyított 10 dB-lel hangosabb beállítási lehetőséget a háttérzajból eredő hatás teszi szükségessé. A háttérzaj növekedésekor a szubjektív megítélés szerinti preferált vételi szint eléréséhez hangostelefon üzemmódban jobban kell növelni a vételi hangosságot, mint készibeszélős üzemmódban [5.6.8] [5.6.9].

A maximális vételi erősítést azért kell korlátozni, hogy a vonalak közötti áthalláson keresztül ne lehessen más telefonbeszélgetéseket kihallgatni.

A hangostelefon vételirányú hangosságának objektív mérése során

- meg kell határozni a vételirányú érzékenységet a frekvencia függvényében az ITU-T P.34 ajánlásának 6. pontja szerinti definiált mérési elrendezésben,
- az ITU-T P.79 ajánlásában ismertetett módszer szerint ki kell számolni az RLR értéket [5.6.10], majd
- a számolt értékből 14 dB-t ki kell vonni. Ez a korrekciós tényező veszi figyelembe az egy füllel, illetve a két füllel történő hallás közötti különbséget (12 dB), továbbá azt a 2 dB-es különbséget, amit a fej diffrakciós hatása következtében a hangszórával történő hallgatás eredményez a két hallgatóval történő hallgatáshoz képest [5.6.9].

A legtöbb hangostelefonban beszéd által kapcsolt áramkör akadályozza meg, hogy a mikrofon és a hangszóró között fellépő akusztikus visszacsatoláson keresztül gerjedés lépjen fel. Az áramkör vagy az adás-, vagy a vételirányba csillapítást iktat be. Az egyik irányból a másik irányba történő átkapcsolás az alkalmazott megoldástól függően akkor jön létre, ha

- az ellenkező irányból érkező jelszint elér egy küszöbértéket, vagy amikor

- a jelek relatív szintjét és jellegét mindkét irányból figyelő vezérlőáramkör engedélyezi azt.

A küszöbszintek és az átkapcsolási idők megfelelő megválasztásával érhető el, hogy a párbeszéd során az átkapcsolásból eredő beszédminőség csökkenés (pl. az átvitt beszéd kezdő és utolsó szótagjainak elvesztése) elhanyagolható legyen [5.6.9].

Az [5.6.11] forrásban található áramköri leírás részletesen ismerteti, hogy

- a gerjedés elkerülése érdekében miként vezérik az adás- és vételirányú erősítők erősítését az adás- és a vételirányú jelszint egymáshoz viszonyított nagyságától, valamint csatornánként a jelszint zajhoz viszonyított értékétől függően,
- miként kell úgy beállítani a kapcsolási időket, hogy az átkapcsolások ne rontsák érdemben a beszédminőség szubjektív megítélését.

5.6.4. Nyomógomb/billentyű követelmények

A távbeszélő végberendezések legáltalánosabban használt adatbeviteli eszköze a billentyűzet. A billentyűzeten keresztül bevitt információk segítségével férünk hozzá a. a hálózat funkcióihoz. A billentyűzet adott irányelvek szerint elrendezett nyomógombokból épül fel. A nyomógombokat azonosíthatóságuk érdekében számmal és/vagy betűvel, esetleg a gomb funkciójára utaló szimbólummal látják el.

Az ITU-T E.161 ajánlása [5.6.12] alapján egy távbeszélő végberendezés billentyűzete legalább 12 nyomógombot tartalmazzon, a „0”-„9” számokkal, a „*” és a „#” szimbólummal jelölve azokat. A nyomógombok elrendezésére az ITU-T több változatot is ad, közülük az 5.6.2. ábrán látható elrendezést tekinti preferált megoldásnak. Az ETSI egyértelműen a standard 4x3-as elrendezés mellett foglal állást [5.6.6].

Segítheti tájékozódásunkat a billentyűzeten, ha az egyik nyomógombot tapintással is meg tudjuk különböztetni a többitől. A javasolt megoldás az „5” nyomógomb felületén, lehetőleg annak közepén elhelyezkedő $0,6 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ magasságban kiemelkedő, $1,5 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ átmérőjű lekerekített pont.[5.6.13]

1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

1	ABC 2	DEF 3
GHI 4	JKL 5	MNO 6
PQRS 7	TUV 8	WXYZ 9
*	0	#

5.6.2. ábra. Számok, illetve számok és betűk elrendezése a távbeszélő végberendezések hívóművén

Lenyomáskor a nyomógomb nem kerülhet a készülék ház felszíne alá a beakadás elkerülése végett. A nyomógomb felülete min. 113 mm², a min. mérete 12 mm, a lenyomás hatására megtett út 1 – 8 mm legyen. 0,25 – 1,5 N erővel lehessen működtetni. Előnyben részesül az a kialakítás, ahol a felhasználó a tapintáson túl akusztikailag is tudomást szerezhet a gomb megfelelő lenyomásáról, pl. egy jól észlelhető kattanas formájában. A nyomógombok középpontja közötti javasolt távolság 19 mm ± 1 mm. Amennyiben ez a paraméter nem éri el a 15 mm-t, akkor kimutathatóan megnő a téves gombnyomások gyakorisága [5.6.6].

Segíthet a hívószámok memorizálásában és a kiegészítő szolgáltatások igénybevételekor, ha a billentyűzet nyomógombjain a számok mellett betűk is vannak. A betűk és a számok összerendelését az ETSI az 5.6.2. ábrán látható módon szabályozta [5.6.14]. A betűk nem befolyásolhatják hátrányosan a számok olvashatóságát. Ha a nyomógombokat betűk bevitelére is használjuk (pl. elektronikus telefonkönyvben név szerkesztésekor), a felhasználónak lehetőséget kell adni, hogy a kiválasztott karakterről vizuális módon is kapjon visszacsatolást.

A készülék szolgáltatásaitól függően a standard 4x3-as elrendezésű billentyűzet további funkciógombokkal egészülhet ki. Egyértelmű megkülönböztethezőségük érdekében ezeket a gombokat a 4x3-as elrendezéstől jól elkülönítve kell elhelyezni és a funkció teljes nevével ellátott felirattal és/vagy jól ismert szimbólummal kell ellátni, azokat célszerűen a nyomógombokon feltüntetve. A leggyakrabban alkalmazott funkciók szimbólumaira az ITU-T ad javaslatot [5.6.15].

Bonyolultabb eszközöknél a nyomógombok számának csökkentése érdekében alkalmaznak olyan megoldásokat, ahol egy funkciógomb aktuális

jelentése az éppen futó alkalmazói szoftvertől függ. Elvárás, hogy a gombok és az aktuális jelentést mutató feliratok között szoros térbeli kapcsolat legyen. A feliratoknál lehetőség szerint kerülni kell a rövidítéseket.

5.6.5. Kijelző követelmények

A vizuális kijelző a felhasználói felület egyik alapvető eleme, a legrugalmasabban felhasználható közvetítő eszköze. Ide sorolhatók az állapot és figyelmeztető információkat adó egyszerű fényjelzésektől kezdve az alfanumerikus karakter megjelenítésére alkalmas kijelzőkön át a nagy mennyiségű szöveg és élő kép továbbítására alkalmas katódsugár csöves (CRT) és folyadékkristályos (LCD) színes grafikus kijelzőkig [5.6.6]. Vizuális kijelzőket azért használunk, hogy vezérlő információk és adatok bevitelkor visszacsatolást, a rendszer aktuális állapotáról tájékoztatást kapjunk, valamint szöveget, ábrát, illusztrációt és képet jelenítsen meg.

A végberendezések tervezésekor a kijelző megválasztásának alapvető szempontja a megjelenítendő információ jellege és annak egyszerre kijelzendő mennyisége, a tipikus olvasási távolságot figyelembe vevő, a jó olvashatóságot biztosító karakterméret. Az adat fontosságát is figyelembe vevő minimális karakterméretet az olvasási távolság függvényében [5.6.16] adja meg.

A karakteres kijelzők tipikusan 1 – 8 sort, soronként max. 24 karaktert jelenítenek meg. Kivételük szempontjából leggyakoribb az LCD kijelző. A termékek széles választékánál alkalmazzák számok vagy alfanumerikus karakterek, a terméktől függően az eszköz beállítására, állapotára utaló információk (pl. hívási üzemmód, akkumulátor töltöttségi foka, térerő, üzenet érkezett) szimbólumokkal történő kijelzésére. A számok megjelenítésére elegendő lehet 7 vagy 9 szegmenses kijelző. Alfa numerikus karakterekhez a pont-mátrixos kijelző használatos. Nagybetűk kijelzésére min. 7x5 pontos mátrix szükséges. Előnyben részesítendő a 9x7-es mátrix további négy pontsorral kiegészítve, amellyel ékezetes betűk, a betűvonal alá nyúló kisbetűk, valamint írásjelek is kijelezhetők (pl. „g”).

A grafikus kijelzőknél a megjelenítő felület pont-mátrixból áll, amely alkalmas álló vagy mozgó szövegek, grafikák, szimbólumok és képek megjelenítésére. A felbontási képessége a pontok számától függ.

Az olvashatóság érdekében a karakterek és a háttér közötti kontraszt arány legalább 3:1 legyen, javasolt a 10:1 arány biztosítása [5.6.16]. Kerülni kell a vékony, az extra vastag vagy a tömörített betűtípusokat. Előnyös tulajdonság, ha a felhasználó a környezeti fényhez, hőmérséklethez igazodva a kontrasztot állítani tudja. Növeli a készülék használhatóságát, ha a kijelző háttérvilágítással rendelkezik.

A jól megválasztott, lehetőség szerint szabványosított ikon kifejezőbb, mint egy szöveges felirat. A legtöbb felhasználó számára könnyebb megérteni és megjegyezni, az olvasni nem vagy nehezen tudók számára is felismerhető.

5.6.6. Automata párbeszéd követelmények

Felhasználói interfésznek vagy más néven Man-Machine interfésznek nevezzük azt a kétirányú kommunikációs határfelületet, amelyen keresztül a felhasználó a távközlési végberendezéssel, vagy a végberendezésen keresztül a távközlési szolgáltatóval kommunikál. A nyilvános hálózaton alapuló kiegészítő szolgáltatásokhoz hozzáférést biztosító és annak vezérlését lehetővé tevő felhasználói interfész általános leírását az ETSI 300 738 szabvány tartalmazza [5.6.17].

Az élet különböző területein léteznek olyan nyilvános távbeszélő hálózaton keresztül hozzáférhető kiegészítő szolgáltatások (pl. hangposta, banki szolgáltatás, információ lekérdezés, vásárlás), amelyeket a felhasználó a standard 12 gombos billentyűzetről DTMF jelekkel vezérelhet és a rendszer tárolt beszédű bemondásokkal tájékoztatja a felhasználót a vezérlési műveletek eredményétől függően. A tárolt beszédű szolgáltatásokhoz kapcsolódó eljárások, bemondások tervezésének irányelveit az ETSI ETR 329 jelentése tartalmazza [5.6.18].

Annak függvényében, hogy a szolgáltatás milyen formában várja a felhasználótól a bemenő adatokat, megkülönböztethetünk

- parancs jellegű párbeszédet és
- interaktív párbeszédet.

Parancs jellegű a párbeszéd, ha a szolgáltatás igénybevételéhez a felhasználónak anélkül kell beadnia az összes szükséges információt, hogy közben bármilyen segítséget kapna a szolgáltatótól. Pontosan ismernie kell a parancs

szintaktikáját, mivel csak az utolsó karakter bevitele után értesül arról, hogy a rendszer elfogadta-e a parancskódot.

Interaktív párbeszeden alapuló szolgáltatást a felhasználó a parancs szintaktikájának előzetes ismerete nélkül is igénybe veheti. A rendszer lépésről-lépésre ellátja a felhasználót a szükséges ismeretekkel, minden új állapotban tájékoztatja a következő teendőről.

A tervező a szolgáltatás és a felhasználótól elvárt tevékenység komplexitásától függően választhat a két párbeszéd típus közül. Ha a szolgáltatás csak egyetlen opciót ajánl és a felhasználótól kevés bemenő adatot vár, akkor a parancs jellegű párbeszéd a megfelelő. Ha egy szolgáltatásnak számos opciója van (pl. banki szolgáltatás), a rendszer különféle bemenő adatokat vár (pl. kártyaszám, PIN kód), vagy a szolgáltatás igénybevételekor célszerű a felhasználót kalauzolni, akkor az interaktív párbeszéd részesítendő előnyben.

A tárolt beszédű szolgáltatásokkal szembeni általános felhasználói elvárás, hogy

- a szolgáltatás elégítse ki igényeit, megbízhatson az ott kapott végeredményben;
- bizalmas adataihoz illetéktelenek ne juthassanak hozzá;
- legyen könnyen megtanulható és kezelhető, a rendszer támogassa abban, hogy ne kelljen hosszú parancsokat észben tartania;
- kapjon megfelelő tájékoztatást;
- legyen lehetőség a hibakezelésre, anélkül hogy bontania kellene a hívást;
- a leggyakrabban használt opciókhoz a legkevesebb lépéssel hozzá lehessen jutni, csökkentve a rendszerben eltöltött időt.

A tárolt beszédű interaktív szolgáltatások tervezésekor megvalósítandó lépések, figyelembe veendő szempontok a következők:

1. A dialógus szerkezetének, struktúrájának kialakítása.

- a szükséges default adatok összegyűjtése. Ha lehetséges, akkor a felhasználói közreműködést minimalizáló módszerrel (pl. „A”-szám kikérés)
- a felhasználó azonosítása és hitelesítése
- nyelvválasztási lehetőség megteremtése
- menüszerkezet kialakítása. Egyszerű szolgáltatás (max. 4 db, egymáshoz nem kapcsolódó opció) esetén almenük nélküli struktúra, komplex szolgáltatásnál fa struktúra (szintek száma lehetőleg ne legyen több a háromnál).

- menük kialakítása

2. Menüpontok közötti mozgást biztosító felhasználói vezérlések megtervezése:

- „jelzés – vezérlés –jelzés” elv alkalmazása. A felhasználót tájékoztatni kell, hogy mielőtt kiadná a vezérlő kódot hol van a rendszerben, mik a lehetséges vezérlő parancsok, majd a vezérlő kód kiadása után mi a rendszer új állapota.
- „keresztülvágható” bemondások. A gyakorlott felhasználó a folyamatban lévő bemondás alatt is kiadhassa a vezérlő kódot, ne kelljen megvárnia az aktuális bemondás végét. Ugyanabba az állapotba kell eljutnia, mint akkor, ha a vezérlő kód kiadása előtt kivárta volna a bemondás végét. Nem javasolt a „keresztülvághatóság” azokra a bemondásokra, amelyek nem várt esetről tájékoztatnak (pl. a szolgáltatás túlterheltség miatt nem elérhető; az adott számú hangposta-fiók nem létezik).
- „előre tárcsázás”. A gyakorlott felhasználónak legyen lehetősége több parancsot összefűzni és azokat egy lépésben beadni, amellyel akár több bemondást is átugorva juthat el a kiválasztott végponthoz.
- rendszer válaszidejének megválasztása. A vezérlő kód kiadása és az új állapothoz tartozó bemondás között lehetőség szerint 500 ms – 1 s közötti idő legyen.
- illegális vezérlő kód kezelésének módja (pl. a rendszer figyelmen kívül hagyja az adott állapotban illegálisnak tekintett kódot, mintha meg se kapta volna azt vagy hibabemondás)
- hibakezelés;
- leidőzítés idejének megválasztása (pl. 2 – 8 s) és a leidőzítés kezelésének módja (pl. az adott állapothoz tartozó bemondás megismétlése);
- megerősítés kérése nem visszafordítható állapotot létrehozó vezérlés esetén (pl. üzenetek törlése, tranzakció végrehajtása);
- adatbeviteli formátum megtervezése;
- általános funkciók megtervezése (súgó, ismétlés, szünet, visszalépés a fő menübe, stb.);

3. Bemondások megtervezése, megszővegezése

- a bemondások legyenek széles körben érthetőek, egyszerű mondatszerkezetűek, pontosan írják le az adott funkciót;
- kerüljük a (szak)zsargont, a hasonló hangzású, többértelmű vagy zavaros jelentésű szavakat;
- az utasítások felszólító módban hangozzanak el;
- a kulcsszó a mondat elejére kerüljön. Először hangozzon el a kulcsszó, csak utána a hozzátartozó vezérlő kód. A felsorolás utolsó eleme előtt használjuk a „vagy” szót.
- a műveletek a felhasználótól elvárt végrehajtási rendben hangozzanak el.
- a visszacsatolások legyenek rövidek és konkrétak;

- a számok a természetes beszéd szabályai szerint legyenek bemondva. Pl. a „300012 Ft”-ot ne „három-nulla-nulla-nulla-egy-kettő forint” formában.
 - jelzések alkalmazása az ITU-T vonatkozó ajánlásai szerint [5.6.19] [5.6.20].
4. Bemondó személyének kiválasztása
- tisztán, határozottan, jól artikulálva, megfelelő ritmusban beszéljen;
 - hangja kellemes, barátságos legyen;
 - előnyben részesítendő a női hang.
5. Felvétel készítése során figyelembeveendő szempontok.
- megfelelő technikai háttér (kellő sáv szélesség, min. torzítás és háttér zaj stb.);
 - jó érthetőséget biztosító beszédsebesség (szavak/perc);
 - a különböző blokkok beszédsebessége, hangereje és hanghordozása legyen olyan, hogy azokat összefűzve is természetesnek hassanak;
 - menüpontok felsorolásakor legyen közöttük rövid szünet;
 - mesterséges és tárolt beszéd összefűzése lehetőség szerint kerülendő. Ha mégis szükséges kombinált alkalmazásuk, váltáskor legyen közöttük 1 – 2 s idejű szünet
 - ha egy bemondást rögzített üzenetek (pl. hangposta) követik, a különböző forrást hangsúlyozzuk 1 – 2 s időtartamú szünet beiktatásával.
 - a felhasználó fülénél $-10 \text{ dBPa} \pm 5 \text{ dB}$ legyen a bemondás hatására létrehozott hangnyomás [5.6.20].

5.6.7. Készülék intelligencia

A felhasználó igen változatos termékpalettáról választhatja ki az igényeinek leginkább megfelelő kivitelű és szolgáltatási körrel rendelkező készüléket. Funkciójuk alapján csoportosítva, a teljesség igénye nélkül az alábbi szolgáltatások említhetők meg:

Tárcsázással kapcsolatos szolgáltatások

- Flash;
- számjegyek közé szünet beiktatása;
- utoljára hívott szám ismételt hívása egy gomb lenyomásával (redial);
- utoljára hívott szám automatikus ismételt hívása egy gomb lenyomására (auto redial);
- az utoljára hívott „n” db hívószám közül a kiválasztott szám ismételt hívása;
- hívás memóriából;
- beszéddel vezérelt hívás.

Hívószám tárolás

- hívószám tárolás rövidített kódra;
- hívószám tárolása közvetlen memóriába;
- hívószám tárolása névvel együtt (telefonkönyv funkció);
- hívószám feljegyzése beszélgetés közben az erre kijelölt memóriába.

Híváskorlátozással kapcsolatos funkciók

- hívószám vagy hívásirány(ok) korlátozása kulccsal vagy PIN kóddal;
- bármelyik gomb lenyomására egy előre beprogramozott szám hívása;
- billentyűzet lezárása;

Beszédhez kapcsolódó szolgáltatások

- mikrofon némítása;
- vételi hangosság szabályzása;
- vételirány kihangosítása;
- hangostelefon;
- beszélgetés tartásba tétele;
- tartásba tett állapotról a másik fél zenével történő tájékoztatása.

Hívásjelzővel kapcsolatos szolgáltatások

- bejövő hívás hangosságának, hangszínének és ütemezésének állítása;
- bejövő hívás vizuális kijelzése.

Kijelzéssel kapcsolatos szolgáltatások (hívószám kijelzés külön szakaszban)

- készülék aktív állapotának vizuális kijelzése;
- tárcsázott szám kijelzése;
- beszédidő kijelzése;
- a folyó beszélgetés díjának kijelzése;
- a készülékről bonyolított beszélgetések összesített díjának kijelzése;
- dátum, pontos idő kijelzése;
- nyelvválasztási lehetőség;
- készülék állapotának kijelzése (pl. akkumulátor töltöttségi állapota, térerő, tárcsázási mód);
- kijelző háttérvilágítása.

Adatvédelem védelem PIN-kóddal

Üzenetrögzítéssel kapcsolatos szolgáltatások

- üzenetrögzítői vagy „csak válaszoló” üzemmód;

- kimenő üzenet rögzítése, visszajátszása, felvételi idő mérése;
- válaszolást megelőző csengetések számának beállítása;
- a bejövő üzenetekre vonatkozó felvételi idő állítása (korlátozott idejű vagy korlátozás nélküli);
- monitor üzemmód;
- az üzenet beérkezési idejének rögzítése és az üzenet lejátszásakor annak beszéddel történő jelzése;
- a beérkező új üzenetek számának, a még rendelkezésre álló kapacitás kijelzése
- üzenetek meghallgatása, lejátszás leállítása és újraindítása, ismételt meghallgatás, ugrás az előző üzenetre, ugrás a következő üzenetre, egyes üzenetek mentése/törlése, valamennyi üzenet törlése;
- távlekérdezés PIN kóddal;
- folyó beszélgetés rögzítése.

DECT alapú zsinórnélküli telefonrendszer néhány speciális szolgáltatása:

- egy bázisállomáshoz max. 6 kézibeszélő regisztrálható;
- egyszerre egy fővonalis és egy belső beszélgetés lehetősége;
- hívás átadása, átvétele;
- hívó fél azonosítása tárolt beszéden alapuló bemondással;
- bébiszitter funkció. Ha a helységben lévő zajszint túllépi a beállított értéket, a készülék automatikusan hívja a rendszeren belüli célkészüléket. A célkészülék automatikusan fogadja a hívást.

Hívószám kijelzésen (CLIP) alapuló néhány tipikus szolgáltatás a teljesség igénye nélkül [5.6.21] [5.6.22.]:

- hívó fél azonosítása hívószám felismerésével;
- hívó fél azonosítása a hívószámhoz rendelt név segítségével. Előfeltétele, hogy az eszköz telefonkönyvében a telefonszám a hozzátartozó névvel együtt már tárolva legyen.
- hívószám hiány esetén tájékoztatás a hívószám hiányának okáról (a hívószám kiadást a hívó megtiltotta vagy a hívószám kiadása egyéb ok miatt nem lehetséges);
- az utolsó „n” db megválaszolt hívás hívószámainak, esetleg a próbálkozások számának vagy tényének rögzítése;
- az utolsó „y” db megválaszolt hívás adatainak rögzítése (beszélgetés dátuma, ideje, tartama, jellege);
- megkülönböztetett csengetés hozzárendelése hívókhoz vagy kategóriákhoz;
- hívószám kijelző számítógéphez csatlakoztatása. A hívószámkijelző eszköz soros porton átküldi a számítógépnek a vett adatokat, amely alapján a gép a hívó részletesebb adatait is megjeleníti.

5.6.8. Idősek és sérültek végberendezésekkel kapcsolatos speciális igényei

A távközlési szolgáltatásokat minél több ember számára hozzáférhetővé kell tenni, beleértve azokat is, akik veleszületett vagy szerzett fogyatékoságban szenvednek. A fogyatékoság okozója lehet fizikai, értelmi vagy érzékszervi károsodás, egészségi állapot vagy lelki betegség [5.6.23]. Olyan termékekre és szolgáltatásokra van szükség, amely a hátrányos helyzetűek speciális igényeit is kielégíti.

Az ETSI [5.6.24] [5.6.25] [5.6.26] célul tűzte ki, hogy

- feltárja azokat a fő tényezőket, amelyek a hátrányos helyzetű embereket megakadályozhatják a távközlési szolgáltatások elérésében,
- az eszközökre olyan ajánlásokat dolgoz ki, amelyek a különféle speciális igények figyelembe vételével segítséget adhatnak ahhoz, hogy a távközlési alapszolgáltatásokat a lakosság minél szélesebb rétege önállóan vehesse igénybe.

E fejezetben a teljesség igénye nélkül rövid áttekintést adunk erről a szerteágazó területről.

A látássérültek látáskárosodásuk fokától függően három kategóriába sorolhatók:

- vakok vagy súlyosan látáskárosultak,
- részlegesen látók, akik nem tudnak olvasni,
- csökkent látásúak, akik segédeszközzel tudnak olvasni.

A látássérülteknek, különösen az első két csoportba tartozóknak távközlési szempontból a legtöbb problémát az ismeretlen környezetben a végberendezésekhez való hozzáférés és a nem megszokott eszközök kezelése jelenti.

A nyilvános készülékek helyének meghatározását elősegítheti irányjelző táblák, alaprajzok használata, ill. speciális mintázatú útburkolat vagy padlófelület, amelyeket könnyen érzékelhetnek vakok is. A nyilvános készülékek érmebedobó és/vagy kártyabedugó nyílását úgy kell kialakítani, hogy azokat tapintás útján is könnyen azonosítani lehessen. Kártyás fizetőeszközökön olyan jeleket kell alkalmazni, amivel a kártya pozíciója és használati módja tapintással is meghatározható. A készülék használata során a kijelző üzenetein túl legyen

akusztikus visszacsatolás arról, hogy a készülék elfogadta-e az adott fizetőeszközt, valamint időben adjon figyelmeztető hangot, ha a beszélgetés folytatásához újabb érmét kell bedobni, vagy kártyát kell cserélni.

A hibátlan számbeadás alapvető feltétele a nyomógombok szabványos elrendezése a billentyűzeten [5.6.6] [5.6.12] [5.6.14], a billentyűk pozíciójának megállapításához az „5” gomb megjelölése [5.6.13]. Segíthet a tájékozódásban a nyomógombok közötti megfelelő távolság biztosítása, a legalább 7,5 mm magasságú, kellően kontrasztos karakterek használata [5.6.26].

A férfiak 7-10%-a színvak vagy színtévesztő. Ezért alapvető funkciókat és üzeneteket soha ne jelöljünk kizárólag színekkel. Mindig alkalmazzunk egyéb információs módokat is. Ha a nyomógombok vagy információk azonosítására színjelöléseket is alkalmazunk, akkor olyan színeket válasszunk, amelyek szürke tónusuk alapján megkülönböztethetők.

Magyarország lakosságának kb. 10%-a szenved valamilyen mértékű halláskárosodástól. Közülük kb. 300 ezer fő súlyosan nagyothalló, ezenkívül kb. 60 ezer fő siket [5.6.23][5.6.27]. A hallássérült emberek halláskárosodásuk fokától függően két nagy csoportba oszthatók:

- nagyothallók
- siketek

A halláskárosodás mértékétől függően jelentősen különbözhetnek az igényeket kielégítő, ill. az adott esetben alkalmazható távközlési eszközök, megoldások.

Még mérsékelten halláscsökkenés mellett is problémát okozhat a szokásos hangossággal csengető telefon meghallása. Megoldás lehet a nagyobb hangerejű pótcsengő, vizuális hívásjelző használata a telefonnál vagy attól távolabb elhelyezve.

A siket emberek kommunikációs készsége számos tényezőtől függ [5.6.23]. Ilyen tényező lehet az életkor, amikor a siketség kezdődött, a hallásukat a nyelvi készség kialakulása előtt vagy után veszítették el, beszédképesség, hallásmaradvány mértéke, szájról olvasási készség, személyiség, iskolázottság foka, stb.

A siket, a beszélni nem tudó, vagy nem érthető beszédű emberek az írásos kommunikációt alkalmazhatják. Az összeköttetés felépítése után a két fél párbeszéd formájában válthat üzenetet a hálózathoz modemén keresztül kapcsolódó

alfanumerikus billentyűzettel, kijelzővel ellátott text telefonnal vagy megfelelő kommunikációs szoftverrel rendelkező számítógéppel. Információközlésre használható a fax, a mobil készülékről küldött SMS üzenet, az elektronikus levél is, melyeknél az egy logikai egységnek tekinthető információ mennyiséget újabb címzés keretében kell elküldeni. A videotelefon segíthet a jelbeszédet ismerőknek és a szájról olvasni tudóknak.

A fenti esetekben a kommunikáció előfeltétele, hogy mindkét fél azonos vagy kompatibilis műszaki platformmal rendelkezzen. Operátori szolgáltatás keretében lehetőség van arra, hogy a text telefonnal vagy a célnak megfelelő számítógéppel rendelkező siket vagy beszédsérült ember operátori közreműködéssel, „tolmácsolással” bárkivel kommunikálhasson, függetlenül attól, hogy ki kezdeményezi a kapcsolat felvételét [5.6.28].

A nagyothalló emberek telefonon történő kommunikációját segítheti

- a nagyothalló készülékekhez induktív csatolást biztosító távbeszélő készülék,
- -a kiegészítő vételi erősítéssel rendelkező telefonkészülék

A korszerű nagyothalló-készülékek az akusztikai jelek erősítésén kívül a beépített kis indukciós tekercs segítségével mágneses terekből induktív csatolással vett hangfrekvenciás jelek feldolgozására is képes. A távbeszélő készülékek hallgatója körül kialakuló mágneses tér a tekercsben feszültséget indukál. A nagyothalló készülék ezt a jelet kellő mértékben felerősíti és akusztikus jellé alakítja át. Azért, hogy a két eszköz induktív csatolással megfelelő módon együtt tudjon működni, a távbeszélő készülék hallgatója által keltett mágneses térerőnek teljesíteni kell a vonatkozó ITU-T és ETSI előírásokat [5.6.29] [5.6.30]. A hallgató körül kialakuló váltakozó mágneses tér erősségének elég nagyoknak kell lenni ahhoz, a nagyothalló készülék tekercsében megfelelő jel/zaj viszonyú feszültség indukálódjon, de nem lehet olyan nagy, hogy a nagyothalló készüléket túlvezérelje.

Megfelelő lehet nagyothallók számára az a kiegészítő vételi hangerő szabállyal rendelkező távbeszélő készülék, amelynél a vételi érzékenység a normál készülék érzékenységéhez viszonyítva 20 dB-lel nagyobbra növelhető [5.6.29]. Mivel a nagyothallók akusztikus fájdalomküszöbe nem szükségszerűen nagyobb, mint a normál hallásúaké, a maximális akusztikus kimenő szintet korlátozni kell. A csúcsvágásnál jobb megoldást biztosít az automatikus erősítés szabályzás. A hangostelefonnál alkalmazott módszerekkel megelőzhető az akusztikus gerjedés.

Ha a kiegészítő vételi erősítéssel is rendelkező távbeszélő készüléket normál hallásúak is használják, akkor célszerű olyan megoldást alkalmazni, amely a kézibeszélő visszahelyezésekor a vételi erősítést alapértékre állítja vissza. Ha a készüléket főleg a nagyothalló személy használja, akkor előnyben részesítendő, ha a kézibeszélő visszahelyezésekor a vételi erősítés megmarad a bontás előtt beállított állapotban.

A mozgássérültek fő problémáját a távközlési eszközök megközelítése okozza. Otthoni vagy munkahelyi környezetben nem okoz komolyabb gondot a hozzáférés, ugyanakkor némi időt igényelhet a bejövő hívás fogadása. Ebben az esetben nagy segítséget jelenthet a zsinórnélküli vagy a mobil telefonok használata.

A nyilvános beszélőhelyeket úgy kell kialakítani, hogy azokhoz kerekesszékekkel vagy egyéb segédeszközökkel közlekedő mozgássérült is hozzáférhessen. Alapvető szempont, hogy a beszélőhely megközelítését ne akadályozza lépcső. A fülke ajtaja kerekesszékből is könnyen nyitható, zárható legyen. A fülke legyen elég széles, hogy kerekesszékekkel könnyen be lehessen állni. A nyilvános készüléket olyan magasságban kell elhelyezni, hogy fő kezelőszervei (pl. kézibeszélő, hívómű, érme bedobó nyílás, érme visszaadó nyílás, kártya bedugó nyílás) a kerekesszékekben ülve is elérhetők legyenek, valamint a kijelzőn megjelenő üzenetek ebben a helyzetben is olvashatók legyenek.

A fent ismertetett elhelyezés megfelelő lehet gyerekek és az átlagnál alacsonyabbak számára is. Nyilvánvaló, hogy az átlagnál magasabb emberek számára ettől eltér az optimális magasság. Ha egymás közelében több készüléket is telepítenek, célszerű azokat úgy felszerelni, hogy az átlagos magasságúakon túl az alacsony és a magas növésűek is találjanak kényelmesen használható terminált.

Irodalomjegyzék

[5.6.1] ETSI EN 300 001 (1998-10): Attachments to Public Switched Telephone Network (PSTN); General technical requirements for equipment connected to an analogue subscriber interface in the PSTN

[5.6.2] ETSI EN 300 386 (2000-03): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements

[5.6.3] ITU-T Recommendation K.20; Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunication centre to overvoltage and overcurrents (02/2000)

[5.6.4] ITU-T Recommendation G.711; Pulse Code Modulation (PCM) of voice frequencies (Blue Book)

- [5.6.5] ITU-T Recommendation Q.552; Transmission characteristics at 2-wire analogue interfaces of digital exchanges (11/96)
- [5.6.5] ITU-T Recommendation P.35; Handset telephones (Blue Book)
- [5.6.6] ETSI ETR 116 (1994): Human Factors (HF); Human factors guidelines for ISDN Terminal equipment design
- [5.6.8] ITU-T Recommendation P.34; Transmission characteristics of hands-free telephones (03/93)
- [5.6.9] CCITT Handbook on telephonometry, Geneva, 1992
- [5.6.10] ITU-T Recommendation P.79; Calculation of loudness ratings for telephone sets (09/99)
- [5.6.11] Philips Semiconductors, TEA 1098 Speech and handsfree IC (2000 Sep 26)
(<http://www.semiconductors.philips.com/comms/products>)
- [5.6.12] ITU-T Recommendation E.161; Arrangement of digits, letters and symbols on telephones and other devices that can be used for gaining access to telephone network (05/95)
- [5.6.13] ETSI ES 201 381 V1.1.1 (1998-12): Human Factors (HF); Telecommunication keypads and keyboards; Tactile identifiers
- [5.6.14] ETSI ETS 300 640 (August 1996): Human Factors (HF); Assignment of alphabetic letters to digits on standard telephone keypad arrays
- [5.6.15] ITU-T Recommendation E.121; Pictograms, symbols and icons to assist users of the telephone service (07/96)
- [5.6.16] ECMA-136 (1989), Ergonomics - Requirements for non CRT Visual Display Units
- [5.6.17] ETSI ETS 300 738, Human Factors (HF); Minimum Man-Machine Interface (MMI) to public network based supplementary services
- [5.6.18] ETSI ETR 329, Human Factors (HF); Guidelines for procedures and announcements in Stored Voice Services (SVS) and Universal Personal Telecommunication (UPT)
- [5.6.19] ITU-T Recommendation E.182; Application of tones and recorded announcement in telephone services (03/98)
- [5.6.20] ITU-T Recommendation E.183; Guiding principles for telephone announcement (03/98)
- [5.6.21] ETSI TR 101 292, Public Switched Telephone Network; Protocol over the local loop for display and related services; Proposed enhancements and maintenance of existing standards (1999-09)
- [5.6.22] ETSI ETS 300 659-1, Public Switched Telephone Network (PSTN); Subscriber line protocol over the local loop for display (and related services); Part 1: On hook data transmission (February 1997)
- [5.6.23] A Közösségfejlesztés magyarországi honlapja
(http://www.kkapcsolat.hu/el_konyv/legalabb/fogyatek.htm)
- [5.6.24] ETSI ETR 166, Human Factors (HF); Evaluation of telephones for people with special needs; An evaluation (January 1995)
- [5.6.25] ETSI ETR 029, Human Factors (HF); Access to telecommunications for people with special needs, Recommendation for improving and adapting telecommunication terminals and services for people with impairments (October 1991)
- [5.6.26] ETSI ETR 345, Human Factors (HF); Characteristics of telephone keypads and keyboards; Requirements of elderly and disabled people (January 1997)
- [5.6.27] A Siketek és Nagyothallók Országos Szövetségének a honlapja (<http://www.sinosz.hu>)
- [5.6.28] A MATÁV Rt. honlapja (<http://www.matav.hu>)
- [5.6.29] ITU-T Recommendation P.370; Coupling Hearing Aids to Telephone sets. (08/96)

[5.6.30] ETSI ETS 300 381, Telephony for hearing impaired people; Inductive coupling of telephone earphones to hearing aids, 1994

5.7. Alkalmazás programozási illesztők, API-k

Szerző: Farkas Géza

Lektor: Mazgon Sándor

Az API rövidítést igen széles körben alkalmazzák az infokommunikáció világában. 1000-nél is több API van gyakorlati alkalmazásban, és ami ilyen széles körben természetes, az API rövidítésnek igen sokféle értelmezése létezik. Az ISO, az IEC, valamint az Internet-társadalomban „alkalmazási programinterfész (application program interface)”, vagy „alkalmazás programozási interfész (application programming interface)”használatos. Az ITU körében „alkalmazás programozási interfész (application programming interface)”, vagy pedig „alkalmazás programtechnikai interfész” (application programmatic interface)”fordul elő. E körbe tartoznak még más interfészek is, példaként szerepel a „programozási kommunikációs interfész (programming communication interface)”. A továbbiakban a leginkább elterjedt „alkalmazás programozási interfész” értelmezést vesszük alapul.

Az alkalmazás programozási interfész jelenti a számítástechnikai alkalmazások és a távközlési hálózat határfeküketét, azaz ezen át valósul meg a CTI (Computer Telephony Integration, számítógép-telefon integráció). Az összekapcsolás az ISO-OSI modell 7. szintjén történik. Ezen a területen is a szabványok teszik lehetővé azt, hogy különböző gyártóktól származó termékek együttműködhessenek. Jóllehet az ITU-T is kidolgozott egy sor ide vonatkozó ajánlást (pl. F.581, H.324, I.312, T.171 ... T.176, T.180, T.611, Q.1201, Q.1300 ... 1303, V.130, X.638, X.446, Y.110, stb.), a gyakorlatban azonban jelenleg többnyire más szabványok képezik az együttműködés alapját.

A gyakorlatban alkalmazott szabványok kialakulásának rövid története:

- Az [ECMA](#) 1988 óta közli a CSTA (Computer Supported Telecommunications Applications, számítógéppel támogatott telefon alkalmazások) szabványt, majd az ezzel foglalkozó szabványcsaládot. Ez a szabvány a kapcsolóközpont és a számítástechnikai környezet működését specifikálja.
- Az [ECTF](#) 1993-ban specifikálta az [SCSA](#)-t (Signal Computing System Architecture) . Az SCSA specifikációk a beszéd, fax és adatfeldolgozásra használt PC-s kártyákra vonatkoznak.

- Az Intel és a Microsoft 1993-ban dolgozta ki a CTI programozási illesztőkre vonatkozó [TAPI](#) szabványt.
- A Novell és a Lucent 1993-ban kezdeményezte a [TSAPI](#) szabvány kidolgozását.
- A [JTAPI](#)-t a Sun Microsystems dolgozta ki 1997-ben. Mára a TAPI-hoz és a TSAPI-hoz hasonlóan, „de-facto” szabvánnyá vált.
- Az ISO/IEC JTC1 munkacsoportja specifikálta a Telecommunication Applications for Switces and Computers (Távközlési alkalmazások kapcsolóközpontok és számítógépek számára) (TASC) szabványt az intelligens hálózatokért felelős ITU-T SG11 egyik munkacsoportjában, 1994-ben. A specifikáció a TASC áttekintését, architektúráját, funkcionális szolgáltatásait és menedzsmentjét tartalmazza. Az ITU-T Q.1300...1303 ajánlások vonatkoznak erre.

CTI funkciók

Az alapvető CTI funkciók, melyekre a szabványok vonatkoznak, illetve amelyek az API-k segítségével valósulnak meg, három kategóriába sorolhatók: hívásvezérlési, médiakezelési és ügyfél adatbázis kezelési funkciók. A hívásvezérlési funkciók közé tartoznak:

- Hívás felépítési és –bontási funkciók, például a tárcsázás.
- A hívások irányításához kapcsolódó funkciók, mint például az automata kezelői funkciók és az alternatív irányítási funkciók.
- Hálózat illesztési funkciók, mint például a hang detektálási/generálási funkciók, a hívás felépülésének/bontásának detektálása és a sávon belüli jelzések detektálása.

A média kezelés magában foglalja:

- A beszéd/fax feldolgozást, mint például a beszédrögzítést, hangbemondásokat, beszéd és fax küldését, tárolását és továbbítását.
- DTMF (dual tone multi frequency) számjegyek feldolgozását, szöveg-beszéd átalakítást és beszédfölismerést (mint például a kimondott parancsok fölismerését, a beszélő azonosítását, stb.)
- Hívásnaplózást, mint például az on-line rögzítést, monitorozást és díjszámlálást.

Azt ügyféladatokat menedzselésével a hívásban résztvevő felekre vonatkozó személyes információkhoz jutunk. Ez a menedzsment a hívó/hívott fél azonosítóját használja az adatbázisból a hívó/hívott félre vonatkozó adatok visszakeresésére és a hívás fennállása során a híváshoz történő társításra, ami a hívás hatékony kezelését teszi lehetővé.

A gyakorlatban jelenleg a CSTA, TAPI, TSAPI és JTAPI szabványok a legelterjedtebbek, ezért ezeket ismertetjük. A többi szabványnak (még vagy már) sokkal kisebb a gyakorlati jelentősége.

A telefonközpont és a számítógép fizikai és logikai összekapcsolására két különböző módszer létezik, az ú.n. „first party call control” és a „third party call control”. A „first party call control” (amit „first party CTI”-nek is neveznek) egyedi megoldást jelent, amikor minden munkahelyen (telefonállomáson) kapcsolat jön létre a központ és a számítógép között. A telefonvonal és a számítógép közötti megfeleltetés egyértelmű és egyedi. A CTI szoftver csak egy telefont (állomást) vezérel.

A „third party call control”, vagy más néven „third party CTI” elsősorban munkacsoportok számára szolgál. A számítógépek rendszerint LAN hálózaton át kapcsolódnak egy központi CTI-szerverhez. A telefonközpont ezen a szerveren át van kapcsolatban a LAN munkaállomásokkal. A CTI szoftver nem egy telefon(állomást), hanem a központot vezérli.

5.7.1. A szabványok áttekintése

CSTA

(ECMA TC32-TG11 - Computer Supported Telecommunications Applications)
Az [ECMA](#) (European Computer Manufacturers Association, Európai Számítógépgyártók Társulása) által szabványosított számítógép-távközlési rendszer illesztő, mely „third party” együttműködést definiál a számítógépes alkalmazások és a távközlési hálózat között. A Computer Supported Telecommunications Applications (számítógéppel támogatott távközlési alkalmazások, CSTA) néven ismert szabványt egy sor, az ECMA által kiadott dokumentum specifikálja. A specifikáció a magán telefon-hálózatok igényeire összpontosít, de más magán- és közcélú hálózatok követelményeit is figyelembe veszi.

A szabvány a kapcsolási funkció és a számítási funkció közti alkalmazási illesztőt írja le. A leírás elvont, nem vonatkozik közvetlenül felhasználó-hálózat illesztőre vagy hálózat-hálózat illesztőre. Minthogy csak közvetve működik együtt a valóságos távközlési illesztőkkel, általános érvényű, a különböző létező illesztők közti

különbségek el vannak rejtve a CSTA alkalmazások elől. A felhasználó és a hálózat közti illesztő nem tárgya a CSTA-nak.

ECMA 179 szabvány (CSTA I. fázis)

ECMA 180 szabvány (CSTA I. fázis)

Ez a szabványpáros a számítógéppel támogatott távközlési alkalmazások (CSTA) OSI 7-es rétegbeli kommunikációját definiálja a számítástechnikai hálózat és a távközlési hálózat között.

ECMA 217 (CSTA II. fázis) szabvány

ECMA 218 (CSTA II. fázis) szabvány

Ez a szabványpáros a számítógéppel támogatott távközlési alkalmazások (CSTA) protokollja második fázisát definiálja az OSI 7-es rétegben a számítástechnikai hálózat és a távközlési hálózat között.

ECMA 269 (CSTA III. fázis) szabvány

Az ECMA-269 szabvány a számítógéppel támogatott távközlési alkalmazások (CSTA) szolgáltatásainak harmadik fázisát definiálja az OSI 7-es rétegben a számítástechnikai hálózat és a távközlési hálózat között. Ez a szabvány a CSTA harmadik fázisára vonatkozó szabványok és műszaki jelentések gyűjteményének része. A gyűjtemény valamennyi szabványa és jelentése az ECMA tagjainak gyakorlati tapasztalatait tükrözi és pragmatikus, széles alapokon nyugvó közmegegyezést reprezentál.

A gyűjtemény fejlődése a CSTA I-es fázissal kezdődött, amely csak a CSTA szolgáltatási és protokoll szabványokat tartalmazta (ECMA-179 és ECMA-180). A II. fázisban az ECMA TR/68 Technical Reporttal egészült ki, amely azt mutatta be, hogy tipikus hívási helyzetekben hogyan lehet a CSTA szolgáltatásokat és eseményeket használni.

A CSTA III. fázisa az előző, II. fázisú szabványokat (ECMA-217 és ECMA-218) egészíti ki néhány fő témával és számos részlettel. Ez magában foglalja a Versit által az ECMA rendelkezésére bocsátott Versit CTI Encyclopedia (Version 1.0)-n alapuló technológiát. A főbb új területek:

- új szolgáltatási és esemény kategóriák, úgymint a képességek kicserélése, tarifálás, média csatolási szolgáltatások, hívásadat rekordok (CDR), stb.,

- kiegészítő szolgáltatások és események a hívás- és az eszközvezérlésre,
- a meglévő szolgáltatások és események továbbfejlesztése, javítása,
- a szolgáltatások és események szervezése annak érdekében, hogy a funkcion alapuló csoportosítást (hívásvezérlés, eszközvezérlés, stb.) tükrözze,
- konzisztens sablonok használata a szolgáltatások és az események számára, amely magában foglalja a kapcsolat kezdeti és végállapotát, a kapcsolási állapotok közti átmenetet, az események monitorozásának szekvenciáit, stb.

Az ECMA-269-es szabvány első változata 1997. decemberében jelent meg, a második kiadás 1998. júniusában. Ez a kiadás a CSTA II. fázisában tervezett szolgáltatásokat egészíti ki a következő bővítésekkel:

ACD és ACD-be kapcsolt ügynök modellezés, híváshoz kapcsolt szolgáltatások, hívásadat rögzítési szolgáltatások, képesség kicserélési szolgáltatások, adatgyűjtési szolgáltatások, I/O szolgáltatások, logikai eszköz szolgáltatások, fizikai eszköz szolgáltatások, média csatolási szolgáltatások, üzemeltetési események, szállítós-specifikus bővítések, beszéd szolgáltatások.

1999 óta folyik a IV. fázis kidolgozása, mely támogatni fogja az IP alapú funkciókat, például a VoIP-t.

TAPI

(Telephony Application Programming Interface)

A Microsoft által kidolgozott [Telephony Applications Programming Interface \(TAPI\)](#) Windows alapú számítógépekhez készült. A legelső változata (TAPI 1.3) 1993. novemberében jelent meg. Ez a változat a „first party” hívásvezérlési konfigurációkhoz készült., 16 bites processzorra. A továbbfejlesztett TAPI 1.4 változat a Windows 95-tel jelent meg, annak részeként. Ezek a változatok még nem támogatják az ITU-T Q.931 szerinti hívásmodellt. A TAPI lehetővé teszi a beszéd/adat alkalmazás számára a hívások fölépítését és lebontását, a folyamat monitorozását, a CLID (Calling Line Identification, hívó vonal azonosítás) detektálását, végrehajtja az azonosítást és szolgáltatások, például tartásba tétel, átadás, konferencia, hívásfölvétel aktiválását. Képes hívásokat átirányítani és átadni, bejövő hívásokat fogadni és irányítani, DTMF jeleket generálni és detektálni. A TAPI lehetővé teszi, hogy több alkalmazás osztozzon egy telefonvonalon. Például különböző típusú hívások (pl. beszéd és fax) fogadhatók ugyanazon a vonalon. A TAPI-val különböző telefonos hálózati szolgálatok érhetőek el:

- Hagyományos telefon szolgálat (plain old telephone service), amely hívásonként egy típusú (beszéd vagy adat) információt támogat és vonalanként egy csatornát.
- ISDN, amely hívásonként egyidejűleg biztosít beszéd- és adatátvitelt és vonalanként több csatornát.
- Digitális hálózati szolgálatok, melyek adatkommunikációt tesznek lehetővé.
- Más szolgáltatások, mint a Centrex, PBX (alközpont) és a KTS (key telephone system, kulcsos telefonrendszer).

A Microsoft TAPI későbbi változatai (TAPI 2.0 és TAPI 2.1) a „first-party” hívásvezérléstől továbbmozdultak a „third-party” hívásvezérlési konfigurációk felé. A legutóbbi, TAPI 3.0 változattal a telefonos környezetet sokkal barátságosabb, hatásosabb. A TAPI 3.0 Component Object Model segítségével a fejlesztők a legkülönbözőbb nyelveket használhatják alkalmazások írására, mint például Java, Visual Basic és C/C++. A TAPI 3.0 az ITU-T H.323 ajánlásnak megfelelő IP telefonos szolgáltatásokat is támogatja.

A Windows telefonos API olyan szolgáltatásokat nyújt, amelyekkel egy alkalmazás fejlesztő a Microsoft Win32 alkalmazási program illesztőt támogató operációs rendszerekhez, például a Microsoft Windows NT-hez és a Microsoft Windows 95-höz kifejlesztett alkalmazásokat telefonos kommunikációval bővítheti. A TAPI, a Windows platform, a további, kommunikációhoz kapcsolódó Windows API-k, és az ActiveX vezérlések ideális alapot jelentenek a telefonos alkalmazások fejlesztéséhez és használatához.

TSAPI

(Telephony Services Application Programming Interface.)

Az AT&T és a Novell fejlesztette ki. A [TSAPI](#) a Netware által betölthető modul (NLM), amely a Novell szerverben rezidens. A szoftver fejlesztők a TSAPI specifikációk felhasználásával írják az alkalmazásokat, nincs szükségük arra, hogy közvetlenül hozzáférjenek a különböző gyártók kapcsolóközpont-számítógép illesztőjéhez. A TSAPI alapú kapcsolási szolgáltatások tipikusan a CSTA kapcsolóközpont-számítógép illesztő fölött működnek. Jóllehet a TSAPI mind a „first-party”, mind pedig a „third-party” hívásvezérlésre föl van készítve, az alkalmazások legnagyobb része a „third-party” hívásvezérlést használja.

JTAPI

(Java Telephony Application Programming Interface)

A [JTAPI](#)-t a Sun Microsystems dolgozta ki. Első változata 1997-ben jelent meg. Jelenleg az 1.3 változat a legújabb, mely 1999 óta létezik. Ez a szabványnak jelentősen terjed.

A JTAPI a Java programozási nyelvet bővíti ki telefon funkciókkal. Lehetővé teszi, hogy az alkalmazások különböző telefonos operációs rendszereken és hardver platformokon fussanak.

A JTAPI-t egyszerű API-nak szánják. Igényli ugyan, hogy az alkalmazás fejlesztője ismerje a telefon hálózatot, de az alkalmazások kifejlesztéséhez szükséges, implementáció-specifikus ismeretek iránti igényt jelentősen csökkenti.

A JTAPI biztosítja a „first-party” és a „third party” hívásvezérlést és a média folyamatok vezérlését is.

A JTAPI tulajdonképpen nem egy új telefon API – jóllehet meglévő telefon API nélkül is implementálható. Arra szánják, hogy a meglévő telefon API-kra (pl. TAPI, TSAPI) építve lehessen az alkalmazásokat fejleszteni.

5.7.2. Egyéb intézmények

Versit

A Versit az Apple Computer, AT&T, IBM és Siemens által indított kezdeményezés. Ezek a cégek számítógépes kommunikációs termékekhez, beleértve a CT-t is, egy sor specifikációt dolgoztak ki. A Versit projektjei tartalmazták a TSAPI fejlődését, a CTI Encyclopedia of specifications-t (amely szolgáltatások definícióit, protokollokat, és a TSAPI-n alapuló API-kat kínált), és a vCard Electronic Business Card definícióit is. 1995-ben a Versit alapító tagjai csatlakoztak az ECTF-hez. 1996 végén a Versit befejezte mindennemű együttműködési specifikáció kifejlesztésére vonatkozó tevékenységét, és más területen működik.

ECTF

(Enterprise Computer Telephony Forum)

Az [ECTF](#) nyitott szervezet, mely „de facto” és „de jure” szabványokon alapuló számítógép-telefon implementációk megvalósítására és támogatására jött létre.

Az ECTF kétféle szervert definiál, alkalmazás és CT szervert. Az alkalmazás szerverek telefon és média alkalmazásokat hajtanak végre elosztott hálózatban. A CT szerverek biztosítják azokat a telefon és média erőforrásokat (vonalak, beszédátvitel, fax), melyeket az alkalmazások igényelnek. Az elsődleges rendszerelemek között néhány kulcsfontosságú illesztőt gondosan specifikálva az együttműködés széles körben elérhető. Az ECTF a következő illesztőket definiálta:

- S.100 média és kapcsoló szolgáltatások illesztő
- S.200 transzport protokoll illesztő
- S.300 szolgáltatási illesztő
- H.100 hardver kompatibilitás illesztő
- M.100 adminisztratív szolgáltatások illesztő

A hívásvezérlés és az alkalmazások együttműködését biztosító többi illesztő még kidolgozás alatt van.

Az ECTF 1997 óta foglalkozik például a JTAPI továbbfejlesztésével is.

6. Szerkesztői gondolatok

Rendszertechnikai könyvünk 6. fejezete – a távközlési rendszerek hierarchikus építkezésének szellemében – az alsóbb rétegekben nyújtott (a korábbi fejezetekben kifejtett) technikai lehetőségekre felépíthető ill. felépített alkalmazások áttekintésével foglalkozik.

A téma jellegénél fogva a korábbi zárt, diszciplinátorikusan összefüggő tárgyalás mód helyett az olvasó e fejezetben „egyvelegszerűen” találkozik olyan alkalmazási példákkal, amelyek mintegy illusztrálják, „kifeszítik” az alkalmazások „terét”.

A telekommunikáció gyors fejlődése, konvergenciája az informatikával és a digitális médiával a felhasználási lehetőségek széles, szinte korlátlan lehetőségét nyitotta meg. A műszaki alkalmazásoktól a művészeti felhasználásig, a társadalmi célú eszmecserétől a hadi alkalmazásokig. A távközlés egyes esetekben gyorsítja, megkönnyíti, helytől függetleníti az emberi kommunikációt. Más esetekben a hagyományos emberi tevékenységeket új lehetőségekkel bővíti (pl. távmedicina, távoktatás), amely lehetőségek alapvetően visszahatnak az adott tudományterület paradigmáira, technológiáira, nem egyszer új területeit nyitva meg az adott tudománynak. A távoktatás például nem csak egyszerűen könnyebbé teszi az átadandó tudásanyagot, hanem új didaktikai, új kísérlet technikai elveket hoz létre, sőt végső soron átalakítja az emberi tudásátadás teljes folyamatát. Megváltoztatja a tudásforrás átadásának szereplőit, új tanári szerepeket definiál, más lesz a képzésben résztvevők száma, szervezete, másként alakulnak a tanulók céljai. Más lesz az „iskola”.

Ebben az esetben is például nehéz eldönteni, hogy egy bevezető jellegű ismertetésben mi is a lényeges? A távközlési hálózatok szervezésével szemben támasztott igények felsorolása, alátámasztása (hálózat típus, terhelés, terminálfajta, protokollok stb.), vagy a távközlési rendszerek paradigmaváltást okozó hatása, s annak várható irányai, vagy az új fajta oktatás személyiségre gyakorolt hatásának bemutatása, esetleg a rendszer gazdasági összefüggései. Végül sokszor olyan emberi tevékenységek szerveződnek a távközlési hálózatokon, amilyenek korábban

egyszerűen nem is léteztek (pl. teleház közösségek, levelező közösségek, a közvetlen állampolgári joggyakorlás új módjai stb).

Miután a sokszoros kapcsolatok létesítésének lehetősége következtében éppen a telekommunikációs hálózatoknak köszönhető az emberiség innovációs aktivitásának felgyorsulása, a gyakorlatban megvalósuló alkalmazásoknak jórészt az emberi képzelet szab határt, ezért az újabb és újabb alkalmazások megjelenése dinamikus, gyorsuló folyamat. Ennek következménye azonban az, hogy a nagy érdeklődésre számot tartó lehetőségek feldolgozásának sokszor még nincs meg a tapasztalati, empirikus háttere, vagy sokszor leírásuknak elfogadott terminológiája. Különösen igaz ez egy kicsiny, 10 milliós ország esetében, ahol a megvalósítható, elemezhető projektek számának nagyon is jól tapintható korlátai vannak. Az alkalmazások bemutatásának eme nehézségét növeli az a tény, hogy az alkalmazási területek általában olyan méretű önálló diszciplínák, amelyek bemutatása a jelen könyvéhez hasonló terjedelmű könyvet igényelne.

A fenti nehézségek miatt tudatosan, a kényszerűségtől hajtva vállaltuk azt, hogy könyvünk e fejezetében önkényes **válogatással illusztrációkat** mutatunk be. És fájó szívvel vesszük tudomásul, hogy mennyi már érett, kiválóan bevált, fontos terület marad ki „kötetünkéből”. Így maradt ki említés nélkül például a távolsági adatgyűjtés vagy a távvezérlés kérdése, így maradt ki az intelligens épületek szabályozása, és nem ejtettünk szót a „telejamming” (közös távprodukció –pl. együttes zenélés) kérdéséről, vagy a stratégiai hadművelet-irányításban egyre nagyobb szerepet kapó kooperatív „virtuális játékok”-ról. De nem kaptak helyet olyan távoli „meta” kérdések, amelyek azonban lényeges részét képezik annak a kérdésnek, hogy miként fogják betölteni a növekedő kommunikációs lehetőségek az emberi méltóság kiteljesedésének feladatát. Így nem szóltunk a hálózatokon elérhető ismeretek igazságtartalmáról, a közzétett tartalmak tulajdonjogáról, áráról, az egyénre vonatkoztatható adatok gyűjtésének, felhasználásának lehetőségeiről, korlátairól.

Az illusztrációul válogatott kérdések feldolgozása, nyelve, mélysége, bemutatási szempontjai eltérnek egymástól, s egységesítésük meghaladná lehetőségeinket. Már csak azért is, mert attól függően, hogy milyen területen használják fel a távközlési hálózatokat, eltérnek a felhasználás céljai, társadalmi

környezete, használóinak intelligenciája, az alap diszciplína történelmi gyökerei – egyszóval különbözik a területekről folyó **diskurzus nyelve**.

Hogy az egyes példák esetében mi került bemutatásra, a fentiekén túl, nagymértékben függött az alfejezet írójának személyiségétől, gyakorlatától, attól az életpályától, amelyet végigjárt. Ezekről is függ az, hogy az adott területről mi került megfogalmazásra, bemutatásra. Ettől is függően hol a távközlési csatornák kapacitásával szemben támasztott igények kerültek elsődlegesen bemutatásra, hol pedig az alkalmazást igénylők szociológiai tipológiája kapta a hangsúlyt.

A fent vázolt gondolatok alapján tehát, arra törekedtünk, hogy olyan példákat adjunk, amelyek több szempontból is mintegy keresztmetszetét adják a jelen lehetőségeinek. Mutatunk olyan alkalmazásokat, amelyek elsősorban az emberi kommunikáció lehetőségeinek bővülését nyújtják, és olyan szolgáltatásokat mutatnak be, amelyek könnyebbé teszik, eredményesebbé teszik a kommunikáció eszközeinek használatát. Ilyen példákat találunk elsődlegesen a 6.2 – 6.4 alfejezetekben.

Az alkalmazások egy másik csoportjában az emberi tevékenység olyan meglévő területeit mutattuk be, amelyeket alapvetően befolyásol az új kommunikációs technológia. E területeken, a terület problémáinak, új lehetőségeinek felvázolása mellett teret szántunk a hálózattal kapcsolatos implementálási kérdéseknek is. Erre láthatunk példát a 6.5 – 6.7 alfejezetekben.

A bemutatott példák harmadik csoportja sajátosan új területeket illusztrál. Olyan tevékenységeket, amelyek egyszerűen létüket köszönhetik az új kommunikációs technológiának. Ezekben az esetekben a fő hangsúlyt az adott jelenség bemutatására, kifejlődésére, társadalmi beágyazottságára helyeztük a hangsúlyt. Ilyen alfejezetek a 6.8. – 6.9.

Végezetül, amikor mind e nehézségek miatt e fejezet bevezetőjében az olvasó megértését kérjük, egyúttal megkockáztatjuk azt a jóslást is, hogy talán e fejezet lesz a könyv legkevésbé állandó része. Várhatóan eme alfejezet használhatná ki leginkább könyvünk on-line jellegét. Ez egyben azt is jelenti, hogy ezeken az oldalakon található a legtöbb nyitott kérdés, olyan kérdések, amelyek megoldása tág teret enged az emberi invenció virágzásának is. Az olvasó kezdeményezésére is! Hiszen immár a gyakorlatból is tudjuk, hogy az alapkutatások, az alaptechnológiák fejlesztése elsősorban néhány nagy tőkeerejű országban történik. A kisebbek

meghatározó feladata, az eredmények applikálása, ötlet dús felhasználása. Itt van többek között az a terület, amelyet Magyarország gazdasági jövő képében mint résztechnikát szoktunk emlegetni. Azaz megtalálni azokat a nagyok által nem kultivált kutatás-fejlesztési tevékenységeket, amelyek támaszkodnak a hazai intellektuális erőre, más részt azonban, amelyeknek megoldása gazdasági haszonnal is kecsegtet!

Havass Miklós fejezetszerkesztő

6.1. Alkalmazások áttekintése

Szerző: dr. Bakonyi Péter, Ercsényi András

Lektor: dr. Takács György

Az elmúlt évtizedben dinamikusan fejlődő technológia új lehetőségeket teremtett, amely kihat a gazdasági és társadalmi fejlődésre egyaránt. Az információs és kommunikációs technológiák már részei mindennapi életünknek és olyan új hasznos szolgáltatásokat biztosítanak számunkra, amelyet otthonunkban, munkahelyünkön és számos egyéb helyen is felhasználhatunk.

Új társadalom van kialakulóban: Az információs társadalom létrejötté szoros kapcsolatban van az új technológiák nyújtotta lehetőségek igénybevételével. Az információs társadalom nem egy jövőben elképzelt utópia, hanem már benne élünk. A távközlés, az informatika és a média integrációjából új generációs alkalmazások jönnek létre, amelyek megváltoztatják a munkafolyamatokat, az életvitelt és a társadalmi kommunikációt.

Az "új generációs" nevezett alkalmazásokról szól a 6. fejezet. Ezek az alkalmazások lefedik a gazdaság és az általános életvitel szinte minden területét. Ugyanakkor látni kell, hogy az új generációs megoldások számos problémát is felvetettek és felvetnek. Ezek közül legfontosabbak az etikai, kultúrális és jogi kérdések. A hálózati média globális kiterjedtsége miatt javarészt már megszűntek a nemzeti kormányok ellenőrzési lehetőségei és az igazgatási és szabályozási jog így átkerült a magánszférába. (Az Internet szolgáltatók, akik a világháló keretrendszerét működtetik, a világ szinte minden országában magánkézben vannak!) Az Internet megjelenése és elterjedése megmutatta, hogy számos kérdést újra kell gondolni. Ilyenek például az eszmék szabad áramlása és a véleménynyilvánítás szabadsága problémája: A világháló a szabadság szimbólumává vált - miközben úgy tűnik, hogy a szükséges ellenőrzést nem, vagy nagyon nehezen lehet csak megoldani.

Hasonlóan nagy kérdés a jogi szabályozás. Ebbe a csoportba a szerzői jogok, a magánszféra védelme, a felelősség kérdése, sőt az Internet-bűnözés is beletartozik. Ez utóbbi nemcsak a számítógép rendszerekbe való, hálózaton keresztüli illegális behatolást jelenti, hanem azt is, amikor a világhálót terrorista

elemek használják. Az új generációs alkalmazások jogi, kulturális és igazgatási kérdéseiről a 6.7. Igazgatás, kultúra, jog fejezetben olvashatunk egy összefoglaló áttekintést.

A bevezető fejezet további részeiben bemutatjuk a tipikus alkalmazásokat és megpróbáljuk azokat rendszerbe is foglalni.

Az üzleti tevékenységek, az üzleti szolgáltatások új generációja az elektronikus kereskedelem (e-kereskedelem) vagy telekereskedelem. Ez az a fajta üzleti tevékenység, amelynek résztevékenységei az elektronikus feldolgozáson és átvitelen alapulnak – és ahol a World Wide Web (röviden web) technológiának meghatározó szerepe van. Az elektronikus kereskedelem magában foglalja például áruk és szolgáltatások elektronikus forgalmazását, az elektronikus pénz elektronikus használatát, az elektronikus ügyfélszolgálati tevékenységet és még sok egyebet.

Az elektronikus kereskedelmi formát az üzleti tevékenység új formájának tekinthetjük, mely a termékek piacra jutásának új, hatékony módja, ahol fontos szerepet játszik az ügyfélkapcsolatok elektronikus kezelése is.

Az elektronikus kereskedelem egyszerűbb megoldásaiban az áruk és szolgáltatások vételét és eladását jelentő tranzakcióknak csupán részei történnek csak elektronikus médiumon. A cél azonban az, hogy a résztvevők között megvalósuljon az áruk és termékek, szolgáltatások, tartalmak cseréje, pénzügyi műveletek lebonyolítása - elektronikus eszközök és technológiák felhasználásával.

Az elektronikus kereskedelem az "elektronikus" jelző arra vonatkozik, hogy a kereskedelmi tranzakció résztvevői elektronikus közegen keresztül, azaz számítógéphálózaton keresztül kapcsolódnak össze. A hálózati összekapcsolódás általában távoli elérést jelent – bár az egy irodában az egymás mellett dolgozók számítógépei is ugyanolyan technológiával vannak összekapcsolva, mint a távoli partnerek. Az ilyen távoli kapcsolatot a görög "tele-" előtaggal is lehet jelezni. Ezért használhatjuk az elektronikus kereskedelem helyett a "telekereskedelem" kifejezést is. Hasonló módon származik a telemedicina, telegyógyászat, tehát az az új generációs orvosi alkalmazás, amikor például a röntgen felvételt vagy elektrokardiogramot az orvos hálózaton keresztül is megtekintheti.

Magyar kifejezésként gyakran a „táv” előtagot is használjuk az új alkalmazások megjelölésére. Így például a távoktatás vagy a távmunka olyan új,

elektronikus oktatási formát illetve munkavégzési módot jelent, ahol a számítógéphálózatot és azon keresztül a webet kell használni.

Az e-kereskedelemről részletesebben a 6.5 Üzleti szolgáltatások, telekereskedelem című fejezetben lehet olvasni.

A távtanulás, távoktatás (e-learning) a számítógéphálózati technológia elterjedésével lehetővé tette a testre szabott oktatási anyagok megfelelő helyre megfelelő személyekhez megfelelő időben történő közvetlen eljuttatását. A célzott közösség a felsőoktatási, vállalati és az egyéni fogyasztói réteg. Az oktatási módszer interaktív és felhasználó centrikus. Az eLearnig rendszer elosztott, alkalmazza az XML-technológiát. Az XML egy adatformátum, amelyet különböző médiákon terjesztett, közvetlenül megjelenített, strukturált vagy félig strukturált szövegek számára fejlesztették ki. Ma már az XML egy de-facto kommunikációs adatcsere szabvány, melyet természetesen nemcsak a távoktatási rendszerek, hanem szinte minden „e” rendszer használ.

Az új generációs egészségügyi alkalmazások is megjelentek. Ide tartoznak például az új generációs számítógépes klinikai rendszerek, a fejlett távdiagnosztikai és konzultációs rendszerek. Ezek olyan egészségügyi hálózatokat használnak, amelyek lehetővé teszik a magasabb szintű orvosi ellátást és a betegek nagyobb részvételét saját egészségük megóvásában. Külön rendszereket fejlesztettek ki a fogyatékosok támogatására is.

Az információs társadalom egyik jelentős kihívása annak megoldása, hogy a lehető legtöbb embernek biztosítson hozzáférést ahhoz a kulturális és intellektuális örökséghez, amely nyilvános könyvtárakban és múzeumokban található. A digitális multimédia technológia lehetővé teszi az információk széles felhasználói réteg számára történő eljuttatását, sőt az interaktív hozzáférést is. Így megfelelő infrastruktúra esetén az említett kulturális javak a széles publikum számára hozzáférhetővé válnak.

Az információs társadalom új megoldásokat kínál a közlekedés számos problémájára is. Például a különböző telematikai szolgáltatások révén az úthálózat biztonsága, az utakon való közlekedés, egyáltalán a tájékozódás – a modern, járművekbe épített navigációs rendszerek használatával – jelentős mértékben javul.

Ugyanakkor az újszerű irányítási rendszerekkel az utak áteresztőképessége is optimalizálható. Csökkenhet a környezet-szennyezés is az új szolgáltatásoknál.

Mindezeket a témákat részletesen tárgyalja a 6.6. Távszolgáltatások, telemedicina, távmunka fejezet.

Elsősorban a kisebb településeken terjed az ún. teleház vagy más néven közösségi teleszolgálati központ. Nevéből is látszik, hogy ez olyan nyilvános szolgáltató egység, amely be vannak kapcsolva az infokommunikációs rendszerbe úgy, hogy a teleházban elérhető eszközök használatát képzett személyzet segíti.

A teleházak korszerű információ- és kommunikációtechnikával ellátott szolgáltató intézmények. Feladatuk az infrastruktúra rendelkezésre bocsátása minden olyan célra, ami az adott kisközösségben fontos. Ilyen célok lehetnek például államigazgatási hozzáférés biztosítása, könyvtárak igénybevétele, távoktatás, elektronikus levelezés, esetleg távmunka.

A telekunyhók szerényebb eszköz- és szolgáltatási rendszerrel működő kisebb, "fejlődésben lévő" teleházak.

Teleházak, mint többfunkciós teleszolgálati központok megoldási módszerei jelentősen eltérőek a világban. A teleház-mozgalom nemcsak a fejletlen vagy fejlődő országokban, hanem a fejlett országokban is létezik. A hazai megoldás az ún. magyar modell. Az általános vélemény, hogy a teleházak az információs közműhálózat közösségi végponti rendszerét – vagy annak előfutárát - jelenthetik.

A teleházak hatékony működtetése a helyi közösség összefogását igényli. Sikeres működés esetén a települést, az embereket (munkavállalókat, vállalkozókat, vásárlókat és eladókat) képes bekapcsolni az elektronikus gazdaságba. Az érdekes témáról a 6.9. Teleházak című fejezetben olvashatunk részletesebben.

A távközlési – vagy más szóval telematikai - terminálok azok a berendezések, melyeken az általános felhasználónak nyújtunk e-szolgáltatásokat. Ilyen eszközök megjelennek minden olyan helyen, ahol az ember mint felhasználó valamilyen szolgáltatóhoz kapcsolódik. Jó példa telematikai terminálra az ún. integrált házi multimédia terminál – vagy a nagyközösségi információs terminál. Az elsőre példa az integrált Internet funkciót is biztosító televíziós készülék. (Ma még ez a megoldás kuriózumnak tekintendő, hiszen legjobb esetben is éppen a fordítottját, azaz a személyi számítógépbe épített TV-vevőkártyát szoktak használni.) A nagyközösségi

információs terminálok kiállításokon, önkormányzatoknál, turistaközpontokban, stb. helyeken nyújtanak információt a nem professzionális felhasználóknak.

A telematikai terminálokra jellemző, hogy használatuk nem igényel mély szakmai tudást. Kialakításuk alkalmazás-orientált. A témáról részletesebben a 6.4 Telematikai terminál fejezet szól.

Új generációs szolgáltatások között kiemelt jelentőségű a (kommunikációs) hálózaton történő beszéd- ill. hangátvitel. Ezt a technológiát az angol kifejezés „Voice over IP” (hangátvitel az IP¹ protokoll felett) alapján VoIP-nek is nevezik.

A VoIP a kommunikációs konvergencia eredményeként alakult ki. E konvergencia lényege az, hogy a hagyományosan a telefóniához tartozó beszédátvitel és a szintén hagyományosan a számítógépekhez tartozó adatátvitel egyetlen rendszer szolgáltatásaként valósuljon meg. Napjainkban a konvergencia további jelentést kapott, ami szerint a közös beszéd-adat átvitel mellett a vezetékes és vezeték nélküli átviteli rendszerek is egységes megoldáshoz vezetnek.

A konvergencia technológiai alapja a közös átviteli megoldásnak tekintett IP. Az IP sikere alapvetően abból származik, hogy nem definiálta, hogy milyen alrendszerre épül, és elegendően egyszerű ahhoz, hogy bármely hordozó közegen, mint alrendszeren megvalósítható. A konvergencia folyamata napjainkban javában tart: a távközlési ipar egy nagy változás közepén van, aminek alkalmanként szenvedő részesei is lehetünk, amikor mobiltelefon készülékünket másikra kell átcserélnünk.

A konvergencia további vonala azt keresi, hogy hogyan lehet az egységes üzenetközvetítést megvalósítani, amikor ugyanazon az interfészen keresztül kezelhető a fax, hang és e-mail üzenetek.

Az IP, mint átviteli alatechnológia mást változást is jelent, mivel megteremti az ún. virtuális magánhálózatokat. Ezek tipikusan olyan számítógéphálózatok, melyet a több telephellyel rendelkező vállalat üzemeltet – a nyilvános világháló IP rendszere felett.

¹ IP vagy Internet Protocol, azaz “Internet” nevű párbeszéd-szabályzat. Zavaró egybeesés, hogy az Internet világháló sok párbeszéd-szabálya (azaz protokollja) közül az egyiket szintén “Internet”-nek nevezzük. Ez a protokoll azért felelős, hogy azonos hálózattípus (mint például Ethernet típusú hálózat vagy token-ring típusú hálózat) végpontjai között az átvitel hibamentesen megtörténjen.

Az érdekes témáról a 6.2 Új generációs szolgáltatások (VoIP) fejezetben lehet olvasni.

A nagysebességű számítógéphálózatok, a jó minőségű hangátvitel szélessávú jelátviteli rendszerekkel oldható csak meg. A modern kábeltvé (KTV) hálózatok műszakilag nagyteljesítményű és egyidejűleg gazdaságos infrastruktúrát biztosítanak szélessávú alkalmazások számára. Felmerül a kérdés, hogy hogyan viszonylik a KTV hálózat az Internet rendszerekhez. Az is érdekes kérdés, hogy van-e konvergencia ezen a területen, azaz a KTV hálózatoktól mikor jutunk el az interaktív digitális hálózatokig. A közeledést jelenti, hogy már több helyen az országban az Internet kábeltelvíziós rendszeren keresztül, kiváló minőségben elérhető.

A KTV rendszerek térhódítását jelenti, hogy ma már - az Internet-telefon mintájára - kábeltelvízió szolgáltatások is elérhetők. Mindezek egy sor új távszolgáltatás bevezetésének az előhírnökei. A KTV hálózatok továbbfejlődésének irányai már körvonalazódtak, melynek lényege az, hogy a mai tisztán műsorelosztó-hálózatokból ún. "teljes szolgáltatású" hálózatok lesznek, azaz beköszönt az interaktív digitális televíziózás korszaka.

A kérdéskörrel a 6.3. A kábeltelvízió mint sokszolgáltatású multimédia platform című fejezetben lehet további részleteket megtudni.

A távmunka az Egyesült Államokban és néhány nyugat-európai országban már komoly hagyományokkal rendelkezik. Bevezetésének szükséges feltétele az a technikai háttér, amely a telekommunikációs eszközök elterjedésén, használatuk megfelelő ismeretén alapul. A távmunka technikai feltétele továbbá a munkaadó és munkavállaló között létező – e célból vagy ettől függetlenül is meglévő - hálózati kapcsolat.

A távmunka néhány iparágban nagyon előnyös megoldást jelent. Például az Egyesült Államokban a szoftverfejlesztő üzletág erőteljes fejlődése következtében szakember hiány lépett fel, amit a hagyományos nem lehetett megoldani. A távmunka azonban megoldást biztosított.

Az Európai Unió területén a munkavállalók átlagosan 6%-a végez távmunkát. A munkavállalók a statisztikák szerint 30-40 év közöttiek, diplomások és (még főleg) férfiak. A munkaadó vállalattól nem laknak messzebb 50 km-nél, azaz biztosított a folyamatos - szükség szerinti - személyes munkakapcsolat is. A távmunkának

rengeteg egyéb jellemzője is van; így például alapvetően megváltoztatja a munkaköri személyes kapcsolatok rendszerét, mely témáról számos szociológiai tanulmány született már.

Hazánkban a Teleház mozgalom az egyik legjobb propagátora a távmunkának, amire szükség is van, mivel a távmunka hazai leterjedtsége még messze alatta marad a kívánatosnak.

Ezt a témát a 6.8. A távmunka című fejezet dolgozza fel.

6.2. Új generációs szolgáltatások

Szerző: Rét Gábor

Lektor: Montvai Tamás

Ez a fejezet az adat és hang kommunikáció között megfigyelhető konvergencia legutóbbi fejleményeit tekinti át. Az első részben azt vizsgáljuk, hogy milyen következményekkel jár ez a konvergencia és általában az Internet világméretű fejlődése a távközlési szolgáltatókra nézve. Milyen új integrált szolgáltatásokkal kell egy korszerű távközlési szolgáltatónak megjelennie (legyen inkumbens vagy alternatív), ha ebben a megváltozott környezetben versenyben akar maradni. A fejezet további részében kicsit részletesebben foglalkozunk a felsorolt új szolgáltatások közül az alábbi öttel: hangátvitel IP protokollal (VoIP), IP alapú virtuális magán hálózat (IP-VPN), egységes üzenetközvetítés (Unified Messaging), elérhetőség (Presence), digitális tartalomterítés (Content Delivery).

Konvergencia a távközlésben

A távközlés napjainkban alapvető változásokon megy keresztül, melyek következtében teljesen megváltozik az a mód, ahogyan a világ kommunikál. Ebben a változásban jelentős szerepet játszik az a törekvés, hogy egyetlen közös hálózat legyen alkalmas hang-, adat- és vezeték nélküli szolgáltatások szállítására. Ez a konvergencia folyamat a szolgáltatókat jelentős kihívások és élesedő versenyhelyzet elé állítja, ugyanakkor óriási lehetőségeket is megnyit a számukra.

Ma a távközlési szolgáltatók kénytelenek két, gyakran három egymástól független hálózatot fenntartani: egy hagyományos vonalkapcsolt telefon hálózatot, egy csomagkapcsolt adathálózatot és egy vezeték nélküli (mobil) hálózatot. Ezeket külön-külön költséges létrehozni, üzemeltetni, fejleszteni. Miközben a technológia fejlődése és az élesedő verseny következtében a távolsági telefon tarifák és az azokon realizálható profit rohamosan csökken, a szolgáltatóknak sokkal rugalmasabbnak kell lenniük a hálózat üzemeltetésében, az ügyfelek bekapcsolásában, a hálózatfelügyeletben, és olyan vonzó új szolgáltatásokat kell

bevezetniük, amelyek alkalmasak új ügyfelek megnyerésére és a régiék megtartására.

Az egyesítő technológia az IP

Az új generációs infrastruktúrához olyan egységes hálózatra van szükség, amelyben egyetlen technológia képes tetszőleges forgalom – hang, adat, video – továbbítására. A távközlési szakma az Internet Protkolra (IP) alapuló csomagkapcsolt technológiát választotta a konvergált hálózatok közös alapjául, mivel az ilyen hálózatokat olcsóbb és egyszerűbb üzemeltetni.

A hangszolgáltatásból elért árbevétel világszerte jelentősen meghaladja az adatszolgáltatásokét, és ez a trend várhatóan még jó ideig fennmarad. Ez a tény is mutatja az IP protokollal fölötti hangátvitel (VoIP) szolgáltatás jelentőségét. A távközlési ipar olyan vezető eszközgyártói, mint a Cisco és az AT&T is elkötelezték magukat a stratégiai fontosságú VoIP technológia mellett.

A VoIP technológia első "nyerő" alkalmazása az ún. távolsági tarifa arbitrázs volt. Felismerve az olcsóbb távolsági hívások iránti igényt, néhány új belépő PC-k és/vagy internet telefonok közötti internetes távhívást kezdett kínálni ingyen. Ezt követően jelentek meg az Internet Telephony Service Provider-ek (ITSP-k), akik kiépítették azokat a rendszereket, amelyek hagyományos telefonról is igénybe vehető, olcsó, VoIP alapú távhívást tettek lehetővé. Mindez mára a távolsági hívások piacán a VoIP szolgáltatók tömeges megjelenéséhez, és a távolsági tarifák jelentős csökkenéséhez vezetett.

A távolsági tarifa arbitrázs azóta is a VoIP legelterjedtebb alkalmazása. Az olcsó távhívás azonban mára tömegcikké vált, és egyre nehezebb egészséges nyereséget elérni ezen a szolgáltatáson, mivel az ügyfelek kevésbé lojálisak szolgáltatójukhoz, és az egyre bővülő kínálatból többnyire megkeresik a legolcsóbb szolgáltatót. Ahhoz hogy növeljék nyereségüket, megtartsák sőt növeljék piacaikat, a szolgáltatóknak többet kell nyújtani mint olcsó tárcsahangot. Csak akkor tudnak lényegesen mást kínálni, ha folyamatosan bővítik szolgáltatásaikat.

Új generációs alkalmazások, fejlett szolgáltatások

A VoIP alapú fejlett szolgáltatások, kihasználva az IP infrastruktúra előnyeit, olyan új lehetőségekkel bővítik a hagyományos kommunikációt, amelyek többlet

értéket jelentenek a felhasználónak. Az ilyen szolgáltatások új lehetőségeket, nagyobb kommunikációs szabadságot, nagyobb hatékonyságot jelentenek, és lehetővé teszik különböző készülékek funkcióinak kombinálását.

Az ilyen fejlett szolgáltatások révén tudja a szolgáltató az olcsó távhíváson túl bővíteni az ajánlatát, és igazán megkülönböztetni magát. Például, igazi többlet értéket nyújtana az ügyfél számára egy olyan PC-s alkalmazás, amelynek segítségével hatékonyabban tudja nyilvántartani és egyszerűbben tudja elérni üzleti- és magán kapcsolatát. Ilyen összetett, az ügyfél igényeit jobban figyelembe vevő szolgáltatások esetén nem a távhívás ára lesz az egyetlen szempont, ami alapján az ügyfél szolgáltatót választ. Az ilyen szolgáltatás segít a szolgáltatónak az ügyfél megtartásában, mivel növeli az ügyfél elégedettségét. Végül ezek a fejlett szolgáltatások a szokásos használaton felül további extra hálózat használatot generálnak, ami azonos beruházás mellett nagyobb árbevételt eredményez.

A mai VoIP infrastruktúrák már alkalmasak korszerű szolgáltatások megvalósítására. Az olyan ITU ajánlások, mint a H.323 és ipari szabványok mint a SIP széles körben elterjedtek. Olyan átjárók (gateway), forgalomirányítók (gatekeeper), proxy szerverek és szélessávú üzemmód váltó kapcsolók (soft switch) jelennek meg a hálózatokban, amelyek a távközlési szolgáltatók jóval magasabb igényeit is kielégítik a skálázhatóság, a megbízhatóság, a menedzselhetőség és a hívásvezérlési lehetőségek szempontjából.

Az új generációs szolgáltatások iránti igényt ugyanazok a tényezők motiválják, mint amelyeknek az Internet hatalmas népszerűsége köszönhető. Az előfizetők olyan megoldásokat részesítenek előnyben, amelyek értelmes és hasznos funkciókat valósítanak meg, amelyekről egyszerűbb lesz az életük. Az új generációs szolgáltatások bevezetésénél a siker azon múlik, hogy sikerül-e olyan könnyen használható, integrált megoldásokat kitalálni, amelyek a felhasználó hatékonyságát növelik.

Fontos, hogy az új generációs szolgáltatásokat a kialakult felhasználói szokások figyelembevételével tervezzük meg, és ne akarjuk azokat gyökeresen megváltoztatni. A felhasználó telefonáláshoz a telefonkészülékét, elektronikus levelezéshez, és a partner adatok nyilvántartásához pedig a PC-jét szokta használni. Tehát helyes, ha egy új generációs VoIP szolgáltatás megadja a választási lehetőséget a felhasználónak, hogy vezetékes vagy mobil készülékét használja

telefonálásra és a PC képernyőjén olvasson e-mailt. Az új szolgáltatások befogadását gyorsítja, ha a szolgáltató nem küzd a kialakult felhasználói szokások ellen, hanem inkább épít rájuk, támogatja azokat.

A szolgáltató az új generációs szolgáltatásainak megtervezésénél használja ki az egységes hang-adat architektúra előnyeit. Nem csak a hálózatok konvergálnak, hanem a szolgáltatások is. A fejlett VoIP alapú szolgáltatások előnyei:

- A felhasználói végberendezés a PC és a telefon tetszőleges kombinációja lehet.
- A sokkal többet tudó PC-s felhasználói felületet használni amikor az előnyös, pl. e-mail, kapcsolat nyilvántartás, elérhetőség megadása.
- Egy PC-s alkalmazás jól testre szabható és alkalmas a szolgáltató márkanevének, színeinek, formavilágának hordozására.
- Web-es felületen könnyen és kényelmesen lehet konferencia beszélgetéseket megszervezni (és esetleg moderálni).
- Web-es alkalmazásokba "kattints és beszélj" (click-to-call) funkció beépítése.
- Hagyományos telefon-telefon közötti beszélgetések kényelmesen indíthatók egy PC-s alkalmazásból, ezzel egy igényesebb, nagyobb értékű szolgáltatásokat (távolsági hívás, konferencia beszélgetés) használó előfizetői réteget támogatva.

Az alábbiakban felsorolunk néhány új generációs VoIP alapú alkalmazást, amelyek egyes szolgáltatóknál már működnek, mások rövidesen tervezik a bevezetésüket:

VoIP konferencia IP alapú több szereplős beszélgetést tesz lehetővé. Az ütemezés és lebonyolítás PC-s felületről végezhető. Természetesen konferencia beszélgetés telefonkészülékről is kezdeményezhető. Az ilyen típusú alkalmazások módot adnak konferencia beszélgetések kényelmes megszervezésére és lebonyolítására. Konferencia beszélgetések lehetnek meghatározott időre előre ütemezve vagy lehet őket ad hoc módon bonyolítani. A VoIP konferencia előnye, hogy lényegesen több szereplős konferenciák rendezhetők, mint egy hagyományos alközpont segítségével, és lényegesen olcsóbban, mint ha egy tele-konferencia szolgáltatót vennénk igénybe. Ezért a VoIP konferencia alkalmazás hasznos kiegészítője lehet egy IP-PBX-nek, illetve szintén jól használható egy telefonálásra alkalmassá tett vállalati belső hálózaton (LAN-on).

VoIP hívás néha "e-hívás"-nak is mondják. IP fölötti hívás kezdeményezést és hívás fogadást tesz lehetővé. A kapcsolat létrehozását PC-ről kezdeményezik, de a

hívott, sőt gyakran a hívó fél is a beszélgetés lebonyolítására hagyományos telefonkészüléket vagy mobil készüléket használ. Alkalmazások gyakran kombinálják a VoIP hívás funkciót az elérhetőség és a kattints és beszélj szolgáltatással hogy növeljék a sikeres hívások arányát és ezzel javítsák a felhasználó hatékonyságát. A hívó fél megállapítja a hívni szándékozott partner pillanatnyi elérhetőségét és a hívás annak megfelelően a hívott fél telefonjára vagy PC-jére irányul. A VoIP hívás fő előnye a megnövekedett hatékonyság. Az előfizető gyorsabban, egyszerűbben éri el a hívott felet. A szolgáltató számára előny a több sikeres hívás, és több konferencia hívás, ami növeli a hálózat kihasználtságát.

Web-es kattints és beszélj szolgáltatás olyan vállalatoknak szánt szolgáltatás, akik telefonos ügyfélszolgálattal támogatott Internetes kereskedelmet folytatnak. Az internetes kereskedő Web oldalán a látogató rákattint egy gombra, amivel egy IP hívást kezdeményez, és azonnal élő kapcsolatba kerül az ügyfélszolgálattal. Arra az esetre, ha a vásárló PC-je nincs felszerelve mikrofonnal, biztosítani szokták a telefonon történő visszahívást. A kattints és beszélj szolgáltatás azonnali és közvetlen kapcsolatot teremt az elektronikus kereskedő és a vásárló között, ez növeli a kereskedő forgalmát. Az ügyfélszolgálat azonnal, valós időben tud válaszolni az ügyfél kérdéseire, ami egyrészt az ügyfélszolgálatnak időt takarít meg, másrészt növeli a sikeres üzletkötések arányát.

Hívások rögzítése és visszajátszása lehetséges mert az előfizető felvételt készíthet két fél közötti, vagy konferencia beszélgetésekről. A rögzítést kérheti a hívó fél, illetve a konferencia beszélgetés házigazdája, és ezt megteheti mind PC-ről, mind pedig telefonról. A felvételt bárki meghallgathatja, akit a felvétel tulajdonosa erre felhatalmaz. A hívás rögzítés és visszajátszás nagyon hasznos a beszélgetésben résztvevők számára (különösen konferencia beszélgetésnél) mert módjukban van korábbi beszélgetést vagy annak valamely részletét visszahallgatni. Távoktatásnál, ha a hallgató egy előadást elmulaszt, egy számára alkalmas későbbi időpontban visszahallgathatja azt. Ügyfélszolgálat esetén a hívás rögzítése javítja a kiszolgálás minőségét, elősegíti hogy az ügyfél pontosan megkapja, amit kíván.

A követés szolgáltatás lehetővé teszi, hogy a felhasználót mindig ugyanazon a számon lehessen elérni. Az előfizető rugalmasan tudja beállítani (PC-ről vagy telefonról), hogy akarja-e, hogy a hívások utolérjék a hívó személyétől, a napszaktól, és egyéb paraméterektől függően. Az előfizető beállíthat preferenciákat, hogy mikor

melyik készülékén csöngjön egy bejövő hívás, függetlenül attól, hogy a hívó fél melyiknek a számát tárcsázta. A követés szolgáltatás az előfizető számára jobb elérhetőséget biztosít.

Az azonnali hang üzenet szolgáltatás segítségével a felhasználó rövid hang üzeneteket tud továbbítani valós időben egy vagy több címzett számára. Az üzenetet a címzett fogadhatja a PC-jén vagy a telefonján. Ez hasznos kiegészítése az ismert hangposta szolgáltatásnak. Különösen hatékony, ha csoportos címtár szolgáltatással kombinálva használjuk.

A VoIP értesítés szolgáltatás rövid hangüzeneteket juttat el az előfizetőhöz, aki erre DTMF tárcsahangok segítségével válaszolhat, vagy rögtön egy VoIP hívást kezdeményezhet az üzenet küldőjének ügyfélszolgálatához. Ez a szolgáltatás olyankor hasznos, ha a felhasználóhoz időkritikus információkat (pl. tőzsdei árfolyamok vagy repülő menetrend változások) kell eljuttatni, amikre az előfizető azonnal reagálhat. Azok az üzleti vállalkozások akik használják a VoIP értesítés szolgáltatást, ügyfeleikkel proaktív kapcsolatot ápolhatnak, ami segíti az eladásokat és növeli az ügyfél elégedettségét.

Az elérhetőség figyelése nagyon hatékony pl. a VoIP konferencia szolgáltatással kombinálva. A hívó fél előbb megállapíthatja, hogy a szereplők elérhetők-e, majd gyorsan és hatékonyan bekapcsolja őket a konferenciába. Nagyban növeli a sikeres hívások arányát, ha módunkban áll a hívás megkezdése előtt megállapítani, vajon a hívott fél elérhető-e. Ha az elérhetőségünket beletesszük az e-mail aláírásunkba, a vállalati címtárba, stb., a minket hívók megismerhetik elérhetőségünket és jobb eséllyel tudnak velünk kommunikálni akár telefonon, akár PC-nken keresztül.

Az egységes üzenetközvetítés (Egységes Kommunikáció) egyetlen alkalmazásban kezeli a különböző üzenetformátumokat (hangposta, fax, e-mail), és a felhasználó az üzeneteit típustól függetlenül egy egységes felhasználói felületen keresztül éri el akár a PC-jéről, akár a telefonjáról. Az egységes kommunikáció az egységes üzenetközvetítés kiterjesztése. Az egységes üzenetközvetítés aszinkron, "tárold és továbbítsd" típusú szolgáltatás. Az egységes kommunikáció ezt integrálja a valós idejű VoIP hívás és elérhetőség szolgáltatásokkal. Pl. egy e-mail vagy fax üzenetre – amelyet fogadhatunk akár a PC-nken, akár a telefonunkon - egy valós idejű VoIP hívással válaszolunk. Az internet hívás érkezett és a telefonszám - e-mail

levelesláda összekapcsolása szolgáltatás is gyakran része egy egységes kommunikáció szolgáltatásnak. Az egységes kommunikáció költség megtakarítást, kényelmesebb és hatékonyabb munkát eredményez. A szolgáltatónak csökkennek a költségei, mivel egyszerűbb több különböző alkalmazás helyett egy univerzális alkalmazást üzemeltetni. A felhasználó hatékonysága nő, mert nem kell rendszeres időközönként több különböző alkalmazásban megnézni, érkezett-e új üzenet.

Hangátvitel IP fölött

A VoIP hang átvitelét jelenti az Internet Protokol (IP) fölött. Kicsit leegyszerűsítve azt mondhatjuk, a VoIP egy módszer, amelynek segítségével telefonbeszélgetéseket bonyolíthatunk egy IP hálózaton, a hagyományos telefon hálózatnál jóval olcsóbban. Ugyanakkor komoly kihívást jelent az IP hálózatokon a megszokott minőségben hangot továbbítani, mert az Internet Protokolt nem erre tervezték. A legfontosabb megoldandó problémák a hang minősége és a könnyű használhatóság területén jelentkeztek. A csomagkapcsolt hálózatok fejlődésének újabb eredményei már lehetővé teszik kiváló hangminőség elérését, így a VoIP jó eséllyel a hagyományos vonalkapcsolt hálózatok olcsó alternatívája lehet. Még nagyobb lehetőséget jelent, hogy az IP hálózatok olyan módon tudják kiváltani a telefon hálózatokat, hogy egységes infrastruktúrát biztosítanak mind hang, mind adat továbbítására. Az alábbi néhány oldalon a VoIP technológia egyes kérdéseivel, köztük a VoIP által felvetett problémákkal és a vonatkozó szabványokkal foglalkozunk.

Problémák

Szolgáltatás minőség (QoS)

A hálózat által biztosított szolgáltatás minősége számos paraméterrel mérhető. Ilyenek a késleltetés, a késleltetés ingadozása (delay jitter) és a csomagvesztés.

Késleltetés – Csomagkapcsolt hálózatokban a különféle késleltetéseket az alábbiak szerint csoportosítjuk: az adatgyűjtési késleltetés, a becsomagolási késleltetés és a hálózati késleltetés. A felhasználó ezeknek az összegét érzékeli a csomagkapcsolt hálózat késleltetéseként. Az adatgyűjtési késleltetés abból adódik, hogy be kell várni amíg egy csomagnyi hangminta összegyűlik a hangkódolóból. A

késleltetés mértéke a hangkódoló típusától és a mintavételezési időtől függ. A digitalizált hangmintákból ezután elő kell állítani egy IP csomagot, ebből adódik a csomagolási késleltetés. Végül az így előállított csomagot a hálózaton keresztül el kell juttatni a címzetthez, az ehhez szükséges idő a hálózati késleltetést. A hálózati késleltetésnek több forrása van mint pl. minden egyes csomópontnak, amelyen a csomag áthalad, a csomag processzási ideje, a fizikai médium áteresztőképessége, stb. Mindezek a késleltetések két fő problémát okoznak, a visszhangot és a keresztbe beszélés jelenségét. A visszhang akkor válik zavaróvá, ha a hálózatban az oda-vissza késleltetés meghaladja az 50 ms-ot. Ezt a problémát visszhang elnyomó áramkörök segítségével csökkenteni lehet. Mivel a csomagkapcsolt hálózatokban a tipikus oda-vissza késleltetés több mint 50 ms, VoIP hálózatokban a visszhang elnyomó áramkörök alkalmazása szükséges. Amikor az oda-vissza késleltetés a 250 ms-ot is meghaladja, fellép a keresztbe beszélés problémája. Ez úgy jelentkezik, hogy a beszélő felek (szándékon kívül) egymás szövegébe belebeszélnek, ami nagyon zavaró.

Késleltetés ingadozás – Ugyanazon két végpont között két különböző csomag pl. a hálózatban tapasztalt torlódás miatt jelentősen különböző késleltetést szenvedhet. Ez a jelenség a késleltetés ingadozás. Ez azt is okozhatja, hogy a csomagok más sorrendben érkeznek a címzetthez, mint ahogy a feladó elküldte azokat. Az adat csomagok nem nagyon, a hang csomagok viszont igen érzékenyek a késleltetés ingadozásra. A problémát a vételi oldalon alkalmazott bufferezéssel lehet csökkenteni. A vevő a beérkezett csomagokat először egy átmeneti tárolóba helyezi. Csak amikor a tároló egy meghatározott mértékig megtelt, kezdi meg a hang csomagok visszajátszását, így biztosítani lehet a helyes sorrendet és egy viszonylagos állandó késleltetést. Sajnos azonban ez újabb késleltetést visz a rendszerbe, ami hozzáadódik a másik három késleltetéshez.

Csomagvesztés – Mivel az IP egy “megtesszük, amit lehet” típusú protokollal, előfordul, hogy csomagok elvesznek. A megbízható kommunikációt az IP fölötti szállítási réteg biztosítja egy csomag ismétlési mechanizmus segítségével. Ez minden olyan csomagot megismétel, amelyikre nem kapott nyugtát a címzettől, mondván hogy az bizonyára elveszett. Ez a mechanizmus nem alkalmazható hang esetén, mivel mire a megismételt csomag megérkezik a címzetthez, az már nem jó semmire. A csomagvesztés problémájának kezelésére VoIP hálózatokban létezik

néhány módszer. Az egyik egyszerűen az elveszett csomag helyett lejátsza az utoljára helyesen megkapott csomagot. Ez a módszer azonban nem működik ha több egymás melletti csomag vész el. Egy másik módszer a csomagokat redundáns információval egészíti ki, ez azonban növeli a sávszélesség igényt. Valamilyen módon azonban a VoIP hálózatoknak kezelni kell a csomagvesztés problémát.

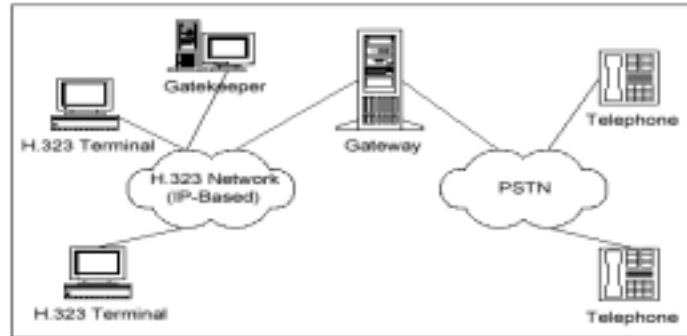
Számlázás és együttműködés

Többféle csomagkapcsolt hálózaton valósítanak meg hangátvitelt, ilyen az ATM, az IP és a Frame Relay. Ezeknek a hálózatoknak egymással is és a hagyományos vonalkapcsolt telefon hálózattal is együtt kell működni. A két hálózat között a kapcsolatot egy átjáró biztosítja, amelyik többek között gondoskodik a két hálózat fizikai összekapcsolásáról és az IP címek és a telefonszámok közötti fordításról is. A számlázás kérdése szintén elég bonyolult az ilyen esetekben, mivel a hívás két működési elveiben, következésképpen árstruktúrájában is jelentősen különböző hálózaton ível át. A hiba behatárolás és naplózás úgyszintén nem problémamentes az ilyen heterogén esetekben.

VoIP szabványok

A VoIP szabványok kidolgozása két szervezetben folyik. Az egyik az ITU-T, a másik az IETF. A VoIP-re vonatkozó ajánlások első csoportját az ITU-T dolgozta ki és a H.323 sorozatban publikálta. Ezt és néhány más VoIP-re vonatkozó ajánlást ismertetünk az alábbiakban.

A H.323 azt írja le, hogy hogyan kell hangot, videót és adatot továbbítani olyan csomag alapú hálózatokban, amelyek nem tudnak adott szolgáltatás minőséget (QoS) garantálni. A H.323 a H.32x család egyik tagja, ide tartozik még többek között a H.324 (multimédia átvitel vonalkapcsolt hálózatokon) és a H.320 (ISDN) is.



6.2.1. ábra. A H.323 hálózat elemei

A H.323 a rendszer négy fő komponensét írja le, a terminálok, az átjárók, a forgalom irányítók és a *konferencia* vezérlők (MCU) (lásd a 6.2.1 ábrát).

Terminál lehet egy PC vagy bármilyen más készülék, amely a H.323 protokolt ismeri és valamilyen multimédia alkalmazás fut rajta. Cél, hogy a különböző multimédia terminálok tudjanak kommunikálni egymással.

Az átjárók feladata két eltérő hálózat összekapcsolása. Egy H.323 átjáró feladata egy H.323 hálózat és egy nem H.323 hálózat összekapcsolása. Az átjáró biztosítja a kapcsolat felépítését és lebontását intéző protokollok konverzióját, a különböző média formátumok közötti konverziót, és az adatáramlást a két különböző hálózat között.

A forgalomirányító a H.323 hálózat agya. Minden H.323-as hívás a forgalomirányító közreműködésével jön létre. A forgalomirányító, olyan fontos szolgáltatásokat biztosít, mint a címtranszláció, a beléptetés engedélyezése, sávszélesség gazdálkodás, zóna felügyelet, és a hívásirányítás.

Konferencia vezérlők három vagy több H.323 terminál közötti konferencia létrehozását teszi lehetővé. A konferenciában résztvevő terminálok kapcsolatba lépnek a konferencia vezérővel, amelynek feladata a konferenciához szükséges erőforrások kezelése, egyeztetés a résztvevő terminálok között a megfelelő audio vagy video codec kiválasztásában.

A H.225 keskenysávú hálózatokon megvalósított video-telefon szolgáltatások kezelését írja le. Azon belül leginkább az olyan helyzetekkel foglalkozik, amikor az átviteli út egy vagy több csomagkapcsolt hálózatot tartalmaz, amelyek nem garantálják a hálózat szolgáltatási minőségét. A H.225 arról szól, hogyan kell az

audio, video, és adat folyamokat, valamint a vezérlő információkat kezelni ahhoz, hogy a H.323 eszközök közötti beszélgetést biztosítani lehessen.

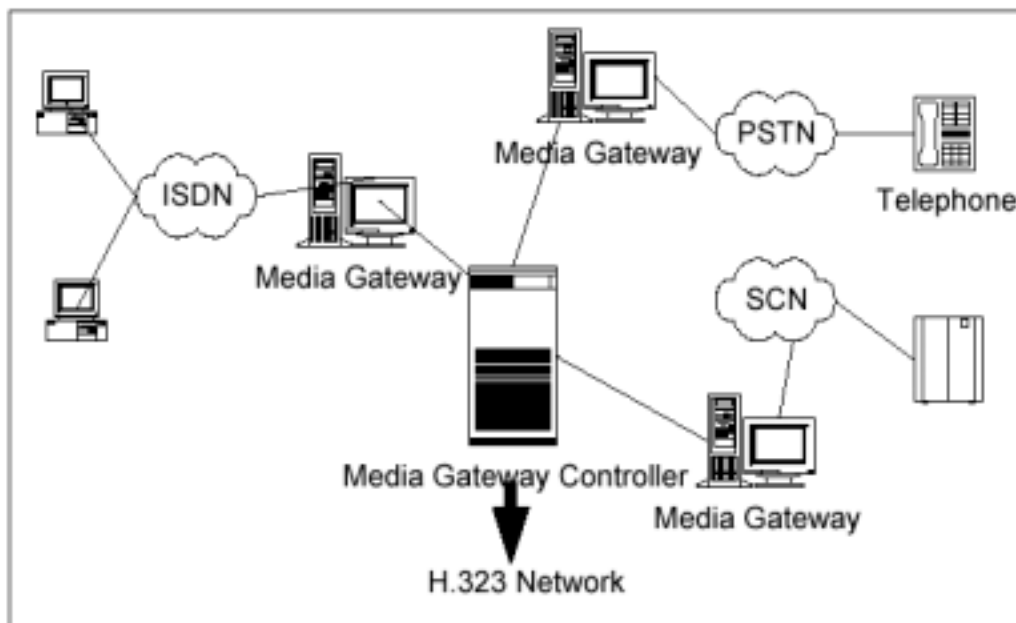
A H.248 megegyezik az IETF által publikált Megaco szabvánnyal (lásd alább).

Az *Internet Engineering Task Force* (IETF) is fontos szerepet tölt be a VoIP-ra vonatkozó szabványok kidolgozásában.

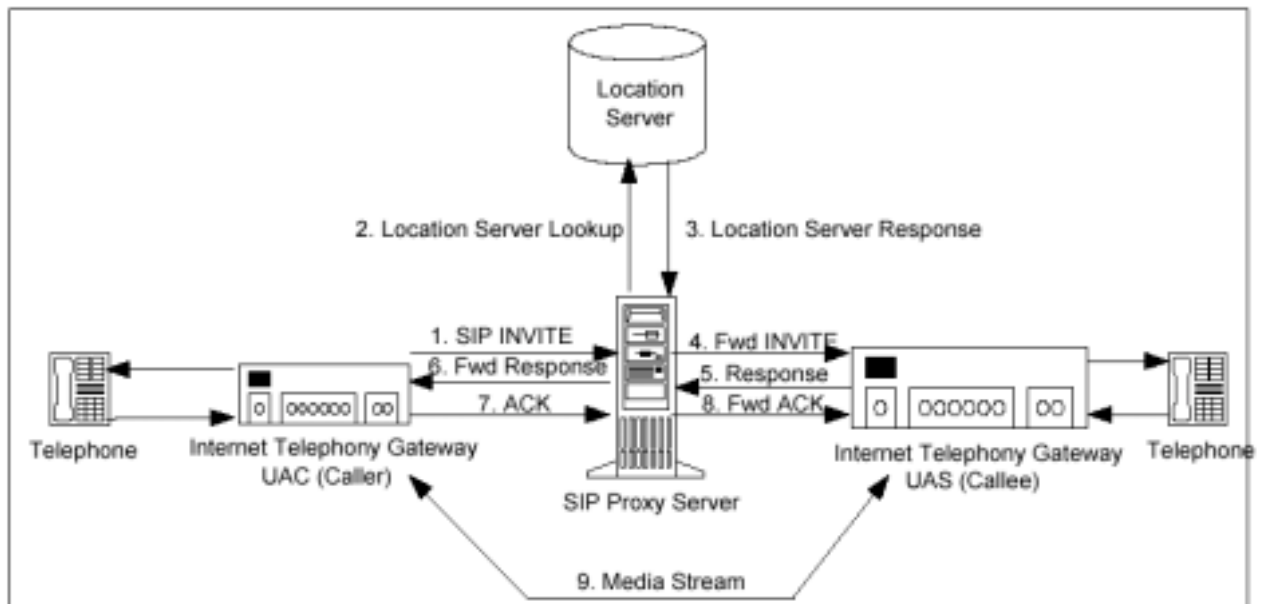
Media Gateway Control Protocol (MGCP) a Média átjáró (MG) és a Média átjáró vezérlő (MGC) közötti kapcsolatot valósítja meg. A kommunikáció általában egy parancsból és az arra kötelezően adott válaszból áll. Az MGCP protokollt az RFC2705-ös dokumentum írja le.

A *Megaco/H.248* az elosztott kapcsolókra vonatkozik. A Megaco egy elosztott rendszeren belül használatos protokoll, amely elosztott rendszernek a külvilág számára egyetlen VoIP átjárónak kell látszania. A rendszer kialakítása olyan, hogy a hívásirányítási intelligencia nem az átjárókban van megvalósítva, hanem egy külső ügynökben (lásd 6.2.2 ábra).

A Megaco különválasztja az átjárók média kezelési és hívásirányítási (signalling) funkcióit, és különböző hálózati komponensekben hozza létre azokat. A Média átjáró (MG) foglalkozik a média kezeléssel kapcsolatos feladatokkal, a Média átjáró vezérlő (MGC), más néven Hívásügynök (Call Agent) vezérli a Média átjárókat.



6.2.2. ábra. MEGACO hálózat felépítése



6.2.3. ábra. A SIP hálózat elemei és folyamatai

Egy MGC irányíthat több MG-t. Másrészt egy MG több MGC-nél is bejegyezheti magát. A Megaco master/slave protokollal, ahol a Hívásügynök a kezdeményező (master) és a Média átjáró a válaszoló (slave).

SIP (Session Initiation Protocol)-t a multimédiás kommunikációban több funkció megvalósításában is alkalmazzák, úgy mint az Internet telefóniában, hívástovábbításnál, videokonferenciában, terminál típus egyeztetésnél, hívó/hívott fél jogosultság ellenőrzésnél, stb. A SIP szabványokat az IETF MMUSIC csoportjában dolgozták ki. A SIP a szállítási rétegben a kapcsolat nélküli UDP protokollt használja. Az UDP azért előnyösebb a TCP-nél, mert kisebb az állapotkezelés miatti adminisztráció, hatékonyabb és jobban használható valós idejű alkalmazásokhoz. A SIP protokoll leíró szabványok az RFC2543 (Kapcsolat felépítési protokoll), az RFC2327 (Kapcsolat leíró protokoll) és még egy sereg Internet ajánlás, amelyek kidolgozás alatt állnak. A 6.2.3 ábrán bemutatjuk a SIP hálózat főbb elemeit és mutatunk egy példát arra, ahogy egy folyamat lejátszódik.

RTP és RTCP

A Valós idejű protokoll (RTP) az olyan időfüggő funkciókat támogatja mint pl. az időzítés helyreállítása, a veszteség észlelés, a biztonság és tartalom azonosítás. Az RTCP a valós idejű, sok résztvevős konferencia beszélgetést támogatja, olyan

funkciók használják, mint küldő azonosítás, átjárók (pl. audio/video hidak), multicast-to-unicast transzlátorok. Az RTP használható az RTCP nélkül is. Az RTP-t az RFC1889-es szabvány írja le, és több más RFC foglalkozik további speciális RTP-vel kapcsolatos kérdésekkel.

Az IP-VPN két típusát különböztetjük meg: az eszköz alapú és a hálózat alapú VPN-t. Az eszköz alapú megoldás olcsón képes biztonságos távoli kapcsolatot kiépíteni. A hálózat alapú megoldások jobban támogatják a típus szerinti forgalom prioritizálását, a szolgáltatások integrációját és a kapacitásuk jobban bővíthető. A hálózati forgalom az utóbbiban ATM vagy Frame Relay rugalmasságával menedzselhető.

Az IP-VPN definícióját mindig is tágan értelmezték. Egyes szolgáltatók a "magán"-t hangsúlyozzák, ezek az ügyfél telephelyein tűzfalakat telepítenek és a közöttük zajló forgalmat a nyilvános Interneten keresztül intézik. Ez persze nem túlzottan "magán". Az IPsec protokoll alkalmazása javítja a titkosságot és a bizalmasságot és elterjedt megoldás arra, hogy két helyszínt a nyilvános Interneten egy titkosított csatorna segítségével kössenek össze. Azt az IP-VPN-t, amely a nyilvános Interneten továbbítja a forgalmat, miközben tűzfalat, digitális igazolványt, titkosítást és egyébeket használ a biztonság fokozására, eszköz alapú IP-VPN-nek nevezik.

Az IP-VPN mindkét formája fejlődik, és mindkettőnek vannak előnyei. A fejlődést részben üzleti, részben műszaki szempontok motiválják:

1. az IP technológia népszerűsége és az Internet széles körű elterjedtsége
2. a sok különböző technológia alkalmazásával szemben az egységes IP technológia költségmegtakarítást eredményez
3. IP környezetben a biztonság iránti fokozott igény
4. a távmunkások és az utazó munkatársak szinte bárhol elérhetik az Internetet
5. az IP hálózatok viszonylagosan egyszerű üzemeltetése.

Mérlegelni kell kinek mi a fontos. Az eszköz alapú IP-VPN támogatja a mobilitást, megfelelő biztonságot nyújt és viszonylag olcsó. A hálózat alapú IP-VPN kellően nagy hálózati kapacitást biztosít, támogatja a QoS-t, integrált hang-adat szolgáltatást tesz lehetővé és megfelelő biztonságot nyújt. Újabban néhány VPN szolgáltató a kettő kombinációját kínálja. A fix helyhez kötött felhasználó élvezheti a

hálózat alapú IP-VPN előnyeit, a nagy megbízhatóságot és a nagy teljesítményt, de a kis vidéki iroda és a mobil felhasználó sincs kizárva az intranetről, modemen vagy ADSL-en ők is csatlakozhatnak.

Egységes üzenetközvetítés

Egy korszerű egységes üzenetközvetítéssel bármilyen formátumú üzenet elérhető bármikor, bármilyen készülékről, ahogy éppen az előfizetőnek a legkényelmesebb. Egy ilyen rendszer szolgáltatásai egyebek között ezek:

- e-mail üzenet meghallgatása telefonon szöveg-beszéd (text-to-speech, TTS) átalakító technológia segítségével
- fax és/vagy e-mail továbbítása bármely fax készülékre
- web alapú hozzáférés az üzenetekhez és az üzenetkezelési opciók beállításához
- globális vagy közös címtárak
- egyetlen felület a karbantartáshoz
- a különböző üzenetformátumok kombinálási lehetősége, pl. faxot csatolni e-mailhez, megjegyzéseket fűzni egy e-mailhez, majd egy lista alapján szétküldeni, vagy éppen hang üzenetet csatolni egy faxhoz.

Az embereknek különböző helyzetekben különböző a kommunikáció iránti igényük. Távmunkásoknak vagy utazó ügynököknek például nagyon fontos, hogy az üzeneteik utolérjék őket, de utazás közben vagy egy virtuális irodából nehéz rendszeresen ellenőrizni, érkezett-e faxuk vagy e-mailjük. Máskor meg e-mailt vagy faxot szeretnének küldeni, de csak telefon van elérhető közelségben.

A hangposta funkciók fejlődése

Egy alapfokú hangposta rendszer hang üzeneteket rögzít, tárol és játszik vissza. A hardver lehet különálló, vagy lehet a központtal integrálva. A hangposta rendszer felhasználói hozzáférhetnek az üzeneteikhez, válaszolhatnak azokra, továbbíthatják azokat. Ütemezhetik egy üzenet elküldésének időpontját. Szerkeszthetik az üzeneteiket vagy azonosítókkal láthatják el azokat. Az integrált rendszerek a telefonkészüléken kis lámpával vagy az alfanumerikus kijelzőn tudják jelezni ha üzenet érkezett. Ha egy bejövő hívást a hívott fél nem vesz fel, a hívást át lehet irányítani a hangpostafiókra, ahol a hívó fél üzenetet hagyhat.

A telefonos felhasználói felület (TUI) hang menürendszeren keresztül teszi elérhetővé az üzenetkezelési funkciókat.

Egy hangposta rendszer általában az alábbi funkciókat biztosítja:

- Egy külső telefonszámon vagy személyi hívón értesíti a felhasználót, hogy üzenete érkezett.
- Bejövő hívások szűrése. A szűrési feltételek a rendszerben tárolt hívóazonosítók és/vagy a számítógép személyes telefonkönyv bejegyzései alapján PC-s felületről beállíthatók.
- Hívások szűrése átirányítás, követés állapotban. A hívót várakoztatja, amíg a hívott eldönti, hogy fogadja-e a hívást, vagy inkább a hangpostára szeretné irányítani a hívást.
- Egymástól távoli hangposta rendszerek hálózatba kapcsolása.
- A dinamikus üzenet kézbesítés figyelni hogy a címzett megkapta-e az üzenetet. Ha igen, nyugtát küld a feladónak.
- Az üzenet meghallgatásakor a hangposta szerver kimenő hívást kezdeményez, ha a címzett vissza akarja hívni a feladót.
- Lehetőség a hang levelesláda beállítások személyre szabására.
- A feladó törölheti vagy módosíthatja a még nem kézbesített üzeneteit.
- Fax szolgáltatások, többek között: fax átirányítása, amikor egy bejövő fax a hangposta rendszerhez kerül, átirányíthatja azt egy közvetlen behívási lehetőséggel rendelkező számra, kezelheti úgy mint egy hang üzenetet, vagy mint egy összetett üzenetet (fax, hang melléklettel). Fax túlcsoportosítás funkció, ha a fax készülék foglalt. Több hangposta rendszert integrál a szállítója más gyártók fax szoftverével, így a hang levelesládák alkalmasak lesznek fax üzenetek küldésére és fogadására.

Hangposta és e-mail rendszerek funkcióinak egységesülése

Az e-mail rendszerek és a hangposta rendszerek úgy fejlődnek, hogy mind a PC-s grafikus kezelői felületben, mind pedig a telefonos kezelői felületben egyre jobban közelednek egymáshoz.

A hangposta rendszer gyártók eddig az egységes üzenetkezelésnek háromféle megközelítésével próbálkoztak:

- Integrált szerverek, egy üzenet tároló – Integrálják a hangposta szervert és az e-mail szervert, egy közös multimédiás üzenettároló van (univerzális postafiók) és egy cím tár. Ez a megoldás elkerüli hogy két üzenet tárat és két cím tárat kelljen fenntartani, lehetővé teszi multimédia üzenetek (mellékletekkel) továbbítását. Azok a hangposta rendszerek, amelyek ezt a megközelítést választották, többnyire felhasználják a hangposta kiterjesztést is

támogató e-mail rendszerekben már meglévő multimédia üzenet tárat, cím tárat és kliens szoftvert.

- Integrált szerverek, két üzenet tároló – Alternatív megközelítés. Az e-mail és a hangposta saját külön multimédia üzenet tárat és cím tárat használ. Az e-mail szervernek és a hangposta szervernek szorosan együtt kell működni, hogy az üzenetek és a felhasználó állapotát leíró adatok folyamatosan szinkronban legyenek. Ennek a szinkronnak a fenntartása a rendszer felépítéséből eredően problematikus.
- Kliens integrálás – Egyszerűbb, de kevésbé hatékony megközelítés. Az egységes üzenetkezelést a közös kliens szoftver igyekszik megvalósítani, amely külön-külön kommunikál a hangposta szerverrel és az e-mail szerverrel, és a két külön üzenet tárral amikor a felhasználó az üzeneteit olvassa. A hangposta rendszer nem tudja a felhasználót telefonon értesíteni, ha fontos e-mail üzenete érkezik, de hangposta érkezése esetén ezt meg tudja tenni.

Az egységes üzenetkezelés a médiumok közötti rugalmas átjárhatóságot is biztosítja, mint pl. e-mail vagy fax üzenetek fogadása telefonon, vagy hang üzenetek küldése e-mail mellékletként. Az univerzális levelesláda hangos e-maileket és hagyományos hangposta üzeneteket egyaránt képes fogadni, ahonnan a címzett tetszés szerint visszakeresheti azokat a vezetékes telefonján, a mobil telefonján vagy az asztali számítógépén. A két fő kezelői felület a képernyővel, billentyűzettel rendelkező készülékek grafikus felhasználói felülete (GUI) és a túlnyomórészt hanggal működő telefonos felhasználói felület (TUI). A telefonos kezelői felület alkalmazhat szövegből beszéd (TTS) és beszédfelismerő (ASR) technológiákat. A TTS pl. e-mailnek telefonon történő fogadásakor szükséges, míg az ASR-re azokban a helyzetekben van szükség, amikor a felhasználónak a kezét is, látását is egyéb tevékenysége köti le.

Szabványok

Az alábbiakban felsoroljuk az egységes üzenetközvetítésre vonatkozó fontosabb szabványokat:

- AMIS – (Audio Messaging Interchange Specification) különböző hangposta rendszerek közötti analog információ csere. Vezérlő információk DTMF formában, maguk az üzenetek analog hang formában cserélődnek.
- H.323 - ITU szabvány, valós idejű multimédia kommunikáció csomagkapcsolt hálózatokon.
- IMAP – (Internet Messaging Access Protocol) e-mail levelesláda kezelése távolról hálózaton keresztül. Keresés a levelek fejlécében, mappák kezelése, levelek letöltése.

- LDAP – (Lightweight Directory Access Protocol) kliens szoftver és címtár szolgáltatás közötti kommunikáció TCP kapcsolaton.
- MAPI – (messaging API) üzenetkezelő kliens programok és üzenetkezelő szerverek együttműködéséhez.
- MIME – (Multipurpose Internet Mail Extension) protokoll mixed média adatállományok TCP/IP hálózatokon történő átvitelére. Az SMTP kiterjesztése. A Mime teszi lehetővé dokumentumok cseréjét és a különböző médiumok közötti üzenetközvetítést.
- POP3 – (Post Office Protocol) protokoll levelek letöltésére Internetes levelező szerverekről. Ez az általánosan használt protokoll egyszerű szöveges elektronikus levelezéshez.
- SMTP – (Simple Mail Transfer Protocol) alkalmazás szintű protokoll szöveges elektronikus levelek cseréjére TCP/IP hálózatok fölött olyan eszközök között, amelyek támogatják a Message Handling Service-t (MHS).
- TAPI 3.0 – (Telephony API) a Microsoft fejlesztette ki Windows-os környezetre. Lehetővé teszi **Windows**-os alkalmazásoknak az alapvető telefon funkciók programból történő vezérlését. A TAPI-nak fontos szerepe volt abban, hogy a Windows NT széles körben elfogadott platform a hagyományos vonalkapcsolt telefónia és az IP-telefónia közötti konvergencia folyamatában.
- VPIM – (Voice Profile for Internet Messaging) protokoll előterjesztés különböző hangposta rendszerek közötti hang üzenetek cseréjére Internet fölött.

Elérhetőség

Ha az IP kommunikációs szolgáltatások nem jobbak, nem olcsóbbak, és nem egyszerűbben elérhetők, miért fizessünk értük?

A választ megtaláljuk, ha megnézzük a mobil piacot. A mobil telefont megvásárolni is, üzemeltetni is drágább. A hangminőség gyenge, a megbízhatóság alacsony. A kiegészítő szolgáltatások épp csak kezdik megközelíteni a vezetékes telefonokét. Akkor miért olyan sikeres? Azért mert számottevő plusz értéket nyújt a felhasználónak, eleget ahhoz, hogy hajlandó legyen cserébe lemondani számos a vezetékesnél megszokott tulajdonságról.

Hasonló érvényes az IP alapú interaktív kommunikációra is. Az IP kommunikáció akkor lehet sikeres, ha jelentős többlet értéket nyújt. Mi ez a többlet érték? Az, ahogy más Internetes alkalmazások, a web, az e-mail, a chat, az Elérhetőség, a gyorsüzenet (Instant Messaging), az internetes játékok, az e-kereskedelem kombinálhatók a hang kommunikációval. Ezzel olyan új szolgáltatások jönnek létre, amelyek vonalkapcsolt telefontal nem lehetségesek. Ez a többlet érték

megváltoztatja azt, ahogy a kommunikációs szolgáltatásokat használjuk: inkább web élményben, mint telefonálás élményben van részünk.

Számtalan jele van annak, hogy ez a többlet érték valóban létezik. Ez figyelhető meg többek között az Interneten a “haverok listája” (buddy list) és más hasonló elérhetőség szolgáltatás népszerűségében is. Eddig ezeket a szolgáltatásokat szinte kizárólag arra használták, hogy a gyorsüzenet partnerek tudassák egymással, az adott pillanatban éppen az Internetre vannak-e kapcsolódva. Az elérhetőségnek egy jóval szélesebb értelmezése, amely a kommunikáció számos formájára kiterjed, az IP kommunikáció élményét általában fogja értékesebbé tenni.

Ez akkor fog bekövetkezni, ha az Elérhetőség szolgáltatás nyitott szabvánnyá válik, amelyet széles körben támogatnak. Az Elérhetőség tulajdonképpen az átirányítás szolgáltatást valósítja meg az IP kommunikációban egy magasabb szinten.

Az Elérhetőség az új generációs szolgáltatások szerves része

Az Elérhetőség a bekapcsoltság állapotának (on-line status) jelzésén túl számos más dologra használható:

- Tartózkodási hely - pl. “otthon”, “az irodában”, stb.
- Hívhatósági állapot - pl. “hívás fogadására kész”, “épp beszélek” (ez akár a beszélgető partner azonosítóját is tartalmazhatja).
- Hívás-fogadási készség – pl. “elérhető”, “megbeszélésen”, stb. Ez függhet attól, hogy ki hív.
- Preferált médium – pl. video, hang, gyorsüzenet, e-mail, stb.

Amint már mondtuk, az IP alapú interaktív kommunikációt az teszi vonzóvá, hogy új fajta szolgáltatásokat kínál. Ezek közül sok az Elérhetőségre alapul.

Például:

“Szállj be” – egy már folyó beszélgetésbe

Ha egy Elérhetőség-előfizető látja, hogy a hívni kívánt partner épp beszél, kérheti, hogy beléphessen a folyó beszélgetésbe. Ha erre engedélyt kap, a beszélgetés máris konferenciává alakul.

Azonnali konferencia

Amikor egy Elérhetőség-előfizető meggyőződik arról, hogy egy tervezett konferenciabeszélgetés minden résztvevője rendelkezésre áll, azonnal kezdeményezheti a konferencia hívást.

Mobil telefon állapotának figyelése

Ha egy Elérhetőség-előfizető sikertelenül próbált felhívni valakit, mert az illető épp úton volt, értesítést kaphat, amikor az illető bekapcsolja a mobiltelefonját. Egy másik szolgáltatással kiegészítve, automatikus újrahívás is lehetséges. Ennek a szolgáltatásnak a továbbfejlesztett változata még a hívott fél tartózkodási helyét is közölheti, annak a bázisállomásnak az azonosításával, amelyikre a hívott fél mobil telefonja rákapcsolódott.

Hely-függő szűrés

A hely-függő szűrés hasznos kiegészítője lehet a már ismert hívás-szűrés szolgáltatásoknak, amelyek segítségével a napszaktól, vagy a hívó fél kilététől függően lehet szabályokat felállítani, hogy egy adott hívást fogadni akarunk, vagy elutasítani. A hely-függő szűréssel pl. olyan szolgáltatást lehet csinálni, hogy az csak bizonyos emberek számára elérhető amikor otthon van, de mindenki számára elérhető az irodában.

“Intercom” telefon

A tőzsdei világ éveken keresztül használt olyan szolgáltatásokat, amelyek állandó élő kapcsolattal kötöttek össze brókereket, sokszor több kontinensen keresztül. A Nextel a mobil szolgáltatásában valami hasonlót vezetett be Direct Connect néven. Egy ilyen szolgáltatás attól lenne igazán jól használható, ha lehetne látni, hogy a túloldal készen áll a kommunikálásra és milyen médiumon.

Checking Communications State

Amikor az Elérhetőség tömegesen elterjedt szolgáltatás lesz, az előfizetők mielőtt kommunikálnak, meg fogják nézni a partner kommunikációs állapotát. Ha előre tudjuk, hogy az fogad-e hívásokat és ha igen, milyen médiumon, elkerülhetjük az idegesítő foglalt jelzéseket, meg a sok “szellemes” hangposta bemondást.

Betekintés valaki más elérhetőségi állapotába

Az Elérhetőség szolgáltatásban rejlő lehetőségek sokoldalú kihasználása nagyon hatékony kommunikációs mechanizmusokat eredményezhet. Egy ilyen

lehetséges mechanizmus, amikor a Főnök elérhetőségét az Asszisztens teljes körűen ismeri. Így az Asszisztens bármikor kapcsolatba léphet a Főnökkel, még akkor is, ha a Főnök épp úton van.

A szoftver segítségével megvalósított telefónia óriási rugalmassága lesz az az eszköz, amely az IP alapú interaktív kommunikációval kapcsolatos várakozásokat valóra fogja váltani. Az Elérhetőségre fent felsorolt példák csak a kezdet. Az új és újabb szolgáltatásoknak csak a szolgáltatók képzelőereje szabhat határt. No meg az, ha a szakma nem tud egy nyílt Elérhetőség-szabványban megállapodni.

Tartalomterítés és elosztott átmeneti tárolás (Caching)

Az átmeneti tároló két alapvető típusát különböztetjük meg, mindkettőnek ugyanaz a funkciója: távoli szerverekről származó népszerű tartalmak másolatát tárolja annak érdekében, hogy a helyi felhasználó gyorsabban jusson hozzá. Az egyik csoportba hardver és szoftver kombinációjából álló előre konfigurált eszközök tartoznak. Ezeket elsősorban a hálózati szolgáltatók és a nagyvállalatok használják, de a gyártók már az egyéni felhasználó számára lecsökkentett méretű változatokról is beszélnek. A másik típus az átmeneti tároló szoftver. Ebben az esetben a felhasználónak külön kell a szükséges szerverről és a rendszer telepítéséről gondoskodni. Mindkét típus elsődleges szerepe a tartalom gyorsabb eljuttatása a felhasználóhoz. Ha a tartalom közelebb van a felhasználóhoz, rövidebb utat kell megtennie, kevesebb hálózati csomóponton kell áthaladnia, tehát javul a teljesítmény. Jó esély van rá, hogy egy helyi átmeneti tároló nincs annyira leterhelve és teljesítmény szempontból jobban van méretezve, mint az eredeti tartalom szerver. Ezek a tényezők együttesen egy oldal letöltési idejét a felére, vagy akár harmadára csökkenthetik.

De vannak az átmeneti tárolásnak más előnyei is. Jelentős érdeklődést kiváltó események, mint pl. a Starr jelentés publikálása, vagy egy labdarugó VB döntő hatalmas forgalomtorlódásokat okoz az Interneten. A tartalom duplikálása tükörszervereken és átmeneti tárolókon jobban elosztja a terhelést a hálózaton és megszünteti a szervernél keletkező szűk keresztmetszetet. Az átmeneti tárolás és a tartalomterítés az Internet szolgáltatóknak is jó, mert több forgalmat tart helyben és csökkenti a kimenő sávszélesség igényt. Végül helyi átmeneti tárolókkal elhelyezésével növelhető az egységnyi erőforrás által kiszolgálható előfizetők száma.

Tehát a lényeg, a felhasználó és a gyakran keresett tartalom közötti távolság lerövidítése – nem új ötlet. PC-kben már régóta használnak gyors köztes memóriákat a méggyorsabb processzorok kiszolgálására. Hasonlóan web böngészők a böngészés hatékonyságának növelésére helyi tárolóból jelenítik meg a korábban már meglátogatott oldalakat. Ezért érezzük amikor egy lapra visszatérünk, hogy másodszer sokkal gyorsabban jelenik meg.

A hálózat átmeneti tárolói ugyanezen az elven működnek, csak sokkal nagyobb méretekben. De ezek, szemben a web böngészővel, sokezer felhasználó forgalmát figyelve állítják össze a tartalmukat. Az átmeneti tároló szerver úgy tanulja a hálózati forgalom összetételét, hogy elkapja a felhasználónak a tartalom szerverhez küldött kéréseit. Attól függően, hogy ezt hogy csinálja, két típust különböztetünk meg: transzparens vagy proxy szervert. A transzparens szerveren minden hálózati forgalom keresztül folyik, így ez nem igényel külön beállítást a felhasználó oldalán. A proxy szerver esetében a felhasználónál be kell állítani a proxy címét. Ezután a böngésző minden kérelmet a proxy-nak küld, amely aztán a felhasználó nevében elküldi azt a tartalom szervernek. Ennek előnye, hogy a hálózat adminisztrátor a proxy-nál szabályozni tudja, hogy milyen tartalmat engedélyez a felhasználó számára. Hátránya viszont, hogy bonyolultabb az üzemeltetés, hiszen minden kliens gépen konfigurálni kell a proxy használatát. Ezen felül, ha a proxy szervernek bármi baja van, a felhasználók nem férnek hozzá a web-hez.

Tartalomterítés

A tartalomterítés lényegében egy másik módszer a tartalom frissen tartására. Míg az átmeneti tároló szerver a felhasználók kérései alapján tárolja a tartalmat, addig a tartalomterítés esetében a tartalomtulajdonos cég dönt úgy, hogy a tartalmat a felhasználóhoz közeli szervereken duplikálja.

A tartalomterítés működési elve a következő. Először a tartalomszolgáltató kiválasztja, hogy mely tartalmakat kíván a hálózaton duplikálni. Ezután a hálózati adminisztrátor készít egy listát a duplikálandó objektumokról, végül a tartalomszolgáltató a listán megadott objektumokat fémásolja a világszerte elhelyezett duplikáló szerverekre. Ezután az adott tartalom iránti igényeket a DNS rendszer a legközelebbi duplikáló szerverhez irányítja. A tartalomterítés sikere szempontjából kritikus, hogy duplikáló szerverek a világ minden táján megfelelő

sűrűséggel legyenek elhelyezve. Minél több a duplikáló szerver, annál nagyobb az esélye, hogy a felhasználó a kért oldalt vagy objektumot egy földrajzilag közeli szerverről töltheti le. Az Akamai cégnek például 4200 duplikáló szervere van 50 országban szerte a világon.

Sok tartalomterítő rendszer publikálja az API-jait, hogy bátorítsa a fejlesztőket, hogy "hálózatkész" szoftvereket írjanak. Hasonlóan a videoszerverekhez, amelyek a kiválasztott filmet letöltik a felhasználó átmeneti tárolójába, vagy ahogy egy oktatóközpont az oktatófilmet letölti a vidéki oktatókabinetek tárolójába, a tartalomterítő rendszerek is intelligensen használják a hálózati erőforrásokat. Az eredmény egy tartalomterítő rendszer, ami egy interaktív és prediktív televízió rendszerhez hasonlít. A felhasználó egy webes felületen bizonyos tartalmakat kér, amik letöltődnek egy közeli átmeneti tárolóba. A tartalomterítő rendszerbe olyan képesség is be van építve, hogy megjósolja, hogy a felhasználó milyen tartalmat fog kérni, és azt már előre letölti egy közeli tároló szerverbe.

6.3. A kábeltelevízió mint sokszolgáltatású multimédia platform

Szerző: Stefler Sándor

Lektor: S. Tóth Ferenc

A hálózat áttekintése

A kábeltelevízió (**KTV**) hálózatok ma még szinte az egész világon mint szélessávú műsorjel-elosztók működnek, melyek lényegében a 80-as évek technikáját képviselik. Túlnyomó részben koaxiális kábeleket alkalmaznak fizikai átvivő közegként, amiben akár 30 trunk-erősítő is sorba kapcsolódhat (kaszkád rendszerek). A modern hálózatok azonban már hibrid, koaxiális és fényvezető, (azaz **HFC**) átvitelt használnak. A jövő hozzáférő hálózati technológiájaként emlegetett **FTTC** (fibre to the curb) topológia első reális megvalósításának tekinthetők. A HFC jó kompromisszumot képez a jövőbiztosság (nagy átviteli sebesség) és az egy előfizetőre jutó rendszer-költségek között. Egy ilyen rendszer legfontosabb építőelemei a következők:

- fejállomás
- jel-elosztó központ
- optikai csomópont
- hálózat interfész

A fejállomáson a műholdakról vagy a földfelszíni adókról vett, vagy helyileg előállított analóg és digitális műsorjeleket dolgozzák fel (adott esetben újra modulálják) és összegezik, E/O átalakítást végeznek, stb. majd az így kapott jelkomplexumot betáplálják a hálózatba. Digitális interaktív szolgáltatások esetén itt helyezkednek el a különféle tartalom-(videó, Internet, adat) szerverek és a helyi információkhoz való hozzáférést biztosító egyéb elemek (útvonal-irányítók, kapcsolók, átjárók azaz routerek switch-ek, gateway-k, stb.) is. A szolgáltatásokhoz való (adott esetben korlátozott.) hozzáféréshez szükséges különféle modulációkat, frekvencia-transzponálásokat és titkosításokat is itt valósítják meg.

A jel-elosztó-központ egy optikai pont-többpont jellegű fényvezető összeköttetésen keresztül juttatja el az analóg és digitális jeleket a fejállomásra az optikai végpontokba (optical network unit, azaz **ONU**, vagy optical network terminal, azaz **ONT**). Kisebb HFC hálózatok esetén hiányozhat az elosztó központ és a fejállomás ilyenkor közvetlenül csatlakozik az ONU-khoz. Nagy rendszerek esetében viszont a helyi szolgáltatások jeleit a távközlési hálózatokból (PDH, SDH, ATM, MAN, WAN) közvetlenül az elosztó központba, innen pedig a trunk-hálózatba vezetik.

Az ONU-kban az optikai jeleket elektromos jellé alakítják és ezt betáplálják a koaxiális hálózatba. Ebben a hálózati síkban a HFC-rendszereknél már csak legfeljebb 2-3 erősítő van sorba kapcsolva, ami nagymértékben javítja (a klasszikus KTV-hez képest) az átvitel minőségét (a nemlineáris, pl. intermodulációs torzításokat). Egy ilyen előfizető-közeli ONU tipikusan 500 előfizetőt szolgál ki műsorokkal és adatokkal.

A hálózati interfész egység (network interface unit, NIU) képezi a rendszer előfizető-oldali lezárását. Ez már az épületen (lakáson) belül is elhelyezhető, legfontosabb tulajdonsága azonban az, hogy előfizető-specifikus szolgáltatások érdekében címezhető. Viszont néha (ha a KTV távközlési szolgáltatást is nyújt) problémát jelent az, hogy az átvitel folyamatosága, az állandó rendelkezésreállítás érdekében a szünetmentes tápellátást is biztosítani kell.

Egy flexibilis, jövőbiztos hálózatnak fel kell készülnie olyan szolgáltatásokra is, melyek ma még nem általánosak (lásd az 1. ábrát). Ilyen pl. a multimédia, a különféle táv-szolgáltatások, pl. táv-vásárlás, táv-oktatás, távolból végzett banki és egészségügyi tranzakciók, stb.

Az 1. ábrán látható, a különböző szolgáltatások átviteli igénye. A szolgáltatás egyik legjellemzőbb paramétere az a sávszélesség, amely a szükséges bitsebesség átvitelét maradéktalanul biztosítja. A különböző szolgáltatások osztályozása céljából ezeket szolgáltatás-minőségi (**QoS**) osztályokba lehet sorolni. Minden szolgáltatást hozzá lehet rendelni egy átviteli erőforrás minőségi osztályhoz. A szolgáltatási osztályok 4 kategóriába sorolhatók:

Állandó bitsebességű (constant bit rate, CBR). Ennél állandó az átviteli sebesség, így biztosítható a legjobb átviteli minőség (pl. a max. megengedett

Szolgáltatás	Átviteli sebesség		Minőség		Iszokron átvitel	
	Főirány	Visszirány	Főirány	Visszirány	Főirány	Visszirány
Kábel-telefonía	64 kbps	64 kbps	CBR	CBR	*	*
Internet-hozzáférés	64 kbps-2 Mbps	64 kbps	VBR	VBR	***	***
Távoktatás	64 kbps-2 Mbps	64 kbps	CBR/VBR	VBR	**	***
Táv munka	n x 64 kbps-8 Mbps	n x 64 kbps	CBR/VBR	CBR/VBR	*	*
NVOD	2-8 Mbps	kbps	CBR	VBR	*	***
VOD	2-8 Mbps	kbps	CBR	VBR	*	*
Videó konferencia	n x 64 kbps-8 Mbps	n x 64 kbps-8 Mbps	CBR	CBR	*	*
Telemetria	kbps		ABR	ABR	***	***

késleltetés és jitter). Ez a QoS osztály az olyan igényes szolgáltatásoknál indokolt, mint pl. az igény szerinti videó (VOD).

Változó bitsebességű (variable bit rate, VBR). Ez a szolgáltatási osztály az átlagosan elvárható bitsebességgel és a maximálisan fellépő burst-aránnyal jellemezhető. A kevésbé kritikus alkalmazások (pl. Internet) számára alkalmas.

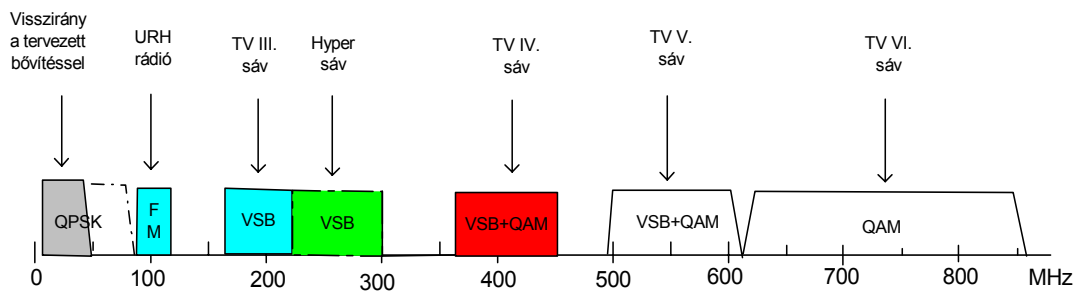
Nem specifikált bitsebességű (undefined bit rate, UBR) A maximális átviteli sebesség adott, de nem garantált. Az átviteli rendszer még szabad erőforrásainak számítására használható. Az olyan paraméterek, mint pl. a jitter, vagy látencia nincsenek figyelembe véve.

Rendelkezésre álló bitsebességű (available bit rate, ABR). A más szolgáltatás-minőségi osztályba be nem sorolt szolgáltatások számára marad. A különböző modulációs eljárások különböző igényeket támasztanak az átvivő rendszerrel szemben.

Az a modulációs eljárás, ami a KTV rendszerekben a digitális jelek továbbítására alkalmas, megkövetel egy, a céltól függő, elérendő adatsebességet. Ezt pedig egy a csatornában megvalósítható vivőfrekvenciás jel-zaj viszony (C/N) mellett kell elérni, egy adott sáv szélességben. A bithiba-arány (BER) legfeljebb 2×10^{-4} lehet, mivel a hibajavítás az ennél rosszabb értékeket rendszerint nem tudja korrigálni. A nagy adatátviteli sebesség nagy C/N-et követel meg, ahol ez nem valósítható meg, ott robusztusabb modulációs eljárásokat kell alkalmazni, melyek lehetővé teszik az átvitelt a zavarok szempontjából különösen kritikus (pl. a visszirányú) frekvenciasávokban is.

Kábelmodemek és kábeltelefónia

Azért, hogy a KTV hálózaton telefonálni és adatokat lehessen átvinni, kétirányú jelátvitelt, tehát a főirányon kívül megfelelő visszirányú csatornát és átviteli kapacitást (sávszélességet) is kell biztosítani. Amennyiben ezek az előfeltételek nem adóttak, a hálózatot megfelelően fel kell javítani. Egy 862 MHz-ig kibővített rendszer frekvenciaterve a 2.ábrán látható. A mai hálózatokban rendszerint az 5-30 MHz-es tartomány áll a visszirány rendelkezésére. Ahhoz azonban, hogy a jövőben várható kapacitás-igényeket is ki lehessen elégíteni, a visszirány sávszélességét legalább 65 MHz-ig ki kellene terjeszteni, ami azt jelentené, hogy az I. TV sávot (47-68 MHz) nem lehet tovább TV-műsorok továbbítására használni. Tehát az itt még működő csatornák áthelyezéséről kell - megfelelő egyeztetések után - gondoskodni.



6.3.2 ábra. A korszerű KTV hálózatok frekvenciaterve

6.3.1. A kábelmodemek alkalmazása

A kábelmodemeket a kétirányú jelátvitelre alkalmas KTV rendszerekben pont-sokpont közti gyors átvitelre és helyi hálózatok összekötésére (LAN-LAN) lehet felhasználni, duplex üzemmódban. Ma a leggyakoribb alkalmazásuk a gyors Internet-hozzáférés biztosítása a KTV hálózatok előfizetőinek. A kábelmodemek koaxiális kábelekre épült hálózatokban éppúgy alkalmazhatók, mint a korszerű HFC hálózatokban.

A KTV-hálózaton létesített teljes adatátviteli rendszer az alábbi főbb elemekből áll:

- Kábelmodem
- csomóponti adó-vevő
- csomóponti adatvezérlő (speciális kábelmodem, interfésszel a bridge-ek, routerek és switch-ek felé)

Előfizetői oldalon a kábelmodem RF csatlakozóval és Ethernet-interfésszel rendelkezik (IEEE 802.3), ide tipikusan egy munkaállomást, de néha hub-on keresztül több PC-t is lehet csatlakoztatni. Az adatsebesség 6 MHz csatornánként akár 30 Mb/s-ig is terjedhet a főirányban és 10 Mb/s-ig a visszirányban.

A KTV-hálózatban rendelkezésre álló sáv szélességtől függően több 6 MHz-es csatornát is lehet párhuzamosan működtetni és ezeket az Ethernet-irányelvek és szabványok szerint összekapcsolni. A legtöbb kábelmodem az SNMP szabvány szerint egy hálózat-menedzselő rendszerbe is bekapcsolható.

A csomóponti adó/vevő (node transceiver) olyan frekvenciaáttevő, amely a visszirányból vett adatokat a fejállomáson, vagy az elosztó központban a főirányba „fordítja át”. Nagy üzembiztonság érdekében ezt a frekvenciaáttevőt gyakran kiegészítik tartalék egységgel és automatikus átkapcsolóval.

A csomóponti adatvezérlő (node data controller) képezi a kapcsolatot a KTV-hálózat és a távközlési hálózat között. Műszakilag ez az egység tulajdonképpen egy kábelmodem, járulékos tulajdonságokkal, pl. egy router-re való kapcsolás lehetőségével.

A csomóponti adó/vevő az KF-jel feldolgozásával szétválasztja a fő- és a visszirányú jeleket és azokat alapsávi jellé konvertálja. A csomóponti remodulátor egyúttal korrigálja is a jelek időzítését, eltávolítja a zavaró jeleket a visszirányból és regenerált kimenőjelet produkál definiált jelszinttel a fejállomáson. A csomóponti regenerátor ott szükséges, ahol a visszirányú sávban nagyon erős zavarójelek vannak.

6.3.2. Kábeltelefónia.

A nyilvános, kapcsolt távbeszélő szolgáltatás liberalizációja a KTV-szolgáltatók előtt új lehetőségeket nyit meg. Ha ezt gazdaságilag bírják, reményük lehet az alaptervekenységük kiegészítésére és korlátozás nélküli távközlési szolgáltatóvá előrelépni. A kábeltelefónia azonban jelentősen megnövelt követelményeket támaszt az infrastruktúrával szemben.

A kábeltelefóniát rendszertechnikailag két eltérő módon lehet megvalósítani: IP-alapon vagy a kapcsolt hálózaton keresztül. Ma még ez utóbbi a gyakoribb, bár kétségtelen, hogy az IP az igazi megoldás, de ez költségesebb.

A kábeltelefon rendszer-architektúrájának fontos eleme az elosztópont , valamint az előfizetői koaxiális hálózatvégződés (NIU). Az elosztópontok képviselik az átmenetet kapcsolt- vagy bérelt vonalon keresztül a távközlési rendszer és a HFC között. Ebben a következő funkciók valósulnak meg:

- a beszéd- és adatjelek modulációja/demodulációja,
- az előfizetői jelzések feldolgozása és átalakítása,
- az adat- és beszédforgalom koncentrációja (V. 5.2)
- interfész a kapcsolt- és a bérelt vonalas hálózatok között,
- interfész a hálózat-menedzselés felé.

Az NIU realizálja az átmenetet a HFC hálózatból az előfizető felé. Ennek fontosabb funkciói a következők:

- beszéd- és adatjelek modulációja/demodulációja,
- a bithiba-arány mérése és figyelése,
- visszahurkolás, hibabehatárolás céljából,
- a koaxiális RF-interfész átfűzése további végberendezések (pl. TV-készülék) csatlakoztatásához.

Mivel csak kivételes esetben fordul elő, hogy a távbeszélő kapcsolóközpont a fejállomás közvetlen közelében van, az elosztópont interfészeinek lehetővé kell tenniük, hogy ezek szabványos átviteli rendszereken (pl. PDH, SDH vagy ATM) a kapcsolóközpontokhoz csatlakozhassanak. Azért, hogy az új hálózatüzemeltetők a régi távközlési szolgáltatókkal konkurálhassanak, legalább azokéval megegyező szolgáltatási spektrumot kell, hogy kínáljanak. Ez azt jelenti, hogy a következő szolgáltatásokra kell felkészülni:

- POTS (analóg alapszolgáltatás), hálózat-kimaradás esetén is
- ISDN alaphozzáférés
- ISDN primermultiplex csatlakozás
- bérelt vonali szolgáltatás $n \times 64$ kb/s-al (V.11, X.21) és/vagy 2 Mb/s (G.703/G.704 szinkron).

Az előfizetőnkénti műszaki költségek minimalizálása érdekében előnyös, a NIU számára POTS- és ISDN/bérelt vonali lehetőségeket nyújtani. Fontos szempont a hálózat üzemképessége áramkimaradás esetén. Mivel sok meglévő KTV hálózat nem teszi lehetővé a NIU távtáplálását, ezeket többnyire a helyi váltóáramú hálózatból kell táplálni. Áramkimaradáskor így nem lehet telefonálni. Ezért telepes

szükség-üzemet kell biztosítani, tehát szükség van olyan NIU variánsra is, amelyik alkalmas erre.

6.3.3. Hálózat-menedzselés

Az új szolgáltatások jelentősen magasabb követelményeket támasztanak a KTV infrastruktúra megbízhatósága és teljesítőképessége felé, mint a tisztán elosztóhálózatok esetében. Ahhoz, hogy pl. a telefonszolgáltatási követelményeket teljesíteni lehessen, a KTV hálózatüzemeltetőnek sokkal alaposabb ismerete kell hogy legyen a hálózata állapotáról, mint az eddig szokásos volt.

Ez azt jelenti, hogy a megnövekedett hálózati követelményeknek megfelelően egy olyan hálózat-menedzselő rendszert is ki kell építeni, amely a következő főbb funkciókat látja el:

- lehetőleg valamennyi hálózati elem felügyelete,
- hiba esetén automatikus átkapcsolás a tartalék-rendszerre,
- mindezek jól áttekinthető és a karbantartást segítő formájú, grafikus megjelenítése.

Az elemkezelő-rendszer sok különböző egységgel kommunikál a hálózatban, hogy kiértékelje a lekérdezett rendszer-információkat. Ilyen elemek lehetnek pl. az erősítők, passzív építőegységek, fejállomások, vagy éppen a kábelmodemek. Az elemkezelő a következőket vizsgálja:

- paraméterek, szintek, mérési értékek,
- riasztó jelzések
- a rendszer teljesítőképességének a figyelése,
- sávszélesség- és forgalom-menedzselés,
- rendszer-vizsgálatok,
- biztonság-menedzselés,
- spektrum analízis.

Az elemkezelő-rendszer egy magasabb szintű, "domain-menedzser" rendszer alatt dolgozik és az összes elemkezelő-rendszer által szolgáltatott információt fogja össze és jelzéseit szabványos interfészen (pl. Small Network Management Protokoll=**SNMP**) keresztül a felsőbb szintű hálózat-menedzser felé továbbítja. Egyúttal tömöríti is az elemkezelőkből származó óriási mennyiségű információt a

szerviz-menedzser számára. Itt futnak össze a hálózat-menedzselő és az ügyfél-menedzselő rendszerek információi.

6.3.4. Migráció a KTV-től az interaktív digitális hálózatiig

A szélessávú kábel-hálózat értékét közvetlenül befolyásolja, hogy milyen profit-termelő feladatokat tud ellátni. Ezért a beruházási döntések előtt a következő kérdések megválaszolása alapvető fontosságú:

- milyen a hálózat viszonya az Internethez,
- hogyan kezeli a visszirányú kommunikációt,
- milyen mértékű információ-biztonságot tud garantálni.

Míg kétségtelen, hogy a hálózatok határozzák meg a nyújtható szolgáltatások választékát, külön ki kell hangsúlyozni a set-top-boxok kulcs-szerepét a szolgáltatások elérhetőségének lehetőségében, biztonságában és kényelmében. A korszerű set-top-boxok tulajdonképpen hálózat-orientált cél-számítógépek, sokféle távközlési-, CA és média-interfészsel, fejlett, IP-centrikus operációs rendszerrel (pl. OpenTV, MediaHighway, Multimedia Home Platform), nagy memóriával és fejlett grafikai képességekkel. Fontos, hogy hatékonyan kezelje a visszirányú kommunikációt, és tegye lehetővé az egyszerű migrációt az újabb képességek felé. Mindezek mellett nagyon stabilnak és felhasználó-barátnak kell lennie. Tehát a set-top-boxok kritikusak a digitális szolgáltatások sikere szempontjából, de csak a hálózat egészével harmóniában képesek feladatukat maradéktalanul teljesíteni.

6.3.5. Összefoglalás.

A modern KTV hálózatok műszakilag nagyteljesítményű és egyidejűleg gazdaságos infrastruktúrát biztosítanak a szélessávú alkalmazások számára. A jövőbiztos hálózatok bővített frekvenciasávval és szélessávú vissziránnyal valamint sokoldalú fejállomással, és előfizetői végberendezésekkel rendelkezzenek a sok nagysebességű interaktív multimédia szolgáltatásnak az előfizetőkig történő biztosíthatósága érdekében. A bemutatott Internet- és kábeltelefon-szolgáltatások egy sor új, értéknövelő, pl. táv-szolgáltatás bevezetésének az előhírnökei.

A mai KTV hálózatok a liberalizálás után már teljes értékű adat- és beszéd-átviteli hálózatként működhetnek. Ez azt jelenti, hogy idővel a mai tisztán

műsorelosztó-hálózatokból "teljes szolgáltatású" (**FSN**) hálózatok lesznek. Természetesen ez megköveteli a modernizálásukat és kiegészítésüket újfajta építőelemekkel. Ez pedig már az interaktív digitális televízió korszaka lesz.

6.4. Telematikai terminálok

Szerző: Binder László

Lektor: dr. Kovács Ervin

6.4.1. A telematikai terminálok osztályozása

A szigorúan szakmai (műszaki, informatikai) fejezetek mellett a következő alfejezetben melyben a távközlési, illetve a távközlés útján igénybe vehető szolgáltatásoknak a végső felhasználója, az ember oldaláról közelítjük meg a kérdést. Indokoltnak tűnik ez a megközelítés, hiszen a szolgáltatások kifejlesztésében, az eszközök gyártásában, programok írásában érintettekkel és az üzemeltetőkkel szemben – akik e könyv várható olvasótáborának zömét teszik ki – összehasonlíthatatlanul nagyobb számban vannak az igénybevevők. (Elég arra hivatkozni, hogy a 10 milliós hazai lakosság több mint 4 millió földi vonalas és kb. ugyanannyi mobil telefonkészüléket használ, statisztikailag minden háztartásban van televízió.)

Felhasználói oldalon is különféle csoportok léteznek, ezek igényei, de a szolgáltatás használatára vonatkozó képességei is jelentősen különbözhetnek. Már a Távközlési törvény is kiemelten kezeli a hátrányos helyzetű felhasználókat és előírja, támogatja a részükre különösen alkalmas szolgáltatások biztosítását. Nem kell azonban ilyen messzire menni, elég csak az internettel szinte együtt felnövő fiatalokra és a – zömmel vidéken élő – minden technikai megoldástól visszariadó, azonban sok (az alkalmazás fejezetekben ismertetett) informatikai megoldás célcsoportját képező idősebb generációra gondolni.

A szakemberek – és a velük sok szempontból azonos igényeket támasztó Internet-használók – kiszolgálásánál zömében hagyományos számítástechnikai eszközök kapnak szerepet, ezen belül természetesen sok „hangolt”, optimalizált megoldással. Kritikus szempontként merülnek fel itt is az ergonómiai adottságok, melyekre később visszatérünk.

E fejezetben javasoljuk a távközlési (telematikai) terminál szóra egy, a szó általános értelmezésétől eltérő meghatározás használatát. Ezzel szándékosan korlátozzuk (vagy kiszélesítjük?) a szó jelentését azokra az eszközökre és azokhoz kapcsolódó software-re, melyek lehetővé teszik, hogy a felhasználó ember távközlésen keresztül vegyen igénybe szolgáltatásokat. Ezek az eszközök igen fontosak, hiszen ezeken keresztül lehetséges a az új szolgáltatások kényelmes, mindennapos használata a nagyközönség részére, ezáltal azok elterjedésének kulcs-elemei.

Ez a fejezet részletesebben azokkal a készülékekkel foglalkozik, melyek a felhasználóknak nyújtott szolgáltatások ember-technika érintkezési felületét biztosítják. Mivel már ma is megszámlálhatatlan különböző alkalmazás létezik, és ezek napról-napra szaporodnak, zárt kategóriákat igen nehéz kialakítani. Némi támpontot adhatnak azonban azok az ergonómiai alapok, amelyek az ember – általában hivatkozott adaptációs, fejlődési képességei ellenére – hosszú távon változatlanok.

1. Az ember-technika interface két iránya közül a percepció, érzékelési, „kimeneti”, vagy másként a technikától a felhasználó felé irányuló oldalán általában a látási és hallási képességek a döntőek.

Látási, képi oldalon – természetesen az alkalmazástól, szolgáltatástól függően – szerepe lehet:

- A teljes képméretnek, láthatósági szögnek, fényerőnek, kontrasztnak,
- A képfelbontásnak mind élesség, mind szín-mélység tekintetében,
- A képi információ „érvényességi”, rögzítési igényének („hard copy”).

Hang-információk közvetítésénél látszólag kevesebb szempont van, ilyenek:

- Hang-minőség (frekvencia-átvitel, dinamika),
- Mono-stereo minőség,
- Beszédnél a nyelv(ek),
- Folyamatosság, átviteli késleltetés.

Különleges igényként léphet fel pl. vakok részére biztosított szöveg-kimenet, akár taktilis (Braille-írás kijelző érintő-pad) akár felolvasó program útján.

Bemeneti, azaz ember-technika irányú kapcsolatnál ugyancsak az emberi adottságok dominálnak. A hagyományos kezelőszerveken, billentyűzeten, de akár

érintő-képernyőn történő adat-, jel-bevitel eszközeinek méretét, a bevitel fizikai jellemzőit (mozgások, erők, sebesség) meghatározzák az emberi kéz méretei, (esetenként felhasználói típustól is függő!) adottságai. Különösen helyhez kötött eszközöknél van jelentősége az elérés módjának (távvezérlő). A különlegesség kategóriából már átkerült a mindennapokba a hang-, beszéd-felismerésen alapuló információ-bevitel (pl. mobiltelefonoknál hívásvezérlésre). Ma még csak speciális (elsősorban katonai) alkalmazásokban használják, de könnyen lehet, hogy még e könyv – egyébként várhatóan gyors – elavulása előtt elterjedhet a szem-mozgást érzékelő vagy a bioáramok alapján történő adat- és vezérlés-átvitel.

A telematikai terminálok az általános használatú informatikai-távközlési eszközökhöz képest további alkalmazás-orientált és biztonságtechnikai megfontolásokból szükséges érintkezési felületekkel is rendelkeznek. Ilyenek a mágnes-kártya vagy chip-kártya olvasó-írók, vonalkód-olvasók, scannerek, bizonylat-, vagy jegy-nyomtatók, video-, audio-csatlakozások stb.

2. A másik osztályozási, vizsgálati szempont a felhasználás helye, jellege szerint csoportosíthatja a terminálokat. Alapvetően megkülönböztethetők a helyhez kötött, ezen belül egyéni vagy egyidejűleg több személy részére használható eszközök a mobil eszközöktől. Itt ismét ergonómiai alapokon nyugodhat a kialakítás. Míg a helyhez kötött (esetleg mozgatható, néhai Kolos Richárd professzor által hurcolhatónak nevezett de hordozhatóként forgalmazott) eszközöknél döntő a kép-hang maximális reális (érezhető, élvezhető) igényeknek megfelelő kielégítése, a valóban mobil eszközöknél (mobil-telefon, PDA) a még olvasható, érthető szint elfogadható (bár természetesen az egyes eszközök versenyképességében az ennél jobb teljesítmény érezhető), ha párosul a méretben, súlyban a mindennapi használat által kijelölt feltételeknek. Ezek nem feltétlenül minimális méretet, súlyt jelentenek, mert pl. az emberi ujj mérete által meghatározott, még biztonsággal kezelhető billentyűzet behatárolja az egyébként technikailag folytatható miniatürizálást.

3. Végül az embertől függ – bár nem anatómiai méretek, funkcionalitások, hanem a viszonylag gyorsabban változó tudati adottságok oldalán – azon alkalmazások köre és azokhoz igényelt eszközök (beleértve nemcsak a berendezést, hanem a software-t és távközlési technológiát is), amelyek használatát objektív és szubjektív alapon is igényli. Mivel minden új technika használata ráfordításokkal jár

(egyrészt pénzügyi, azaz a szolgáltató részéről beruházás, az igénybevevőnél vagy használati költség, másrészt mindkét oldalon betanulási idő és munka), szükséges, figyelembe kell venni az alkalmazás (más oldalról nézve szolgáltatás) járulékos költségeit, és ezt kell összevetni a biztosított előnyökkel. Ez utóbbiak sokszor nehezen számszerűsíthetők, mérhetők (pl. mobil-telefonnál az elérhetőség vagy a segélyhívás kívánt TV-film és a rendelkezésre álló szabad idő „összehozása”). Mindezekre még ráépül az, hogy – és ez nem távközlés-specifikus – hogy már a XX. században sem, ma sem az igények generálják a megoldásokat lehetősége, információs kioszknál az eseményekről való könnyű tájékozódás, egy megnézni, hanem a technika lehetőségeit kihasználva a marketing generálja az igényeket. Ezért a fejezet tárgykörét alkotó eszközök konkrét megjelenései (formában és időben) sokszor legalább annyira függenek a fejlesztő-gyártó cégek érdekeitől, mint a fent jelzett technikai és humán adottságoktól.

6.4.2. Példák

Annak érdekében, hogy a műszaki könyvben szokatlan fenti eszmefuttatást konkretizáljuk, alábbiakban néhány példát ismertetünk. Ezek kiválasztása nem véletlenszerű. A szándék arra irányul, hogy az élet jelentősen különböző területein már jól behatárolhatóan megjelenő igényeket kielégítő, akár tipikusnak is tekinthető megoldásokat és ahhoz kapcsolódó eszközöket mutassunk be. Ugyanakkor a fentiekben csak érintőlegesen szereplő kategorizálásban (melyet azért nem érdemes részletesen kifejteni, mert a felmérhetetlen számú szempont közül szinte lehetetlen kiemelkedőket meghatározni) ezek az eszközök viszonylag jól elhatárolhatók egymástól.

Az első példa jellegzetesen „nagyközönségi” vagy „házi” használatú eszközt ismertet, mely helyhez kötött jellegű, ugyanakkor magas minőségi igényeket hivatott kiszolgálni. Itt a képminőség a legújabb („nagyfelbontású” jelzésű) TV-minőségű, természetesen mozgóképes video-szabványt, a hangminőség a sztereo, többnyelvűséget ajánló megoldást célozza meg.

A második példa az információs társadalom több előirányzott szolgáltatásának keretében érint széles felhasználói rétegeket, ugyanakkor minőségileg új adminisztratív, oktatási, informálási, pénzügyi szolgáltatások olyan bevezetését teszi

lehetővé, mely nem igényli nagy létszámú, speciális, de legalábbis magas-szintű képzettséggel bíró személyzet beállítását. A szolgáltatók közvetlen üzleti érdekeit kombinálja a közigazgatás érdekeivel, de biztosítja a felhasználók részére is az egyéni előnyöket (több, jobb információ és szolgáltatás gyorsabb, egyszerűbb, pénz- és időráfordításban takarékos elérése).

Végül a harmadik példa ma az üzletember, holnap a diák és háziasszony mindennapi használati eszközeit (és ami fontos, az azokon végzett műveleteket) hatékonyabbá tevő mobil, papírintésen helyettesítő „személyi asszisztens”.

A bevezetőben azt jeleztük, hogy a fejezet nem kíván foglalkozni a tipikus Internet-felhasználókkal, mert az őket kiszolgáló terminálok alapvetően „normál”, vagy kissé kihegyezett PC-k. Meg kell azonban említeni, hogy mindhárom példánk természetesen magában hordozza az „internetezés” lehetőségét, hiszen e nélkül ma telematikai terminál sem létezhet.

A következőkben ismertetett példák magukon hordhatják egyes gyártók bizonyos berendezéseinek jegyeit (mivel elméleti terminálok nem léteznek), de nem az a cél, hogy ezeket szabványként vagy hivatkozási alapként jelenítsük meg. A felsorolt eszközöket és alkalmazásokat sem részletezzük, mivel más fejezetek ezt mélységében megteszik, a cél az eszköz, az alkalmazás és a felhasználó közötti kapcsolat bemutatása.

6.4.2.1. Integrált házi multimédia terminál.

A mai háztartásban legalább egy rádió és TV vevőkészüléket, esetleg hi-fi-t is találunk, a számítógépek még csak most kezdenek felkerülni a listára. Ugyanakkor szinte egyidejűleg jelentkezik az igény a kábel- vagy műholdas TV program-forrásra és az Internetre. Különböző megoldásokat ajánlanak már ma, vagy a közeljövőre. Ezek kombinált terminálokat fognak igényelni minden esetben, de azok jellemzői különböznek a megkívánt funkciók és a helyi adottságok függvényében. Vizsgáljuk meg a lehetőségeket a befolyásoló tényezőkkel együtt:

a.) Önálló audio-vizális központ és számítógép (vagy Internet terminál). Ez a megoldás ott használható, ahol a két készülék egyidejű használata megoldható (független helyiségek) és szükséges (családtagok eltérő használati igényei). Még ilyen esetekben is a kombinált távközlési terminált fognak használni, mert a közös (kábel vagy műhold) kapcsolat hatékonyabb lesz mint a független telefon és

vevőkészülék megoldás, mégpedig nemcsak költség, de teljesítmény szempontból is. Ez esetben egy csatlakoztató egység (hub) látja el a külön végkészülékek kiszolgálását.

b.) Integrált Internet funkciót is biztosító televíziós készülék. A konfiguráció hasonlít egy dekódoló set-top box-al kiegészített hagyományos televíziós készülékhez, de ez a kiegészítés komplett terminál-funkciót biztosít. Az architektúra természetesen PC-re épül és tartalmaz minden elemet, mely a hagyományos TV-video környezethez tartozik (azaz mono- vagy stereo hangos TV készüléket, video-felvevő-lejátszót, DVD lejátszót, műholdas vevőt, szükség esetén antenna vezérlővel) de ugyanúgy az interaktív Internet szolgáltatások (keresés, letöltés, levelezés stb.) végkészülékét is. Mivel a szolgáltatásokat PC vezérli, a hagyományosakat meghaladó lehetőségeket is biztosít. Néhány példa: a video-felvevő nem mágnesszalagot, hanem a számítógép nagy kapacitású merevlemez tárárt használja, ezáltal a keresés, visszajátszás szinte idővesztés nélkül történhet. A programozás gomb-nyomogatásos menükezelés helyett a képernyőn megjelenő szöveges útmutatással támogatott, az alfa-numerikus billentyűzet használatával gyors és közvetlen. Másrészt az Internetes szörfözés nagy sávszélességű csatornákon történik, a várakozási és letöltési idők (ezzel együtt a kapcsolt telefon-vonali költségek és a telefont használni kívánó családtagokkal való konfliktusok) lecsökkennek. A hagyományos funkciók minőségjavulása mellett teljesen újak is jelentkeznek, mint a VOD (video on demand) vagy a fizető TV, ráadásul úgy, hogy a letöltött programot/műsort kívánság szerinti időpontban lehet megnézni (és fizetni csak a tényleges megtekintésért kell, nem a letöltésért, ha később „eldobták” nézetlenül). A digitális TV műsorsugárzás jellemzői, (mint például többnyelvű hang) automatikussá válnak. Látható, hogy ez a terminál, - bár jelen pillanatban nem olcsó – nagyon elterjedt lesz. Egy már létező összeállítás látható az ábrán. Megfigyelhető, hogy kinézésre nem különbözik egy manapság általános videó-berendezéstől. (A billentyűzet a gyakori Internet-használónak szól, azonban a „kihajtható” távirányítóba beépítve is van egy, mellyel a fent említett egyéb funkciók elláthatók).



6.4.1. ábra

Egy tipikus házi telematikai terminál adatlapja:

TV készülék min. 69cm, 9/16 formátum

100 HZ lapos katódsugárcsöves vagy TFT/plazma képernyő

NICAM stereo hang

2*SCART + audio/video RCA csatlakozás

240 V hálózati feszültség

Set-top box PC vezérlés

Windows vagy Linux operációs rendszer

rezidens alkalmazói software

128 MB RAM

min 20 GB, tipikusan 40 GB merevlemez tárolás

DVD lejátszó

chip-kártyás felhasználói azonosító

infravörös (vagy Bluetooth) csatlakozású billentyűzet (normál és miniatűr)

Távközlési csatlakozó aszimmetrikus csatornához

ISDN (min 128 kbps) vagy

ADSL (min 400 kbps vevő és 24 kbps adóirányú) földi vagy

szélessávú műholdas (2-8 Mbps vevő- és 38 kbps adóirányú)

6.4.2.2. Nagyközösségi információs terminál.

A házi terminállal ellentétben a nagyközösségi információs terminál a többfunkciós szolgáltatás-tartalmat robusztus felépítéssel kompakt, zárt szerkezettel és különösen leegyszerűsített kezeléssel egyesíti. Tipikus felhasználója nem professzionális, számítástechnikailag képzetlen személy, akinek nyilvános vagy olyan hivatalos szolgáltatásokra van szüksége, mint önkormányzati adminisztráció, turistautazási információ stb., ugyanakkor nem igényli a személyes érintkezést (megbeszélést) a hivatal képviselőjével. Fontos, hogy a terminál egyaránt biztosítsa a hozzáférést nyilvános és ingyenes információkhoz, valamint térítés ellenében nyújtott szolgáltatásokhoz. Ezért a terminált banki (bankkártya) hálózathoz kell kapcsolni, vagy lehetővé kell tenni helyi fizetést készpénzzel vagy pl. elektronikus pénztárcával (chip-kártya). Képességei így fedhetik a jegy-eladást, mobil-telefon előfizetést, de (villany-, gáz-) számlabefizetést, vagy pénzáttalálást igénylő műveleteket is. Ezek a kiosk-nak is nevezett terminálok annyiban térnek el a hagyományos bankjegykiadó automatáktól (ATM), hogy nincs bankjegytároló-kiadó mechanizmusuk (vagy csak méretben és funkcionálisan limitált van), így gyártási és beépítési költségük sokkal alacsonyabb, ezáltal alkalmazásuk gazdaságosabb mind az üzemeltető, mind a felhasználó számára.

A leírt felhasználási terület miatt a berendezésnek egyidejűleg kell egyszerű és ellenálló felépítésűnek lenni, működésük pedig a számítógéphez nem szokottak részére is gyorsan megérthető, megtanulható, gyakorolható kell, hogy legyen. Ezért általában érintő-felületes megjelenítővel, kártyaolvasóval vannak felszerelve, kiegészítve (többnyire csak numerikus) billentyűzettel és nyomtatóval.



6.4.2. ábra. Nyilvános multimédia terminál

Tipikus információs kiosk adatlap:

Méret és súly	1700*600*500 mm	100 kg
Hálózati tápellátás	240 V AC 600 W megszakítás nélküli táp min. 15 percre	
Megjelenítő	12"-14" LCD, min. 16 bit színmélység, VGA/SVGA felbontás Érintő-képernyő min. 4000*4000 pont felbontással anti-vandál üvegezés	
Billentyűzet	numerikus (alfanumerikus) anti-vandál fém kivitel DES biztonsági kódolás	
Kártya olvasó	mágnescsík olvasás opcionálisan chip-kártya olvasás	
Nyomtató	bizonylat-nyomtató (termál, 40 karakter-sor, 8pont/mm) A4 nyomtató (termál vagy normál-papíros, min. 300*600 dpi opcionális scanner funkció az A4 nyomtatóhoz	
Audio/video	opcionális telefon)Internet vagy ISDN opcionális kamera és video-konferencia lehetőség opcionális stereo multimédia	
Számítógép	PC Pentium III, HDD, CD-ROM Windows, Linux	

Alkalmazói software (csak néhány tipikus kiemelt példa): Internet szörfözés dokumentum letöltés/beolvasás adatbázis-lekérdezés interaktív információs rendszer valós idejű helyfoglalás/jegyvásárlás

6.4.2.3. Integrált mobil személyi terminál

Mintegy 15 évvel ezelőtt az Amerikába látogató európai üzletembert sokkolta a mobiltelefonok elterjedt használata nyilvános helyeken. Tíz éve státuszszimbólumnak számított Európában ilyenekkel rendelkezni, öt éve a szülők kezdték a gyerekeikre „akasztani”, hogy mindig elérhetőek legyenek és ma sok országban számuk meghaladja a hagyományos vezetékes készülékekét. Nem feltűnő (kivéve egyes helyeket és alkalmakat) ha valaki mobiltelefont tart a füléhez vagy beszél bele (hacsak nem kiabálva).

Mintegy tizenöt éve megjelentek az első valóban használható hordozható (laptop) számítógépek, elérhetővé téve az üzletemberek adatait, bárhova mentek is. Tíz éve feltűntek a „pentop” számítógépek, melyek megszabadulva a billentyűzettől a képernyő felületét használták bemeneti eszközként. Öt éve a mobil telefonok és manager kalkulátorok kombinációi megkísérelték kiszorítani a notebook számítógépeket és a papír-alapú noteszeket, de még mindig nem foglalták el a helyüket. A felsorolt eszközök egyesítésének eredményeként jött létre a PDA „digitális személyi asszisztens” kategória. Ma azt tapasztaljuk, hogy elérik a mobiltelefonok tíz év előtti alkalmazási szintjét, azaz már nemcsak amerikai üzletemberek, hanem a mindennapok emberei is élnek velük. Annyira, hogy függővé válnak tőlük, mint a mobiltelefontól.

Mit kínálnak ezek a kis eszközök, ami ezt elérhetővé teszi?



Először is kiváltak néhány hagyományos eszközt (pl. noteszt), mégpedig igen „divatosan”, ahogy a mobiltelefonok tették bevezetési időszakukban: presztízst kölcsönzött a viszonylag drága holmi birtoklása és esetenkénti használata. Az idő elteltével a kis készülékben felhalmozódott adatok létfontosságúvá váltak, mivel azok más tárolóeszközre való áttöltése nem egyszerű és gyors. Ezzel egyidejűleg a gyártók (valamint az alkalmazás-fejlesztő hardware és software készítő partnereik) felismerték, hogy bizonyos kiegészítők szükségesek, melyek tovább bővítik az eredeti felhasználási területet. A pozitív visszacsatolás hatására ma ezek az eszközök már

- megfizethetőek
- széles körben használhatóak
- könnyen megszokhatóak
- és többé nem státusz-szimbólumok, hanem hasznos szerszámok.

A megjelenő ipari szabvány(ok) és ebből adódóan a kiegészítők tömege a „fém-notesz”-ből valós távközlési terminált is kialakított anélkül, hogy annak állandóan egy hálózathoz kapcsolva kelljen működni. Éppen a legkülönbözőbb kommunikációs csatornákhöz (infravörös, Bluetooth, hagyományos telefon-dugalj, GSM vagy éppen műhold) való kapcsolhatóság teszi azokat mobil, szinte univerzális terminállá és szinte univerzális személyi asszisztenssé egyidejűleg (azaz az elnevezés most lesz tényleg igaz). Ebből kifolyólag a korábban visszahúzódó felhasználó is függővé válik, és talán – mint ahogy az főleg a német nyelvterületen a mobil telefontal történt, hogy önálló, új nevet kapott „handy” – a kicsit bonyolult PDA rövidítés „palmobil”-lá változik.

Tipikus integrált mobil terminál adatlapja:

Méret és súly	110*80*15 mm 110-140 gr
Kijelző	fekete-fehér vagy 16 bit színmélység, világított 50-60*50-60 mm
Tároló	4-8 MB RAM, 2-4 MB ROM
Operációs rendszer	PALM-OS®, Windows CE®
Kapcsolat	infravörös, Bluetooth, soros, USB
Kiegészítők (csak funkcionális példák):	kommunikációs készlet (modem, GSM) kiegészítő és háttér-tároló billentyűzet
Alap-alkalmazások	cím/telefon jegyzék tennivaló-lista feljegyzések pénztárkönyv számológép e-mail
Opcionális alkalmazások (több százból kiragadott példák)	szövegfeldolgozás táblakezelés navigáció (GPS) telefon-kapcsolat (automatikus tárcsázás stb.) SMS, WAP Internet böngésző e-könyv (letölthető elektronikus irodalom) fénykép, video felvétel és megnézés

Összefoglalás:

A telematikai terminálok elkerülhetetlenül megjelennek minden olyan területen, ahol az ember, a sokrétű szolgáltatások végső felhasználója a szolgáltatóhoz kapcsolódik, mégpedig a felhasználás helyétől (lakás, nyilvános hely, iroda) és módjától (fix vagy mobil), de magának a szolgáltatásnak mibenlététől is, függetlenül. Az eszközök – bár többségükben PC alapúak – nagyon különbözőek lehetnek, de jellemzőjük, hogy használatuk nem igényel mély szakmai ismereteket. Ez annak ellenére fontos, hogy a számítógépeket ismerők száma gyarapodik. A telematikai terminálokat megkülönbözteti az is, hogy általában alkalmazás-orientáltak, és kevésbé technológia függőek annak ellenére, hogy felépítésüknek és programjaiknak hála többségük egyidejűleg többféle alkalmazáshoz való hozzáférést is lehetővé tesz.

A meghatározás tehát megkísérli ezeket a telematikai terminálokat elhatárolni a természetesen hálózati környezetben végberendezésként használt nagytömegű számítógépes eszköztől éppúgy mint azok hardware és software elemeitől (pl. modem), melyek a helyi eszközöket a távoli szerverekhez kapcsolják, de nincsenek közvetlenül kapcsolatban a végfelhasználó emberrel.

6.5. Üzleti szolgáltatások, telekereskedelem

Szerzők: dr. Bakonyi Péter, Ercsényi András

Lektor: dr. Takács György

6.5.1. Fogalmi meghatározások

Az új kommunikációs lehetőségek – új szolgáltatások és új termékek formájában – a közigazgatás, az oktatás, a kultúra és az élet egyéb területein is megjelennek. Az egész folyamat elsőként az Egyesült Államokban indult el, mára azonban szinte mindenhol megtalálható: így az Európai Unió országaiban is komoly jelentősége van az “elektronikus kereskedelem”-ként nevezett gazdasági rendszernek.

Magyarországon az Egységes Hírközlési Törvényben² is szerepel az “elektronikus kereskedelem” munkadefiníciója. Eszerint az elektronikus kereskedelem az üzleti tevékenység olyan fajta lebonyolítását jelenti, amely különböző típusú adatok – mint szöveg, kép, hang – elektronikus feldolgozásán és átvitelén alapul. A definíció szerint az elektronikus kereskedelem magában foglalja például

- áruk és szolgáltatások elektronikus forgalmazását,
- elektronikus pénz elektronikus átutalását,
- elektronikus fuvarlevél kiállítását,
- kereskedelmi árverések elektronikus lebonyolítását,
- közbeszerzés elektronikus megvalósítását,
- elektronikus ügyfélszolgálati tevékenységet és
- még sok egyéb, itt fel nem sorolt akciót is.

Ez a megfogalmazás azonban túlságosan általános, mivel ilyen alapon elektronikus kereskedelemnek nevezhető az Interneten keresztüli üzletvitel, a tv-műsorszórással (teletext-tel) megvalósított teleshopping, a CD-ROM-ra alapozott ún. katalógus alapú értékesítés is.

Ma már egyre elfogadottabb az elektronikus kereskedelemnek az a definíciója, mely szerint az elektronikus kereskedelem az üzleti tevékenység elektronikus feldolgozáson és átvitelen alapuló lebonyolítása, ahol azonban a World Wide Web³ meghatározó szerepet játszik.

Egy másik, szintén használatos definíció szerint az elektronikus kereskedelem

- az üzleti tevékenység elektronikus úton történő végzésének lehetséges formája,
- a termékek piacra juttatásának új és hatékony módja,
- amelyben fontos szerepet játszik az ügyfél kapcsolatok elektronikus kezelése, a szolgáltatások és azok nyomon követése és
- amelyben a World Wide Web meghatározó szerepet játszik.

További értelmezések az alábbiak:

1. Az elektronikus kereskedelem az áruk és szolgáltatások vétele és eladása, amelyben a tranzakciók részben vagy egészben elektronikus médiumon történnek.

2. Az elektronikus kereskedelem lehetővé teszi, hogy két vagy több résztvevő között megvalósuljon áruk és termékek, szolgáltatások, tartalmak cseréje, pénzügyi műveletek lebonyolítása, elektronikus eszközök és technológiák felhasználásával.

Gyakran használják még az "e-business" fogalmát is. Ebben a kifejezésben a "business" tetszőleges tevékenységet jelent, ezért az e-business általánosabb fogalom, mint az elektronikus kereskedelem, azaz az e-commerce.

Fontos megjegyezni, hogy az "elektronikus" előtagú fogalmak – mint elektronikus kereskedelem, elektronikus közbeszerzés, elektronikus közjegyző, stb. – esetén ez a jelző arra vonatkozik, hogy valamilyen elektronikus közegen keresztül, hálózati jelleggel lehet összekapcsolódni. Másképpen ezt úgy is mondhatjuk, hogy az „e-“ jelleg távoli elérést feltételez. Az ilyen típusú kapcsolatokat azzal a görög tele-előtaggal is lehet jelezni, ami a „televízió” nevében is szerepel. Éppen ezért például az elektronikus kereskedelem helyett bátran lehet "telekereskedelmet" is használni.

² A Egységes Hírközlési Törvény a Magyar Köztársaság 2001/XL. számú törvénye, melyet 2001. júniusában fogadtak el.

³ A World Wide Web a világhálón található, egymásra hivatkozó dokumentumok összessége. Minden dokumentumnak egyedi neve van, amelyet URL-nek (egységes erőforrás-kereső, angolul Uniform Resource Locator) vagy egyszerűen csak Web-címnek neveznek.

Az anyag további részében – az egyszerűbb írás miatt – az “e-kereskedelem” kifejezést fogjuk alkalmazni.

6.5.2. Az e-kereskedelem területei

Az elektronikus kereskedelemnek ma több nagy területét különböztetjük meg. A legalapvetőbb – az elsőként kialakult – vállalkozások közötti üzleti tevékenység információs és kommunikációs technológiákon alapuló megoldása. Ezt - az amerikai terminológia szerint - “business to business” (B2B) ágazatnak nevezzük.

A kiskereskedelmi tevékenység, azaz a vállalkozás és a fogyasztó újszerű megoldási formája a “business to consumer”, rövidítve B2C.

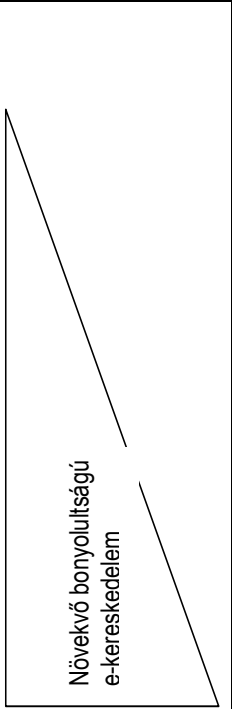
A vállalkozás és a közigazgatás között is kialakult egy elektronikus kereskedelmi ágazat, mely alapvetően információs szolgáltatást, -gyűjtést és ügyintézést jelent. Ez a “business to administration” (B2A).

Az állampolgár, mint ügyfél és a közigazgatás közötti infokommunikációs kapcsolatok egyre jelentősebbek lesznek. Ide tartozik például az elektronikus adóbevallás vagy az elektronikus kérvénybeadás. Ezt az ágazatot “consumer to administration” (C2A)-nak nevezzük.

Látható, hogy az elektronikus kereskedelem támogat(hat)ja a teljes üzleti folyamatot a követelmények kialakításától a marketing és az eladási folyamatokon át az ahhoz kapcsolódó szolgáltatások kérdésköréig. A következő fejezetben azt mutatjuk be, hogy az említett üzleti folyamat milyen egységekre, azaz fázisokra bontható.

Az elektronikus kereskedelemben résztvevőket képessé kell tenni az információ gyűjtésére, keresésére, az információk közötti eligazodásra (navigációra), azok szűrésére, továbbítására valamint a kereskedelmi szerződések és az elektronikus kereskedelemmel kapcsolatos egyéb objektumok kicserélésére, az elektronikus szolgáltatások igénybevételére.

6.5.3. Az e-kereskedelem osztályozása

1.Fázis Általános marketing	Prezentáció és marketing az Interneten. Statikus web oldalakon bemutatott információk termékekről és szolgáltatásokról.	
2.Fázis Speciális marketing	Prezentáció és marketing az Interneten. Dinamikus információk interaktív lehetőségekkel.	
3.Fázis Szerződés-kötés (vétel/eladás)	Prezentáció, marketing és értékesítés az Interneten. Interaktív képesség online rendelési lehetőséggel. A fizetési részletek (hitelkártya szám) átvihetők az Interneten. Tipikus példa: online vásárlás, online piac. Az online értékesítés nem foglalja magában a fizetési tranzakciót és az online szállítást-disztribúciót.	
4.Fázis Fizetés	Prezentáció, marketing és értékesítés az Interneten. Interaktív képesség online rendelési lehetőséggel. Interaktív képesség online rendelési lehetőséggel. Fizetési tranzakció az Interneten, Internet fizetési eszközök segítségével (például smartcard). Az online értékesítés magában foglalja a fizetési tranzakciót, de az online disztribúciót nem.	
5.Fázis Szállítás-elosztás	Prezentáció, marketing, értékesítés és szállítás-elosztás az Interneten. Interaktív képesség online rendelési lehetőséggel. Fizetési tranzakció az Interneten, Internet fizetési eszköz segítségével (például smartcard). Az online értékesítés magában foglalja a fizetési tranzakciót és az online szállítás disztribúciót is. Tipikus példa: szoftver elosztás.	

Az **első fázisban** az e-kereskedelemben részt vevő vállalatok már rendelkeznek Web megjelenéssel, de azokon csak alapvető információkat közölnek, azokat nem frissítik rendszeresen és az interaktív hozzáférés korlátozott. Legtöbb esetben a meglévő nyomtatványok – digitalizált formában kerülnek a honlapra.

A **második fázisban** az interaktív jelleg erősebb szerepet kap. Erre jó példa egy olyan értékesítési katalógus a Web-en, amelyben interaktívan lehet keresni. Ezt még kiegészítheti egy valós idejű hozzáférés a keresett termékek rendelkezésre állásáról.

A következő fejlettségi fok (**3. fázis**) a fentiekén túl lehetővé teszi az on-line rendelést. Fizetés történhet hitelkártyával az Interneten, szállításkor készpénzzel, vagy más módon.

A **negyedik fejlettségi fázisban** a Web oldal on-line fizetési módot ajánl (pl.e-cash), de még nem terjedt el igazán.

Végül az **ötödik fázisban** a tranzakciós folyamat teljes vertikuma on-line módon kerül végrehajtásra, a szállítást is beleértve, amely természetesen azt feltételezi hogy az "áru" digitális és könnyen átírható formában kell, hogy legyen. Tipikus példa: szoftver értékesítés.

6.5.4. Az e-kereskedelem helyzete Európában

Infrastruktúra mutatói az EU országokban

Az Egyesült Államokban az e-kereskedelemmel történő eladások 2000-ben közel 1 milliárd USD-t tettek ki. A többi fejlett országban az elektronikus kereskedelem jelenlegi részesedése a nemzeti össztermékből 1-2% körül mozog, az előrejelzések 2003-ra 6%-ot jósolnak. Az európai (gazdálkodó) szervezetek nagy része megfelelően felkészült az online gazdaságban való részvételre. A szervezetek 62%-a használ e-mailt és 66%-ának van Internet elérése. A fejlettebb IT megoldások, mint az intranet, már kevésbé elterjedtek (31%), de ezek gyors fejlődése szintén várható.

A lakossági oldalon az európai állampolgárok 44%-a rendelkezik otthoni PC-vel, de az online otthoni hozzáférés már nem mutat egységes képet. Vannak országok (Hollandia, Dánia), ahol ez a mutató 30% felett van, ugyanakkor Spanyolország 10% alatt van.

Európa legfejlettebb tíz országában (ez az EU populáció 90%-a) 48 millió e-mail felhasználó van.

Nem meglepő eredmény, hogy az EU lakosság 95%-a tud az Internetről, és 35 %-a azt már használta. A Skandináv országokban ez az arány 50% felett van. Az említett 10 EU országban 54 millió Internet felhasználó volt 1999. év végén és ez a szám 2001. év végéig 135 millióra fog nőni.

Az e-kereskedelem az EU országokban

A legnépszerűbb jelenleg használt e-kereskedelmi szolgáltatás a termékek és szolgáltatások értékesítésével kapcsolatos információk keresése (például utazási információk, szállodai helyfoglalás).

Online vásárlás, azaz termékek rendelése a weben postai szállítással vagy azonnali letöltéssel szintén eléggé elterjedt. A lakosság 14%-a tartozik az illet használók csoportjába. 2001. végére ez az arány várhatóan megduplázódik.

Az online banki szolgáltatások egy másik gyorsan fejlődő területet képeznek. 2001. év végére megháromszorozódik a banki online szolgáltatásokat igénybe vevők köre elérve a lakosság 20%-os arányát.

6.5.5. Az e-kereskedelem helyzete Magyarországon

Infrastruktúra mutatók

A hazai magánszektor tekintve a kép kedvező. A vállalatok 53 %-ának volt Internet elérése 2000. év közepén. 2001. év végére várható, hogy a nagyobb vállalatok 95%-a rendelkezni fog Internet eléréssel.

A tíz főnél többet foglalkoztató vállalatok mintegy fele rendelkezett saját web oldallal 2000. év végén. Ez a szám 2001. év folyamán tovább nő.

A lakossági mutatók már nem ilyen kedvezőek. A PC elterjedtség 1999.-ben a lakosságra vetítve 7.5 % volt. Ez a szám alacsonyabb, mint számos környező országé. Az ok az import számítógépek és alkatrészekre kivetett magas vámtarifa.

Egy hivatalos felmérés szerint a háztartások 10%-a rendelkezett PC-vel 1999. év végén. Ez abszolút számban 400.000 PC-t jelentett.

Az Internet elterjedtség szintén alacsonyabb több szomszédos országnál és jelenleg 8-9% körül van. A háztartások mintegy 3-4%-a rendelkezik Internet eléréssel. A lassú növekedés elsődleges oka az Internet használat magas költsége, amely Európában a legmagasabb.

E-kereskedelem

A B2B típusú e-kereskedelem relatíve jól fejlett és a bonyolított forgalom évről évre növekszik. A Carnation Consulting becslése szerint a B2B forgalom a 2000. évi 400 millió USD-ről 2002.-re 1.4 milliárdra növekszik

A B2C, azaz az egyéni fogyasztók e-kereskedelme még fejletlen. A forgalom 2000.-ben 570 ezer USD volt, ami a teljes kiskereskedelmi forgalom 0.1 %-a.

Azonban ez a terület is dinamikus növekedés előtt áll és várható, hogy a forgalom évente megduplázódik.

6.5.6. Az e-kereskedelem jogi háttere

Az e-kereskedelem számos problémát vet fel, melyek közül a jogi kérdések rendkívül fontosak és nagyon szerteágazóak. Az alábbi résztémák különösen érdekesek:

- elektronikus hitelesítés, azonosítás, titkosítás,
- általános szerződési feltételek az e-kereskedelem szempontjából,
- reklámjog,
- szerzői jog.

A felsoroltak közül részletesebben az elektronikus hitelesítéssel foglalkozunk.

Elektronikus hitelesítés, azonosítás, titkosítás

Az e-kereskedelem alkalmazásának egyik alappillére a résztvevő felek megfelelő és megbízható azonosítása. Nagyon gyakran elfelejtenek egy másik, legalább olyan fontos feltételt is; a felek közötti (kereskedelmi) üzenetek váltása olyan legyen, hogy annak tartalmát harmadik fél ne ismerhesse meg. Az első kérdéskör a hitelesítés-azonosítás, míg a másik a titkosítás területe.

A hitelesítés alapproblémája az, hogy a kommunikáló partner valóban az-e, akinek kiadja magát. Ez a probléma valós, hiszen az Interneten bárki képes elektronikus leveleket küldeni tetszőleges személy nevében, de ugyanígy egy – programozott – szerver is képes valamilyen vállalkozást illegálisan “megszemélyesíteni”.

A hitelesítés valójában azért jelent problémát, mert igen sok esetben a jogszabályi rendelkezések “írásbeliséget” követelnek meg, az írásbeliség pedig – az okiratban foglaláson kívül – “aláírtságot” is igényel. Ezért tehát elektronikus szerződések illetve azok érvényessége, az elektronikus hitelesítés és az elektronikus aláírás a megoldandó feladatok.

Ma már nemcsak az Egyesült Államokban, de az EU tagországaiban és Magyarországon is jogszabályok szólnak erről a területről. A jogszabályi “irányelvek”

szerint⁴ elektronikus okirat egy olyan elektronikus irat, mely nyilatkozattételt vagy annak elfogadását tartalmazza elektronikus-szöveges formában és mint ilyen egy elektronikus dokumentum is egyben. Ugyanakkor az elektronikus dokumentum olyan, elektronikus eszköz útján érzékelhető adat, melyet elektronikus aláírással láttak el. Végül az elektronikus aláírás a dokumentumhoz csatolt olyan – vagy azzal egyértelmű kapcsolatban álló - adatszerkezet, amely alkalmas az aláíró egyértelmű azonosítására, továbbá annak kimutatására, hogy változtatást hajtottak-e végre az elektronikus dokumentum eredeti tartalmán.

Az alábbiakban az elektronikus aláírás technikai megoldásának hátterét mutatjuk be. A ma használatos elektronikus aláírás az ún. nyilvános kulcsú (RSA⁵) titkosításon alapul. Eszerint mindenkinek van egy titkosításra alkalmas kulcspárja. A kulcspárok természetesen összefüggenek – készítésük nem egyszerű feladat; az igen nagy prímszámokon alapuló matematikai apparátust igényel. A kulcspár egyik tagját a nagy nyilvánosság számára elérhető helyen tároljuk⁶ – ez az ún. nyilvános-kulcs -, míg a másikat biztonságos helyen kell tartani (titkoskulcs). Az ún. RSA algoritmussal és bármely kulcs használatával titkosíthatunk egy tetszőleges szöveget, ugyanakkor az így titkosított szöveget csak a másik kulcs használatával tudjuk visszafejteni.

Az elektronikus aláírás készítéséhez egy másik technikai eszköz is szükséges; ez a hash-készítő. Ez azt jelenti, hogy bármely szöveghez egyértelmű hozzárendelhető számsorozat, amely 32 hexa számból áll. Ez a szöveg hash értéke⁷. Ha most ezt a hash-kódot titkosítjuk a titkoskulcsunkkal, akkor “aláírtuk” a dokumentumot. Az aláírás generálást az alábbi képlettel is kifejezhetjük:

$$e\text{-sign} = \text{Priv} (\text{Hash}(\text{text}))$$

ahol a függvények a titkoskulcsú kódolást és a hash-képzést jelölik.

A fogadónak az üzenet vételekor az alábbiak szerint kell eljárnia:

⁴ A digitális aláírásról szóló 2001/XXXV. törvény 1. paragrafusa röviden definiálja az elektronikus dokumentum, elektronikus irat, stb. fogalmakat. Ezt használtuk fel mi is.

⁵ A rövidítés a három feltaláló nevének kezdőbetűit jelenti.

⁶ Például rányomtatjuk számformában a névjegykártyánkra, vagy éppen "felakasztjuk" valamilyen Internetes kulcstartó szerverre.

⁷ Elvileg “csak” 2^{128} különböző szövegnek van egyértelmű hash kódja. Ez azonban igen nagy darabszám, kb. 10^{39} , melyet még akkor sem tudnánk kihasználni, ha egész életünkben csak íránk.

1. kódolja vissza a hash kódot a küldő nyilvános kulcsával,
2. készítse ő is el az üzenet hash kódértékét - a mindenki által ismert hash-kódoló algoritmussal,
3. hasonlítsa össze a saját maga készítette hash-t a visszafejtett hash értékével.

Ha a kettő megegyezik, akkor biztos, hogy az üzenetet a küldő készítette, továbbá a vett üzenet megegyezik az eredetivel, azaz az aláírás nem hamis.

Egyébként üzenet tartalmát a küldő a címzett-partner nyilvános kulcsával titkosíthatja is. Így ezt csakis a címzett – a birtokában levő titkoskulccsal - képes visszafejteni. Ezzel a módszerrel egyben megoldottuk a címben jelzett titkosítást problémáját.

A magyar elektronikus aláírás törvény⁸ szerint több féle elektronikus aláírás van:

- egyszerű
- fokozott biztonságú
- minősített.

Az elsővel kapcsolatban csak az a kritérium, hogy az aláíró lehessen általa biztonságosan azonosítani. A fokozott biztonságú valójában az az aláírás, amit az előbb ismertettünk. A törvénytervezet szerint ehhez az szükséges még, hogy az aláírást kizárólag az aláíró által befolyásolt eszközzel lehessen létrehozni. A minősített aláírás olyan fokozott biztonságú aláírás, amelynek hitelesítése céljából minősített tanúsítványt adtak ki.

A tanúsítványkiadó hely – amire az előző mondat is hivatkozott – kulcsszerepet játszik a folyamatban. Ez egy olyan hatóság, mely minden ügyfél által elfogadott, megbízható harmadikként feltételekhez kötötten tanúsítványokat ad ki, amelyben egyértelműen összekapcsolja a kérelmező személy vagy szervezet polgári jellemzőit (például nevét, egyedi adatait) a számára elkészített, elektronikus adatokat tartalmazó elektronikus tanúsítvánnyal. A tanúsítvány kiadására definiált eljárásrendet szigorúan betartja, ugyanakkor gondoskodik a kapcsolatos nyilvántartások, gondos, pontos és biztonságos vezetéséről. (Itt a “biztonság”

⁸ Az elektronikus aláírásról szóló 2001/XXXV. számú törvényt 2001. júniusában fogadta el az Országgyűlés.

nemcsak számítástechnikai biztonságot jelent, hanem a legátfogóbbat, amibe még mechanikai biztonság is beletartozik.)

A szintén említett minősített hitelesítés-szolgáltató olyan tanúsítványkiadó hely, ahol a törvény által meghatározott állami szervezet évente legalább egyszer felügyeleti ellenőrzést végez.

Az e-aláírással kapcsolatban igen fontos az időbélyeg szolgáltatás. Ez azért van így, mert az aláírt okiratokon az aláírás dátuma általában perdöntő. Nyilvánvaló, hogy egy érvényes elektronikus aláírással bíró elektronikus okiraatra csak valóságos, az aláírás pillanatában érvényes dátum írható. Ezt az érvényes időpontot adja az időbélyeg szolgáltatás⁹.

Elektronikus fizetőeszközök

Az e-kereskedelemben eladott áruk ellenértékét legegyszerűbben elektronikus fizetőeszközzel lehet kiegyenlíteni. Elektronikus fizetőeszközöket egyébként nemcsak az e-kereskedelemben használatosak, hiszen ilyenek kell tekintenünk a POS¹⁰-terminálokat és az ATM¹¹-készülékeket is.

Az e-kereskedelemhez igazodó, valóságos e-fizetőeszközöket az EU megfelelő bizottságának egyik ajánlásában csoportosítja. Ezek szerint vannak

- távhozzáférési fizetési eszközök és
- az elektronikus pénzeszközök.

Az első pontba sorolt eszköz használója számára azt teszi lehetővé, hogy a kártyájával az adott pénzügyintézetnél elhelyezett számla terhére meghatározott pénzügyi akciókat végezhesen. Az elektronikus pénz(eszköz)t kifizetésekre alkalmas újratölthető kártyának kell tekinteni.

⁹ Valójában az időpecsét probléma még bonyolultabb, mivel általában igaz az, hogy egy időpontot csak két – közrefogó - időbélyeg együttes alkalmazásával lehet biztonságosan behatárolni.

¹⁰ POS (Point of Sales) - kártyaelfogadó hely. Az POS-terminál olyan rendszer, ahol elektronikus kártyával lehet vásárolni, mivel ki van építve az elektronikus elfogadói környezet. Így vásárlás esetén közvetlen hálózati kapcsolat létesül a kereskedő és a bankkártyát kibocsátó bank számítógépe között, tehát ha a bankszámlán nincs elegendő fedezet, vagy a bankkártya le van tiltva, a vásárlás nem történhet meg.

¹¹ ATM (Automatic Teller Machine) - bankautomata. A jól ismert bankautomata elsősorban arra szolgál, hogy bankkártya segítségével, ügyintézés nélkül azonnal készpénzhez jussunk. Bizonyos automatáknál befizetés is lehetséges.

Mindkettő esetén a jogi szabályozás sok témakört érint. Így például mi történjék

- a nem teljesített műveletek
- a kártyabirtokos által jóvá nem hagyott követelések
- a berendezések hibás működése
- az ellenőrzések nem megfelelő végrehajtása
- az értesítés illetve annak elmulasztása okozta károk megtérítésekor.

Technikai szempontból az e-fizetésnek több megoldása is van. A legegyszerűbb az, amikor a fizetés a szállításkor történik, az áruház kiszállítójának - hagyományos módon történő fizetési formában, azaz készpénzzel. Az áruház kiszállítója helyett a posta is bekapcsolódhat a folyamatba. Ilyenkor lehet postai utánvétellel fizetni. Persze, a posta helyett más, általános csomagszállító céggel is működik ez a megoldás, ahol a szállító cég utólag számol el az elektronikus áruházzal.

Sőt, már hazánkban is terjed az a megoldás, hogy az áru átvételekor mobil, azaz hordozható kártyaolvasó terminál segítségével is lehet bankkártyával fizetni. Ez a mobil kártyaolvasó mobiltelefonos összeköttetésen keresztül kapcsolódik a kártyaelfogadó bankhoz, mellyel az Internetes áruház szerződés kötött.

A modernebb eljárás az, amikor a vásárlás befejező lépéseként a számítógépen keresztül fizetni is lehet. Ilyenkor vagy

- bankkártyával lehet fizetni vagy
- bankszámláról lehet fizetni.

Bankkártyás fizetés lényege az, hogy az a web-hely, amelyiken az ügyfél a kártyás fizetést kezdeményezi, szimulálja¹² a mindennapi használatban jólismert kártyaolvasó készüléket.

A bankkártyák különböző típusúak lehetnek

- klasszikus betéti (debit) kártyák, mint régebbi típusú/szerkezetű kártyák (például Visa Gold, Eurocard/Mastercard Standard)

¹² Ha egy program szimulál egy berendezést, akkor azt mondjuk, hogy "emulál", azaz Elektronikusan szimulál.

- elektronikus betéti (debit) kártyák, mint az új típusú debit kártyák (például Visa Classic, Visa Electron)
- hitel (credit) kártyák (például Visa Classic Credit)
- Internetes kártyák. (például Visa Internet).

A bankkártyás fizetésnél használt kártyák alapvetően credit vagy debit típusúak. A kettő között banki számlavezetési különbség van; a credit kártyát a bank csak megfelelő minősítés esetén ad az ügyfélnek – és ő ekkor pénzt vehet fel az ATM-ből akkor is, ha számláján nincs fedezet, mivel a pénzfelvét valójában nem is közvetlenül az ügyfél számlájáról történik. Külföldön az ATM-ek nagy részében csak credit bankkártya használható, mert rendszertechnikailag ez az egyszerűbb megoldás. A credit kártyák közönséges használatakor általában az a szabály (külföldön), hogy aláírást kérnek a vásárlótól, terhelés-igazolásként. A debit kártyák¹³ esetén elegendő – külföldön – a PIN¹⁴ beütése is.

A bankkártyás fizetés elvileg mindkét típusú kártyával lehetséges, de vannak megkötések, melynek a lényege, hogy a modernebb technológiával készülő

- elektronikus
- dombornyomott

kártyát kell használni. Ezeknél a kártyáknál a kártyán található az ún. CVV¹⁵ kód, ami a biztonság növelését garantálja, továbbá a dombornyomáson egy azonosító szám is van, amit gyakran a weblapon be is kérnek.

A hagyományos kártyaelfogadó POS terminálok egyszerű telefonvonalon mennek a helyi telefonközpontba, onnan pedig továbbkapcsolnak a bankba. A POS-emulátorok, tehát a számítógépen szimulált kártyaelfogadó helyek az Internetre kapcsolódnak és az Interneten át jutnak el bankba. A nem-biztonságos – például lehallgatható – világhálón áthaladás során a kártya minden információja illetéktelenek kezébe kerülhet. Éppen ezért a POS-emulátor és a bank között egy kiegészítő biztonsági rendszert kell még alkalmazni, mellyel az Interneten keresztüli kapcsolat biztonságossá, azaz harmadik fél által lehallgathatatlaná válik. Ez a

¹³ Ez a kártya típus banki folyószámlához kapcsolódó betéti kártya.

¹⁴ PIN, azaz Personal Identification Number, vagyis személyi azonosító szám.

¹⁵ CVV, azaz Cardholder Verification Value, azaz kártyahasználói azonosító érték; csak az újabb kártyákon szerepel, mellyel a kibocsátó bank a kártyahasználót tudja azonosítani.

technológia az ún. SSL-technológia¹⁶. Az SSL-t nemcsak a fizetéseknél használják, hanem például akkor is, amikor a web segítségével nem publikus adatokat juttatunk el az ügyfél böngészőjétől a szerverig. (Például ilyen eset, amikor egy e-kereskedelmi portálon keresztül személyes vagy egyedi adatokat küldünk be.)

Az SSL a Secure Socket Layer rövidítése, amely a vásárló számítógépén futó Internetes böngésző (Internet Explorer, Netscape) és egy távoli szerver közötti kommunikációs csatornát titkosítja. A "csatorna" 128 bites titkosítása révén a kommunikációban haladó bankkártya adatok mások számára nem hozzáférhetőek. Az SSL szabvány szerint minden bankkártya-akció során más és más titkosító paraméter választódik ki; ezt a paramétert egy véletlen szám alapján lehet előállítani.

A fenténél még nagyobb biztonságot jelentenek a kifejezetten e-kereskedelem számára kifejlesztett SET¹⁷-protokollon alapuló tranzakcióval megoldott fizetések. A SET (Secure Electronic Transaction) a Visa, a MasterCard, a Microsoft és a Netscape által támogatott hitelkártyás fizetési módszer. Itt a fizetési kommunikáció során szintén többszörösen titkosított adatcsomagok mozognak a vevő, az eladó és a bank számítógépei között, úgy, hogy a három információ közül – ki, mit, mennyiért vásárol – mindenki csak annyit tud, amennyi rá tartozik. A vevő ismeri mind a három információt, de a kereskedő már nem jut hozzá az ügyfél hitelkártyája számához. Az adatok ugyanis nyilvános kulcsú titkosítás módszerekkel vannak rejtjelezve, és azokhoz csak az fér hozzá, akinek a megfelelő sajátkulcs a birtokában van.

A SET fejlesztői társaság létrehozta a SET Mark kezdeményezést. Ennek lényege, hogy a SET szakembergárdája felkérésre ellenőrzi a webes honlapokat, és ha megfelelnek a SET-protokollnak, védjeggyel látják el azokat. Ez segítheti a fogyasztók bizalmának elnyerését.

Általános szerződési feltételek

Az e-kereskedelemben a szükséges szerződések megkötésénél az ún. blanketta szerződések térnyerése figyelhető meg. Ez annak a következménye, hogy a weben általában egy uniformis elektronikus űrlap jelenik meg.

¹⁶ Más, hasonló technológiák is ismertek már, de jelenleg az SSL a legnépszerűbb.

¹⁷ SET, azaz Secure Electronic Transaction, vagyis biztonságos elektronikus tranzakció.

A blanketta szerződések rendkívül meggyorsítják a szerződéskötés folyamatát, ugyanakkor az egyediesítést nem biztosítják. Meg kell jegyezni, hogy az egyediesítésre legtöbbször nincs is igény, és néha mód sem. Minden esetre e módszer alapproblémája az, hogy

- a szerződéseket meghatározó fél a másik félhez képest erősebb pozícióba kerül, továbbá
- a szerződőben nem vagy nehezen tudatosulnak a szerződési feltételek.

Éppen ezért történt a Ptk. megfelelő rendelkezéseinek – az EU rendelkezésekkel összhangban álló -, a “fogyasztó” érdekeit jobban figyelembe vevő olyan módosítása, mely szerint az említett típusú szerződések csak akkor érvényesek, ha az elfogadó félnek lehetősége volt megismerni a szerződés tartalmát és azt kifejezetten – azaz dokumentálhatóan – el is fogadta.

A webes e-kereskedelmi megoldások “kattintásos” módszerei egyébként az úgy nevezett ráutaló magatartással történő szerződésfogadási kategóriát jelentik. A fentiek alapján egy ilyen kattintás nem eredményezi automatikusan azt, hogy az előző szakaszban említett különös feltételek is a szerződés részeivé válnak. Éppen ezért sürgető igény van az elektronikusan kötött szerződések írásbeliségének mielőbbi törvényi szabályozására.

6.5.7. Az e-kereskedelem infrastruktúrája

Az e-kereskedelem bevezetésének alapvető oka és indoka a szervezeteken belüli illetve a szervezetek közötti információcsere koncepcionális, idő és földrajzi határokat leküzdő megoldása. Ehhez az Internet és azon belül is a web technológia jelentette és jelenti a konkrét módszert.

Általános rendszertechikai modell

Az e-kereskedelem rendkívül szerteágazó technikai eszközrendszert használ, melyben a régebben kidolgozott és sikeres rendszerek (mint például az elektronikus levelezés, vagy az elektronikus okmánycsere – EDI¹⁸) mellett új és most

¹⁸ Az EDI egy elektronikus levelezési alkalmazás, melynek lényege az, hogy meghatározott belső formában, elektronikus levélként történik a partnerek között e-kereskedelmi tranzakció (mint például megrendelés, átutalás) végrehajtása.

kidolgozottak is szerepelnek. Az e-kereskedelem modellje és architektúrája a hagyományos formákon alapul, ahol a

- fogyasztó/ügyfél
- szállító
- áru
- szolgáltatás, stb.

és a közöttük illetve velük együtt működő folyamatok egyértelmű leképezése a cél.

A szövevényes kapcsolatrendszer kezelésére célszerű az általános "bróker" bevezetése. Az elektronikus bróker koncepció egy adott helyen és időben a legkedvezőbb árut biztosítja az ügyfél számára. A bróker rendszerek alkalmazásának ereje abban van, hogy a piac szélesedését, terjedését az ügyfél számára úgy biztosítja, hogy az ügyfél annak csak előnyeiről értesül, bonyolultsága, összetettsége viszont számára rejtve marad. Ugyanakkor a bróker rendszerek a szállító szempontjából is előnyösek, hiszen egyszerű módon közvetítők az ügyfelek igényeit anélkül, hogy a szállítónak az ügyfélkapcsolattal részletesen foglalkoznia kellene.

Ennek megfelelően a bróker háromféle szereplővel van kapcsolatban

- az ügyféllel,
- a szállítóval és
- más brókerekkel.

A híres CORBA (Common Object Request Broker Architecture) projektben megpróbálták a kereskedelmi együttműködésben résztvevők tevékenységét fázisokra bontani úgy, hogy a kereskedelmi tevékenységet absztrakt szinten vizsgálták. Ennek alapján a közös modellben

- találkozások,
- tranzakciók és
- utómunkák

különböztethetők meg. A találkozás során jutnak el a megfelelő információk az érdekeltekhez és sikeres találkozás esetén tranzakció jön létre. A tranzakció egy sor előfeltételhez kapcsolódik, befejeződése fizetést, leszállítást és egyéb információcserét jelent. A tranzakció utáni fázis az esetleges panaszokkal, felelősségi kérdésekkel foglalkozik.

Az elektronikus bróker architektúra megfelelő számítástechnikai módszerekkel valósítható csak meg. A megoldás nehézségeit a heterogén tartalmak és formák, a hiányos és nem egységes meta-leírások, a különböző technológiák, és egy sereg egyéb dolog okozza.

Számítástechnikai megoldások

Az e-kereskedelmi alkalmazások (számítástechnikai) rendszerei az Internetet használják, és természetesen webes rendszer(ek)e)t is tartalmaznak. A webek történeti fejlődésében három szintet lehet megkülönböztetni

- az egyszerű,
- az interaktív és
- az objektum orientált

web használatot. Az e-megoldások szinte kizárólag az objektum orientált webekre alapozódnak. Az objektum webek olyan web rendszerek, melyeknél a web szerver – eltérve a kezdeti webes megoldásoktól – objektum orientált kialakítású. Ebbe a kategóriába tartoznak a servlet bázisú rendszerek, a SUN cég által kifejlesztett JSP (Java Server Pages) vagy a Microsoft-féle ASP (Active Server Pages).

A servlet a webes CGI¹⁹ objektum orientált változata, amely azonban gyökeresen szakított a CGI-megoldások túlzottan is egyszerű technikájával. A servlet valójában egy Java osztály, és minden ügyfél minden beérkező kérésére ezen osztály alapján egy külön szál (thread) jön létre, amelyben aztán a kérés lekezelődik. A Java²⁰ magas szintű kivételkezelése biztosítja az összes várt és nem várt különleges rendszeresemény egyértelmű és irányított feldolgozását, ami egyben azt is jelenti, hogy megszűntek a nem ellenőrzött CGI scriptek használatából származó betörések lehetőségei. A Java alapú servlet gépezetek használatának további előnye még az is, hogy ezek a rendszerek könnyen skálázhatók, és OO jellegűkből

¹⁹ CGI, mint Common Gateway Interface. Olyan rendszer, melynek segítségével a web oldalakon beadott adatok értékelhetők, feldolgozhatók. Technikailag a web szerveren egy program elindítása történik, és a futás eredménye egy dinamikusan létrehozott weboldal, amely azonnal visszakerül a felhasználóhoz.

²⁰ A Java napjaink legnépszerűbb programozási nyelve. Sokan a C-nyelv XXI. századi verziójának tartják. A nyelv az ún. objektum orientált programozási nyelvek családjába tartozik. Ennek lényege, hogy a "műveletek" - mint pl. összeadás, keresés - általában nem léteznek, azoknak mindig egy objektum vagy objektumcsalád - amilyenek például az egész számok, vagy a 27 karakter hosszú karakterfüzérék - esetén van csak értelmük.

következően viszonylag gyorsan fejleszthetők, hiszen a kész objektumok alapján újak elkészítése nem okoz nagy problémát.

A web kliens-oldali megoldásai is fontos elemei egy e-alkalmazásnak. Ma már az

- ún. dinamikus HTML és a
- kliens oldali Java

rendszerek jelentik az élenjáró technológiát.

A dinamikus HTML dinamizmusa a stíluslapok bevezetésével nagyot növekedett. A CSS nyelv segítségével a HTML minden eleméhez egyedi stílusokat rendelhetünk, sőt ezek a stílusok időben és helyben változhatnak is. A változtatások másrészt a web dokumentumok DOM modellje segítségével azt jelenti, hogy az ügyfél egyes tevékenységeit (például kattintás az egérrel, vagy éppen az egérnek egy adott pixelpozícióra mozgatása) eseményekként értékelhetjük, ami érvényre juthat és egy megfelelő – általában JavaScript vagy Jscript – nyelvű programmal könnyen lekezelhető. A lekezelés a web oldalon más megjelenést és egyéb változásokat idézhet elő.

A JSP és ASP oldalaknál a web hagyományos HTML szerkezetében különleges elemek beépítése történhet meg. JSP esetén a beépített elemek valójában Java nyelvű programrészletek, változó deklarációk, objektum hívások. Ezzel a web oldal sokkal összetettebb és bonyolultabb kezeléseket tud megvalósítani. A JSP működéséhez meg kell jegyezni, hogy az a szerveren servlet-té alakul át, ezért tehát ez a technológia a szerver oldali megoldások egyik formája.

A kliens oldalon – azaz a web böngészőben – máshogyan is használhatunk Java rendszereket. Ezek az applet-ek, magyarul programkák. Az applet valójában egy rögzített formájú Java program, amely a böngészőbe épített Java gépezetén fut. Segítségével felhasználóbarát, intelligens környezet kialakítást lehet megtenni. A biztonságot nagyban növeli az, hogy a kész applet-et ugyanúgy elektronikusan aláírhatja a készítője, ahogyan azt egy elektronikus okiratnál megteesszük. Ezáltal megállapítható, hogy ki az adott programka készítője, és ha megbízunk benne, akkor engedélyezhetjük a lefutást is.

A CORBA elv számítástechnikai leképezése az ún. komponens elvű rendszerkialakítás. Eszerint egy nagy rendszer – és a legtöbb e-kereskedelmi

alkalmazás ilyennek tekinthető – komponensekből áll, mely komponensek jól definiált interfészekkel rendelkeznek. Ezeket az interfészeket távolról, azaz hálózaton keresztül használják ún. távoli eljárás hívásként. Ez a megoldás igen jól illik az objektum orientált rendszerszemlélethez, ahol az – akár távoli objektumok – üzeneteket várnak, melyre belső állapotuktól függő válaszokat adnak vissza. Ezért is – és még egyéb okok miatt - a komponenseket általában OO nyelveken készítik, és így a Java-nak kiemelt jelentősége van a fejlesztésben.

A távoli eljáráshívásra ma két szabványt alkalmaznak; az egyik éppen a Java RMI-je, ami az ún. távoli metódus hívás²¹. Gyakran használják még a CORBA-IIOP szabványt is. A CORBA-IDL típusú OO rendszer alkalmazásának az az előnye, hogy nem igényel tiszta Java rendszert, hanem heterogén környezetben is működőképes. Manapság egyre több olyan rendszert is kidolgoztak már, amelyik ugyan nem Java, de van Java-RMI interfésze, és így a kapcsolódás megoldható.

A komponensek közötti üzenetcsere formátumának leírására az ipari szabvánnyá váló XML (eXtensible Markup Language) a legalkalmasabb. Ez a nyelv a webek HTML nyelvezetéből alakult ki, de annál sokkal rugalmasabb, hiszen az aktuális struktúrákat maga a felhasználó találja ki és definiálja. Az XML szerkezetek feldolgozására szabadon felhasználható rendszerkomponenseket fejlesztettek ki, melyek között a Java bázisú SAX (Simple API for Xml) a legismertebb.

Az e-kereskedelmi alkalmazásoknál a komponensek megfelelő szekvenciában történő kezelését – melyet üzleti logikának nevezünk – külön egységekben célszerű megoldani. Illeszkedve a szerver-kliens együttműködési sémához, alkalmazás szervernek nevezett keretrendszereket fejlesztettek ki. Az alkalmazás szerverek tartalmazznak egy Java virtuális gépet és így Java servletek és egyéb Java modulok futtatására vannak felkészítve. Ezek a modulok hívják meg az egyes komponenseket, ahol a kommunikáció általában a már említett Java-RMI alapú távoli rendszerhívásokkal van megoldva. A rendszerhívások segítségével történik a háttér adatbázisok és egyéb szolgáltatások – mint például címtárak, ügykezelő rendszerek – elérése és használata.

²¹ Java-ban az objektumokat nem eljárásokon, hanem ún. metódusokon keresztül lehet meghívni.

Irodalomjegyzék

[6.5.1] Antal és társai: JAVA 2 - útikalauz programozóknak, ELTE TTK H.A., 2000

[6.5.2] Garfinkel: Web Security & Commerce, O'Reilly, 1998

[6.5.3] Mojzes-Talyigás: Elektronikus kereskedelem, Typo Art Studio & Kelisprint, 2000

[6.5.4] Benchmarking Telework and E-Commerce in Europe, ECATT Final Report, <http://www.ecatt.com/ecatt/>

[6.5.5] IST Programme, New Methods of Work and Electronic Commerce,
http://europa.eu.int/ISPO/topics/i_ecom.html

6.6. Korszerű távszolgáltatások

Szerző: dr. Magyar Gábor

Lektor: Cselényi István

A technológia új lehetőségeket teremt, amelyek további fejlődését már gazdasági és társadalmi tényezők határozzák meg. Az információs és kommunikációs technológiák (IKT, angolul: ICT) mindennapi életünk részeivé váltak: hasznos eszközöket és szolgáltatásokat köszönhetünk az IKT-nak otthonunkban, munkahelyünkön, mindenhol. Az információs társadalom nem a távoli jövő társadalma, hanem napi valóság. A távközlés, az informatika és a média létező technológiáira alapozva felhasználóbarát, költséghatékony és együttműködtethető szolgáltatások új generációja készülődik. Az új szolgáltatások igénybevételének, a (távközlési) hozzáférési igénynek reális mottója a „bárminek, bárhol, bármikor”.

Az alkalmazási területek gyakorlatilag mindennapi életünk teljességét lefedik. Az e-kereskedelmet, a távmunkát, az e-kormányzatot, a tartalomipart és a teleházakat a 6. fejezet külön pontjai tárgyalják. E helyütt a tanulási, oktatási, az egészségügyi, a kulturális és a közlekedési alkalmazásokat vesszük sorra, úgy, hogy áttekintésünk középpontjában nem a társadalmi, a gazdasági és az etikai, hanem a technológiai szempontok állnak.

6.6.1. Tanulási, oktatási alkalmazások: e-tanulás (eLearning)

A hálózati technika lehetővé teszi a testreszabott és alkalmasan időzített oktatási eszközök elterjedését, ami javítja az emberi tőkébe való befekertetés értékét: **az e-tanulási (eLearning) megoldások elősegítik, hogy a megfelelő információt vagy ismeretet a megfelelő emberekhez a megfelelő időben juttassuk el.** (Ez több és nehezebb, mint a „bárminek, bárhol, bármikor” modell!)

Az e területen tevékenykedő vállalatok, szervezetek ezt a problémát technológia-alapú tanulási erőforrások használatával közelítik meg. Menedzselt, interaktív, felhasználó-központú oktatási eszközöket kínálnak az akadémiai, a vállalati és a kiskereskedelmi piacnak.

A technológia szerepe a jövő oktatási rendszereiben

A Web-re készített együttműködési eszközök előrelépést engednek a világ nagy részén az oktatási tapasztalatok megosztásában. A kifinomult oktatás-menedzselési rendszerek ugyanakkor lehetővé teszik a preferált oktatási stílusnak és a tanuló előmenetelének követését. Ílymódon személyre szabható a tanmenet, hatékonyabban dolgozhatunk az oktatási célért. A hálózati technológiák fejlődése (a szélessávú és a vezeték nélküli hozzáférés) katalizátora lesz az e-tanulási technikák széleskörű elfogadásának. Ez a haladás érintetté teszi a felhasználót, hiszen a műszaki médiumok valóban jelentős oktatási tapasztalatok közvetítésére lesznek képesek.

Tipikus alkalmazások

- Távoktatás a szakoktatásban: kisvállalkozások, nagyobb szervezetek oktatási központjai és a közsféra számára.
- Az egyetemi szintű e-tanulás az interaktív oktatási anyag és a távoli párbeszéd lehetőségét kínálja a hallgatók és az oktatók számára.
- Az általános és a középiskolák hálózatba kötése gazdagítja az elérhető oktatási tartalmat, továbbá új, fejlettebb oktatási segédeszközöket tesz elérhetővé.
- Munkanélküliek átképzése: új esély a szaktudás felfrissítésére, otthonról vagy csoportos foglalkozásokon.
- e-tanulás mindenkinek, de különösen az idősek, a rokkantak, a kistelepülési közönség számára. A személyreszabott oktatást és más tanulókkal való kommunikációt otthonról (vagy közösségi házból) teszi lehetővé.

Tartalomfejlesztés

A tervezési fázis kulcstevékenysége a tartalomfejlesztési specifikáció kitalálása és formába öntése. A specifikációknak át kell fogniuk az alkalmazott technológiákat, a dokumentumsablonokat, a jelölő (markup) meghatározásokat (például SGML-ben a dokumentum típus definíciót; Document Type Definition), a kiadói sztenderdeket, a modularitási követelményeket, a szerkezeti szabályokat és az egységekre osztás felbontási nagyságát (granularity). Miután a specifikációt összeállítottuk, az újrahasznosítható vagy átszabható más projektekben is.

A [tanulási objektum](#)ok hatékony alkalmazásához a kulcs az, hogy a tanuló (vagy oktatója) összefüggésekbe helyezhesse az információt. Kontextus nélkül a

tanulási objektum zavaros, félrevezető vagy teljesen értelmetlen lehet. A kontextus a következő lépés az objektum személyre szabásában (az objektumok egyéni igényeknek megfelelő kiválasztása után). Egy objektum eredeti kontextusában esetleg nem alkalmazható másik tananyag számára. (Ez megakadályozza, hogy az oktatási anyagot kisebb objektumokra bontsuk fel.) Mennyire kell a kontextust meghatározni, mennyire lehet egyértelműen leírni? Hogyan lehet a kontextus (kiteredésében és típusában) skálázható oly módon, hogy a tanuló önmaga választhasson: mennyi kell az adott tananyag elsajátításához?

A [konstruktivista](#) és az aktív tanulási elméletek segítettek megérteni: a tanulók önálló aktivitásukkal hogyan értelmezik és értenek meg valamit - új jelentést felfedezve, kísérletezve, próbálgatva és a tudást alkalmazva, önmagukat (esetleg csoportban) irányítva (az előregyártott tanfolyami tanulmányoktól eltérően). A tanulási objektumok alkalmazása erősíti az online tanulókat ezeken az előre nem megírt utakon, mert megengedi, hogy aktívabb részesei lehessenek az összefüggés-teremtésnek. Ebben a paradigmában a kontextus nem olyasvalami, amit a tanuló készen kap. Ehelyett az összefüggés-információnak két funkciója van: orientál az objektum eredeti (és legvalószínűbb) kontextusára, és iránymutatást ad a tanulóknak, hogy a saját értelmezését és kontextusát keresse.

Bármelyik fejlesztési környezetet és eszközt is használjuk, a józan tanítási tervezés fontos marad mind a személyre szabott, mind a rögzített menetű tanfolyami fejlesztésekben. A legsikeresebb tanulási objektum terjesztési rendszerek nem csupán tanulási objektum-tartalmakat, hanem fontos és értelmes kontextusokat is kínálnak majd.

Tanulási objektumok

Az „ipari sztenderdek” feltűnése fordulópont lesz az oktatásban. Az e-tanulási szabványok lehetővé teszik az oktatási tartalom könnyű elérését és újrafelhasználását változatos formában valamint különböző gyártók tanulási technológiáinak együttműködését.

Az e-tanulás tervezői és fejlesztői új tartalomfejlesztési tájon találják magukat. A tanulási technológiák szabványosítási szervezetei a tanulási objektumok nyílt, az egész oktatási iparra kiterjedő szabványai felé mozognak. Ezek a szabványok az oktatási tartalom csomagolására, azonosítására és cseréjére fókuszálnak.

A legtöbb oktatási tartalmat ma specifikus célra (például egy adott tanfolyamhoz, helyzetgyakorlathoz) fejlesztik, és nem valamiféle objektum-állomány szaporítására. (Az objektum-állomány egy tanulási objektumkészlet, tipikusan adatbázisban tárolva.)

Miért bonyolítja a tervező a munkáját az „objektum-képességgel”? Azért, mert ez az erőfeszítés – a legtöbb esetben – sokszorosán megtérül: költségekben, fejlesztési időben és tanulási hatékonyságban. Az

objektum megközelítés megfelelő mind a közvetlen tanulási igényekhez (mint a tudás-alapú vagy a készség-alapú képzéseknél), mind az általános, nem tanfolyami tudásszerzéshez.

A tanulási objektumnak két elengedhetetlen alkotó része van: az objektum tartalma és annak metaadat kísérelője. A leírások és a kulcsszavak gondoskodnak bizonyos mértékű szövegösszefüggésről, ám további összefüggés-teremtő opciókra is szükség lehet. A fejlesztők már versenyeznek a szoftver-írás és értelmező eszközök előállításában, de még nem látható, hogy milyen összefüggés-gazdagító opciók lesznek hozzáférhetők. A leginkább kívánatos eszközök skálázható összefüggés-teremtést tesznek lehetővé, azaz a tanuló uralhatja a tartalomösszefüggés kiterjedését. A kulcsfogalom az újrafelhasználhatóság. Olyan környezetben, amelyben a kontextus skálázható és adaptív, az ideális Újrafelhasználható Tanulási Objektum (angol elnevezése után – Reusable Learning Object - rövidítése RLO) tartalma

- moduláris és hordozható (alkalmazások és informatikai környezetek között)
- nem sorrendi
- képes teljesíteni egy egyedi tanulási célt
- széles közönség számára elérhető
- koherens egy előre meghatározott sémán belül (azaz korlátos számú meta-elemmel kifejezhető a tartalom lényege illetve alapgondolata)
- cél szolgáltatába állítható egy eltérő vizuális sémán belül anélkül, hogy a szöveg, adat vagy kép lényegi jelentését elvesztené.

Ha az oktatási tartalmat mind közvetlen célból, mind RLO-ként való felhasználásra készíti a tervező, akkor egyfajta „kettős víziót” kell szem előtt tartania. Ez azzal jár, hogy a tartalmat egy nagyobb egész (például egy tanfolyam) részeként és egyedülálló információként is koncepcionálni kell. Nem feltétlenül ellentétes tevékenységek ezek, bár sikeres és hatékony elvégzésükhöz átgondolt tervezés szükséges. Az RLO tartalmat szilárd oktatási tervekre kell alapozni.

Ahhoz, hogy az oktatási anyagot tanulási objektumként újra felhasználhassuk a következő szempontoknak kell megfelelnie:

Rugalmasság. Ha az anyagot úgy tervezzük, hogy többféle kontextusban is alkalmazható legyen, akkor újrahaznosítása sokkal könnyebb lesz, mint azé az anyagé, amit valamennyi kontextushoz újra kell írni.

Könnyű tartalommenedzsment. A metaadat elemek megkönnyítik a tartalom gyors korszerűsítését, keresését és menedzselését azzal, hogy segítségükkel kiszűrhetjük illetve kiválaszthatjuk az adott cél szempontjából fontos tartalmat.

Testre szabhatóság. Amikor egyéni vagy szervezeti igények miatt testreszabott tartalom szükséges, akkor a tanulási objektum rendszer „just-in-time” megközelítést kínál. A moduláris tanulási objektumok maximalizálják a szoftver személyre szabhatóságát, minthogy a tananyag terjesztését és átrendezését, átszervezését a kívánt felbontásban teszik lehetővé.

Együttműködethetőség. Az objektum megközelítésben a szervezet saját igényeire lehet alapozni a tanulási objektumok tervezési, fejlesztési és megjelenítési (prezentációs) specifikációját, miközben betartható a más oktatási rendszerekkel illetve kontextusokkal való együttműködés képessége.

Kompetencia-alapú tanulás. A kompetencia-alapú megközelítések a képességek, a tudás és az attitűdök egymásra hatására fókuszálnak – egy adott központi (core) kompetencia modell keretében, a tanfolyami modelltől eltérően. A megközelítés iránt jelentős az érdeklődés a munkaadók és az oktatók körében, ám folytonos kihívást jelent a kompetencia-alapú tanításban a megfelelő (a valódi adaptálhatósághoz kellően moduláris) tartalom hiánya. A tanulási objektum egységek metaadat elemekkel történő jellemzése lehetővé teszi az objektumok és az egyéni kompetencia hiányok illesztését, tehát az adaptív, kompetencia szerinti megközelítést.

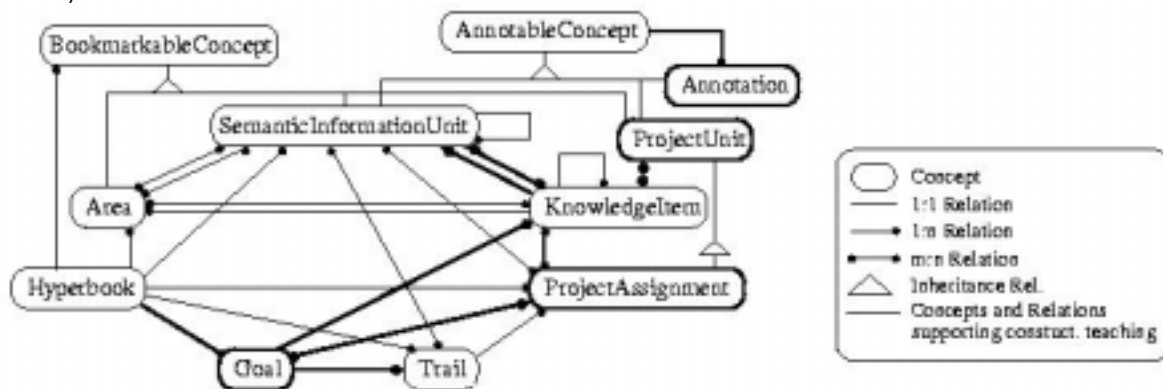
A tartalom értéke. Üzleti szempontból a tartalom értéke minden újrafelhasználással növekszik. Ez nem csak az új tervezési és fejlesztési költség megtakarításában jelentkezik, de abban is, hogy egynél több kontextusban is értékesíthető az objektum tartalma.

Konstruktivista oktatási séma

A konstruktivista pedagógia (a behaviorista pedagógia ellenpárja) a megértés elérését célzó tanításra helyezi a fő hangsúlyt (szemben a „tréning a teljesítésért” felfogással). Adaptív aktivitásként foghatjuk fel, ami sikeres, illetve életképes koncepciókat, modelleket és elméleteket készít egy célkontextusra vonatkozóan. Ez a tanulás önszabályozást igényel, továbbá azt, hogy reflexiók és absztrakció segítségével elvi struktúrákat építsünk fel. A feladatot nem a megtanult „helyes válasz” előhívásával oldjuk meg.

Például a [KBS Hyperbook](#) egy olyan rendszer, amely explicit elvi modellek és metaadatokat segítségével épít fel struktúrát, ami külső adatokat is bekapcsol, felhasznál. Az Interneten megtalálható külső adatok (adatokat tartalmazó HTML lapok) számára a megfelelő elvi modell képezi az információ indexet, és meghatározza a lapok közötti navigálási szerkezetet. (A navigálási szerkezet az adatok több nézetét is biztosíthatja.) Az elvi modell sémaként szolgálhat új adat-oldalak integrálásához is.

E szerkezeti modell központjában a szemantikai információs elem (semantic information unit, SIU) áll, ez tartalmazza a hyperbook fő információ-egységeit. Egy adott SIU készlet egy adott alkalmazási tartomány modellezéséhez használatos. A SIU-k közötti viszonyok különféle szemantikai relációkkal modellezhetők, amelyek strukturálják a SIU-kban reprezentált tudást. (Például az általánostól specializációhoz vezető reláció.)



6.6.2. Egészségügyi alkalmazások

Az új generációs egészségügyi alkalmazások a számítógépes klinikai rendszerek, távgyógyászati szolgáltatások, orvosok munkáját segítő egészségügyi hálózati alkalmazások, állandó felügyeleti és szolgáltatás-menedzsment alkalmazások, továbbá azok az intelligens rendszerek, amelyek hozzásegítik az embereket ahhoz, hogy saját egészségüket felelősségteljesen és aktívan óvják.

A professzionális egészségügyi rendszerek javítják a szakemberek lehetőségeit a megelőzésben, a diagnózisban, a felügyeleti munkában és a rehabilitációban. (Például az intelligens rendszerek a diagnózisban és a terápiában, fejlett egészségügyi képkezelés és távegészségügyi alkalmazások.) A virtuális egészségügyi berendezések azzal, hogy a sürgősségi szolgálatokat, kórházakat, laboratóriumokat, gyógyszerházakat, gondozó és szociális központokat valamint az otthonokat nagysebességű biztonságos hálózattal kapcsolják össze „egy ablakos” szolgáltatást tesznek lehetővé. Az egészségügyi munkafolyamatok áttervezése és

menedzselése az adatok kezelésének új generációját hozza létre, személyre szabott rendszert, például személyi kártyán tárolt sokféle adatainkkal. A reális árú és felhasználóbarát rendszerek elterjedhetnek a személyes egészségfigyelésben, helyhezköthető és hordozható megelőzési eszközökben (például fejlett érzékelők, jeladók, stb.).

Általában: a „tele rendszerek” és alkalmazások az egészségügyet sokféle összefüggésben támogatják. Az információs és kommunikációs (és hozzájuk kapcsolódó egyéb) technológiáktól egy sor előnyt várunk az egészségügyi szolgáltatások fejlődésében: így az információ gyűjtésében és elemzésében, a kockázati csoportok azonosításában, távoli és rosszul ellátott csoportok szolgálatában, az öntevékeny ellátás támogatásában, stb. Kellő gondot kell fordítani az egészségügy IKT rendszereiben a bizalmas adatok védelmére, továbbá az IKT alapú egészségügyi gyakorlat fényében az orvosi etika kérdéseinek áttekintésére. Felhasználó-barát és tanúsított információs rendszerek szükségesek az egészségügyi oktatás és az „egészségtudatosság” támogatására.

A technológia szerepe a jövő egészségügyi rendszereiben.

A távgyógyászat és az új távoli orvosi szolgáltatások az adattárolás és a digitalizált orvosi adatok (mobil) kommunikációjának technológiáin alapulnak. A telematikai kapcsolatok és a „chip-kártyák” (smartcard) használata együttesen az orvosi adat-nyilvántartások továbbíthatóságát, hálózati elérését szolgálja; összekapcsolja a betegeket, a házi orvosokat, a szakorvosokat, a laboratóriumokat és a kórházakat.

Tipikus alkalmazások:

Az orvosi adat-nyilvántartások „számítógépesítése”, adatcsere, az adatok osztott hozzáférése. A betegek klinikai és adminisztrációs adatai így valós időben érhetik el (oszthatják meg) feljogosított felek: kórházak, biztosító társaságok, laboratóriumok, gyakorló orvosok, egészségügyi dolgozók. Ennek eredményeképp az adminisztrációs és gazdálkodási folyamatok egyszerűbbek, gyorsabbak, biztonságosabbak és olcsóbbak lehetnek.

A távközlési szabványok szerint épített telematikai hálózatok biztosítják a multimédia munkaállomások, diagnosztikai segédeszközök együttműködését, orvosi

konzíliahoz adatbázisok (nyilvántartások, archívumok) online elérhetőségét, azaz nemzeti egészségügyi rendszert akár nemzetközi léptékben is.

Mobil telematika szolgáltatások bevezetése az elsősegély-nyújtásban.

A kórházi információs és kommunikációs rendszerek fejlesztése összekapcsolja valamennyi osztályt (a belgyógyászatot, a sebészetet, a baleseti, sürgősségi és intenzív osztályokat, radiológiát, patológiát, stb.).

Orvosi képfeldolgozás: az orvosi képek (például röntgenfelvételek, EKG felvételek) továbbítása és távoli megjelenítése.

Táv-konzultáció: egymástól távol dolgozó szakorvosok képtelefon segítségével kezdeti vizsgálatokat végezhetnek, elzárt, távoli vidékek orvosainak segítésére.

A receptek, rendelvények adminisztrációs rendszerei lehetővé teszik a beteg személyi rekordjának vizsgálatát.

Rutinvizsgálatok és a mozgásukban korlátozottak (terhes anyák, újszülöttek, idősek, rokkantak) otthoni megfigyelése.

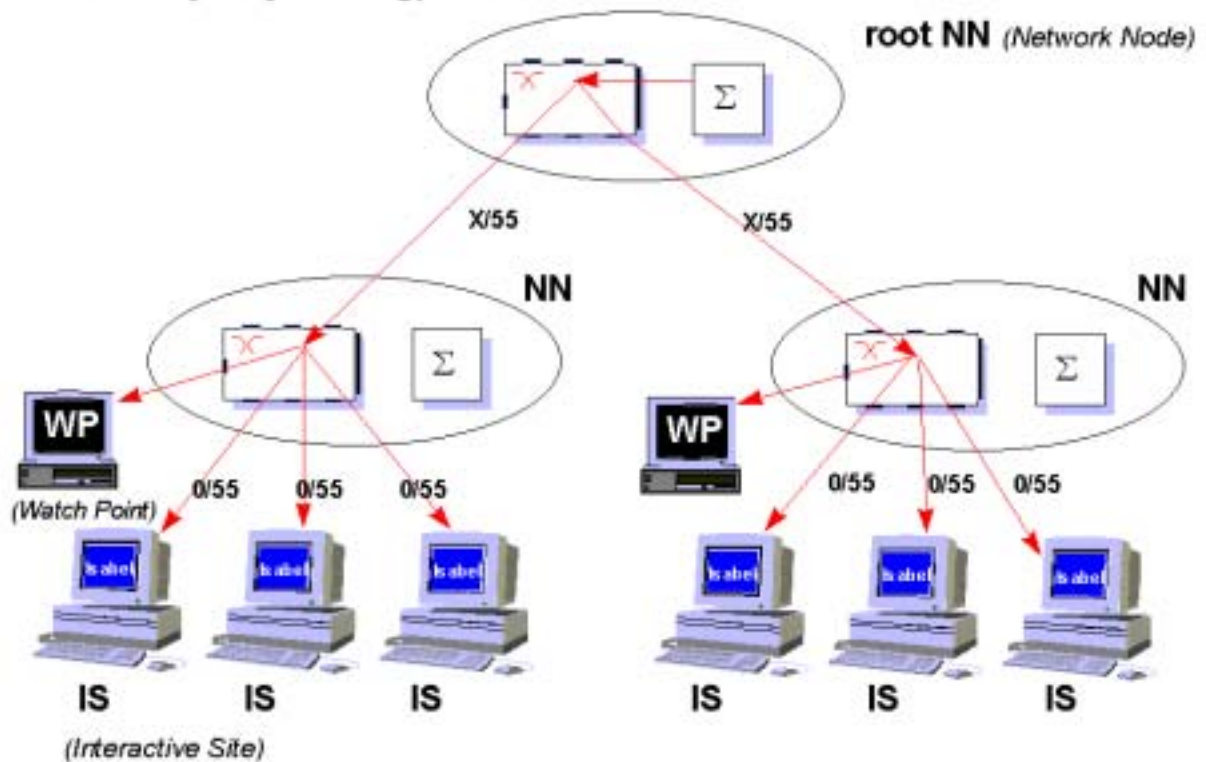
Sebészeti beavatkozások interaktív monitorozása. Távoli területekre az elsősegélyhez a telematikai hálózat szakorvosi tanácsadást képes eljuttatni.

Alkalmas donorok megtalálásának esélyét növeli a transzplantációs szerv és csontvelő banki hálózat.

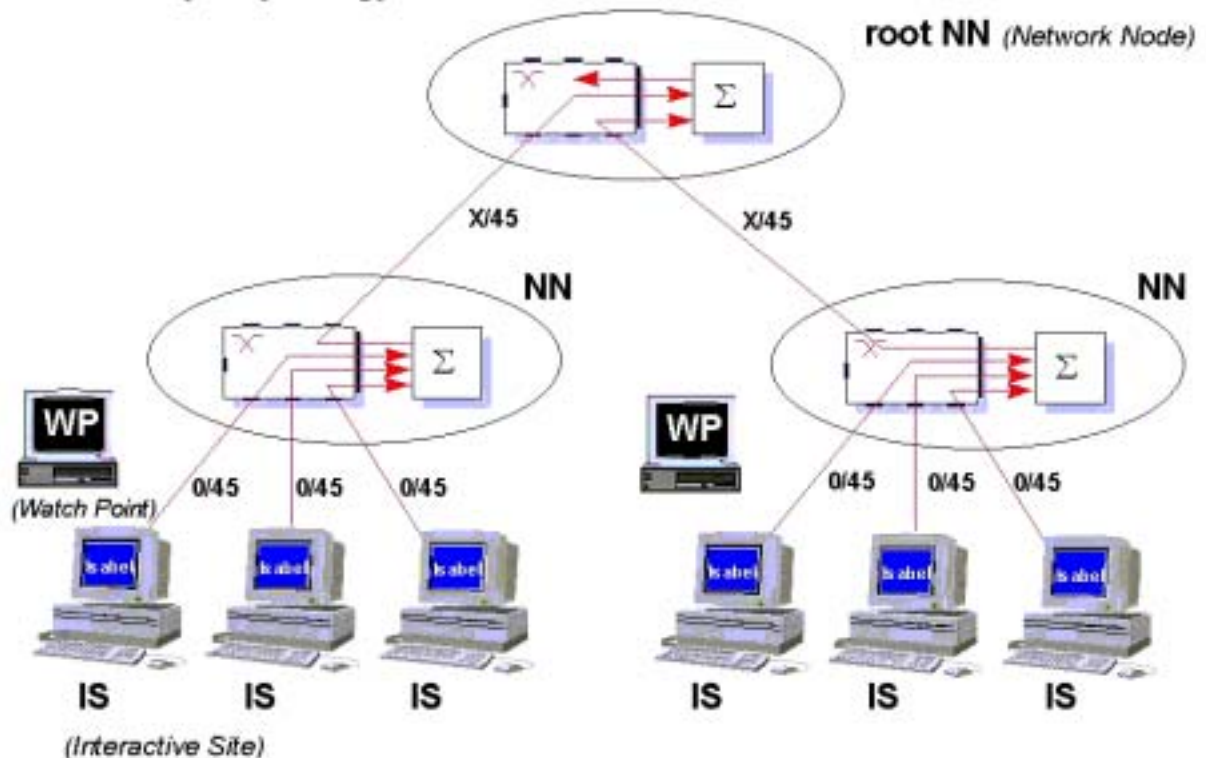
Szélessávú videokonferencia és távegészségügyi alkalmazások

Az EU NICE projekt keretében szélessávú videokonferencia megoldást fejlesztettek ki. A platform interaktív együttműködési környezetet valósít meg nagyszámú végpont részvételével, heterogén hálózaton (IP over ATM, ISDN, Internet, műholdas összeköttetés). Az üzemi kísérletek során TCP-UDP/IP protokollokat használtak. Kettőnél több résztvevő esetén az ajánlott protokoll az UDP multicast. Az átviteli sebesség (végpontonként) 256 – 6000 kbps volt.

Multicast jelfolyam a végpontok felé



Multicast jelfolyam a gyökér felé



Az interaktív állomások (Interactive Site, IS) interakcióra képesek egymás között: audió/videó/adattartalmat küldenek és fogadnak, speciális szoftverek segítségével. A felügyeleti pontok (Watch Point, WP) csak fogadni képesek az interaktív állomásokról küldött jeleket. A hálózati pont (Network node, NN) összesíti a végpontok forgalmát a hálózat gyökere felé és szétosztja a gyökértől a végpontok felé

irányuló forgalmat. A vezérlő állomás (Control Site, CS) az IS-eken található alkalmazások konfigurációjának távoli felügyeletéhez szükséges.

Cardiovascular Health Care Telelink Az előbbi tapasztalatokra alapozva speciális távegészségügyi hálózat létesült az ottawai szívsebészeti intézet (University of Ottawa Heart Institute), a budapesti kardiológiai intézet és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Távközlési és Telematikai Tanszéke között. A rendszer része volt egy célberendezés (ami a beteg adatait gyűjti), egy jelprocesszor (ami az audió, videó és adatjeleket kódolja és a hálózaton át másik interaktív állomáshoz küldi).

A távegészségügyi szolgálatok a következők voltak:

- távoli állomások „egy kattintással” elérése
- interaktív eset konzultációk
- orvosi képek küldése és fogadás (pl. röntgen, MRI és echocardiogram)
- videokamera, orvosi készülékek és nagy felbontású filmletapogató (szkenner) képeinek becsatolása a rendszerbe,
- multimédia konzultációk
- valós idejű ultrahang vizsgálat
- helyi és távoli kamera vezérlése
- szív és tüdőhang továbbítása

Egészségkárosultak és idősek segítése

Európa különböző városaiban és régióiban olyan projekteket szerveztek, amelyek innovatívan használják az információs és kommunikációs technológiákat az idősek és az egészségkárosultak segítésére. Az IKT-nak, mint a hátrányos helyzetűek integrálásának eszközének jelentőségét számos EU programban is felismerték. Például a HANDYNET a rokkantak segédeszközeinek egész EU-ra kiterjedő számítógépes információs és dokumentáció rendszere. Az EU TIDE programja (Telematics for the Integration of Disabled and Elderly) keretében kutatás-fejlesztési munkák folynak az IKT termékek és szolgáltatások felhasználására az az idős és egészségkárosult emberek mindennapi életének támogatására.

6.6.3. Kulturális alkalmazások: hozzáférés a tudáshoz

A memória intézményekben (könyvtárakban, archívumokban, múzeumokban) őrzött kulturális és szellemi örökségnek minél több ember számára való hozzáférhetővé tétele az információs társadalom egyik legnagyobb kihívása. Jeletheti ez könyvtári szolgáltatások feljavítását vagy új, interaktív rendszerek létrehozását archívumi gyűjtemények hasznosítására, de mindkét esetben digitális technológiákat használunk a multimédia feldolgozásban és az információ-terjesztésben, hogy kiterjesszük kulturális és intellektuális erőforrásainkhoz a hozzáférést sokkal szélesebb közönség számára.

Tipikus alkalmazások:

Számítógépes könyvtármenedzsment: a dokumentum források számítógépesítése,

Információ tárolás és hozzáférhetőség: elektronikus archiválás, dokumentumok elektronikus terjesztése, virtuális múzeum,

Értéknövelt könyvtári szolgáltatások: könyvtári hálózatok, kiadók és könyvtárak összekapcsolása, nyilvános könyvtári és más multimédia szolgáltatások integrálása a nagyközönség számára (például távtanulási célra).

Kereső rendszerek: intelligens információ kereső alkalmazások, különböző memória intézmények tartalmában való eligazodáshoz (szabványos metaadatbázis sémákkal).

Nemzeti Audiovizuális Archívum

A Nemzeti Audiovizuális Archívum (NAVA) kísérleti projekt célja az első digitális magyarországi audiovizuális műsorszórás kötelezpéldány archívum létrehozása volt. A magyar audiovizuális kulturális örökség olyan archívumát kívánták kialakítani, amelyik kompatibilis a nemzetközi műszaki és metaadat szabványokkal, tehát bármely nyílt rendszerű nemzetközi archívumhoz illeszthető.

A fő műszaki cél egy online digitális környezet megteremtése volt, amelynek része a nagy sebességű kapcsolat a műsorszórók (TV és rádió állomások) és az archívum között, valamint dedikált távközlési összeköttetések hálózata az archívum és nagy könyvtárak között.

Az archívum központi eleme egy nagy videó szerver, ez szolgál a beérkező audiovizuális anyag valós idejű digitalizálására. Az adatfeldolgozás után a tartalmat három különböző minőségben tárolják. A teljes anyagot tárolják böngésző ("internet") és szétosztási (pongyolán szólva a TV-n látható) minőségben, egy

kisebbségi részét pedig újrafeldolgozási minőségben is. A böngésző minőség kutatási célokra, a szétosztási minőség a tárolás céljára, az újrafeldolgozási minőség a kiemelkedő értékek megőrzésére szolgál.

A NAVA metaadat szerkezete a Dublin Core sémán alapul, tehát a modell magja mindenféle archiválásra alkalmazható. Egyfelől ez azt jelenti, hogy a NAVA adatbázisa kereshető módon összekapcsolódik mindegyféle kulturális örökség dokumentumokkal, másfelől ez teszi lehetővé különféle audiovizuális adatbázisok szabványosítását. Ílymódon a NAVA modell audiovizuális örökség archívumok adatkapcsolati központjaként és mindenféle magyar kulturális örökség adatbázishoz kapcsolódási pontként szolgál.

6.6.4. Közlekedési alkalmazások

Az IKT gyors megoldást kínál a közlekedési problémák némelyikére. A különböző telematikai szolgáltatások lehetővé teszik az úthálózat hatékonyabb használatát, az utak biztonságának javítását, a tömegközlekedés és a szállítmányozás hatékonyságának növelését valamint a szennyezés és a zajártalom csökkentését. Ráadásul az integrált hálózatokra új, értékknövelt szolgáltatások is fejleszthetők (például idegenforgalmi információkkal), amelyek rövid távon is új munka-lehetőségeket teremthetnek.

A technológia szerepe a jövő közlekedési rendszereiben.

Az IKT számos célt szolgálhat: a biztonság, a kapacitás vagy a kényelem növelését a fuvarozás és az utasszállítás egyes módjaiban; a forgalom áthelyezését az egyik módból a másikba (a környezetet kevésbé károsító módba) vagy akár a forgalom (a forgalmi ok) megszüntetését. Mindazonáltal eddig csak rövidtávú hatások részleges felmérése, értékelése történt meg. Csak néhány információs és kommunikációs technológiának van a forgalom minden szintjén hatása. Hosszú távon a közlekedési problémák enyhítése a közlekedési telematika révén csak átmeneti lehet mindaddig, amíg a kapacitásban és hatékonyságban elért eredmények marginálisak a közlekedés növekedésének általános trendjéhez képest.

Habár a közlekedési telematika technológiáinak megvalósíthatósága bizonyított, számos nem műszaki kihívás áll még a lehetőségek kiaknázásának útjában, mindenekelőtt a szabványosítás. Különböző területeken nagyban inkompatibilis technológiák versenyeznek a piaci részesedésért. (Például a közlekedők közötti üzenetkezelésben; a dinamikus útjelnélő/választó rendszerekben; a teherfuvarozási módok közötti nyomkövetés, stb.) Probléma a hozzáférhető IKT lassú bevezetése az alkalmazási területeken. A potenciális hosszú távú nyereség

nagy, ám ennek realizálását a jelen eljárási és szervezeti struktúráinak tehetetlensége még akadályozza.

Tipikus alkalmazások:

Autók automatikus navigálási rendszere. Az ilyen rendszerek a jármű és az információs „idegközpont” valamint a jármű és vezetője közötti valós idejű, automatikus adatcserén alapulnak: forgalmi adatokról, útállapotról, balesetről, időjárásról. Az információt rövid- vagy középsávú rádióhálózati végpontokon gyűjtik elektromágneses érzékelők és kamerák, amit azután távközlő hálózaton juttatnak el a forgalmi központba. A központ az autókhoz rádióan, az autórádió kijelzőjén juttatja el az adatokat vagy közvetlenül a fedélzeti számítógépbe küldi azokat. Ezek a fedélzeti információs projektek alkalmazhatók mind a városi forgalom, mint az országos és nemzetközi főútvonalak esetében, továbbá a forgalomvezérlő központok összeköttetésére és a tömegközlekedési rendszerek vezérlésében is.

Teherfuvarozás. Az EDI és a mobil kommunikáció felhasználható a járművek mozgásának jobb menedzselésére, a kombinált közúti-vasúti áruszállítás átrakási és monitorozási feladataiban, veszélyes rakományok szállításánál és a vámvizsgálatnál.

Elektronikus fizetési módok. Az elektronikus útdíj kártyák, a városi parkolási díjak kártyás fizető rendszerei, kisebb befektetési és üzemeltetési költséget jelentenek az üzemeltetőknek, csökkentik a lopások számát és a vandalizmust, nagyobb rugalmasságot és kényelmet ígérnek a felhasználóknak.

Utazási információk ma már sok városban elérhetők indulás előtt otthonról, az irodából, a buszmegállóban, a metróban és a pályaudvarokon, útközben fix vagy mozgó jelek segítségével.

A kihívások

Személyautó: A közúti közlekedés leginkább látható telematikai elemei a változtatható üzenetek. Az autópályákon ilyeneket alkalmaznak a sebességkorlátozás, a forgalmi viszonyoknak megfelelő forgalomszabályozás, baleseti figyelmeztetés céljaira. Városban gyakran alkalmazzák ezeket parkolásszabályozásra és P+R rendszerekben. A közúti balesetek számának csökkenése és az útkapacitás növekedése sok esetben bizonyítható. Digitális térképen és műholdas vagy más pozicionáló megoldással működő statikus utasírányító rendszerek más évek óta a luxusautók opciójaként megvásárolhatók. A dinamikus utasírányításhoz szükséges valós idejű forgalmi információ több módon is közvetíthető: RDS/TMC (Radio Data System/Traffic Message Channel), digitális rádió műsorszórás (DAB, Digital Audio Broadcasting), mobiltelefon (GSM) vagy az út mentén elhelyezett rövidhullámú kommunikációs antennák segítségével.

Tömegközlekedés: A (statikus) vasúti menetrend az Inter City vonatokról az Európai Unió egészében integráltan elérhető, továbbá egyes országok helyi vonatairól is.

Hollandiában már valamennyi tömegközlekedési eszköz (vonat, busz, villamos) menetrendi adatait integráló rendszert készítettek. Ilyen rendszerben nem a megnövekedett adatmennyiség, hanem az automatizálás mértéke a gond és a minőség, amit számos nemzeti, regionális és helyi közlekedési vállalat menetrendjeinek integrálásával kell elérni. A pályaudvarok és megállók neveit harmonizálni kell, az átszállási kapcsolatokat különböző közlekedési eszközök (például Inter City vonat és busz) között definiálni kell (például „öt perc séta, rokkant-lift van”). Ez a harmonizáció az első előfeltétel ahhoz, hogy az embereknek optimális „ajtótól ajtóig” szóló közlekedési láncot ajánlhassunk.

A teljesen intermodális (azaz többféle közlekedési eszközt kombináló) ajtótól ajtóig szóló információs rendszer tovább megy:

- az árakat, a helyfoglalást és a rendelést a teljes útra integrálja,
- az útvonal optimalizálása lehetséges a legrövidebb utazási időre, a legkevesebb átszállásra vagy a legkisebb költségre,
- integrálja az útnyilvántartást, azzal a céllal, hogy a célállomásokat és a nevezetes helyeket megtalálhassuk,
- valós idejű adatok összesítése a tömegközlekedés fennakadásairól, késéseiről vagy zavarairól, hogy a statikus információs rendszer dinamikussá váljon.

Ami a tömegközlekedés működtetési szempontjait illeti, helymeghatározási technikákat és kétirányú rádiós (és) adatkommunikációs rendszereket széles körben vezettek és vezetnek be a járműpark menedzselésére, továbbá azért, hogy valós idejű utas információkat csatoljanak be (például a várható érkezési idő jelzését).

Vasúti közlekedés: Fontos Európai Unió méretű telematikai terv a vasúti szektorban az ERTMS (European Rail Traffic Management System). Elsődleges célja a forgalomellenőrzés és irányítás fejlesztési eljárásainak és technológiáinak harmonizálása, azzal a céllal, hogy heterogén nemzeti vasúthálózatok magasabb szintű együttműködését elérjék. Harmadik, utolsó szakaszában az ERTMS-nek „mozgó szerelvény” alapú működést kell biztosítani. Ez a mód megengedi a szerelvény önálló helymeghatározását és a jelnélküli üzemelést, „föld-vonat” irányú folyamatos vagy szemi-folyamatos rádió jelátvitel segítségével. Az ilyen működés a vasúthálózat kapacitását jelentősen megnövelheti a biztonságos követési távolság csökkentésével. A műholdas rendszereket – amelyeket az USA-ban már sikeresen alkalmaznak a vasúti irányításban – nagyon rugalmas megoldásnak tartják, mert vágány-pontosságú vezérlést végeznek és ez esetben a fenti kommunikációs infrastruktúra szükségtelen.

Légiközlekedés: A légi biztonságot veszélyeztető széleskörű függőség a légi irányítás és a repülőgép közötti kapcsolatra használt rövidhullámú rádiótávközléstől. Az üzenetek torzulása vagy megszakadása félreértésekhez vezethet, ami a gépek légi ütközését okozhatja. Azonban a probléma áthidalására a technológiák már megvannak.

- az ADS-E (Automatic Dependent Surveillance Europe) rendszer az irányítóknak megadja a repülőgép helyzetét amikor a repülőgépek a transzatlanti repülés során kívül vannak a radartartományon,
- a fedélzeti „forgalmi figyelmeztető és ütközés elkerülési” (Traffic Alert and Collision Avoidance System, TCAS) rendszer informálja a pilótát, ha 25 kilométeres távolságon belül másik repülőgép van és kitérő manővert ajánl (a rendszer az USA-ban már kötelező),
- a repülőterek feletti forgalmas légtér számára olyan megoldásokat fejlesztettek ki, amelyek javítják a rövidhullámú kommunikációt.

Kikötők, tengerhajózás: A kikötői és tengerhajózási információs rendszerek két irányba fejlődnek. Az egyik IKT platform kialakítása elektronikus üzleti hálózat számára, ami különböző felek heterogén számítógép rendszereit köti össze, azért, hogy azoknak ne kelljen homogenizálni adatfeldolgozási formátumaikat és rendszereiket. A másik irányzat az adattárolás szabványosítása, hogy a különböző kikötői társaságok közösen használhassák.

A közlekedés kiváltása távközléssel

A IKT felkeltette a reményt, hogy e technológiák segítségével a személyközlekedés és a teherforgalom legalább egy része feleslegessé válik és a fizikai forgalom elektronikus forgalommal helyettesíthető. Valójában úgy tűnik, hogy a távközlés növekvő használata kétirányú hatást gyakorol a forgalomra: csökkenti és gerjeszti azt. (Például a távmunkások megspórolnak utazásokat, de idejüket más utazásokra is fordítják. Sok jel mutatja, hogy a „megnyert” idő egy részét szabadidő tevékenységekre fordítják, ami addicionális forgalmat hoz létre.)

A távközlés sok tevékenység helytől való függését csökkenti, így a helyválasztás nagyobb szabadságát teremti meg. Ez megerősíthet kívánatos településfejlesztést is (például az integrált vagy elosztott alkalmazást, a vidéki és gyengén fejlett régiók fejlesztését), de problematikus fejlesztéseket is.

A fizikai forgalom helyettesítésében megkülönböztethetjük az üzleti és a magáncélú alkalmazásokat. Az üzleti alkalmazások esetében kiemelt figyelmet érdemel a távmunka. Ez hatással van a (napi) munkabajáró közlekedésre. A távmunka sikere ugyanakkor inkább a vállalatok és alkalmazottaik érdekeitől függ, mint a közlekedési politika alakítótól. A rugalmasság növekszik, minthogy az új munkatartalmak kevésbé illeszkednek a szigorú nyolcórás munkanaphoz. Az alkalmazottak tágabb földrajzi körből választhatók ki.

Az otthoni távmunkán kívül a lakóhelyhez közeli teleházból, „táv-ingázó” (telecommuting) központból végzett tevékenység is egy fajta forgalomcsökkentő stratégia. A táv-ingázó központ lehet egy vállalat szatellit munkahelye, közel az alkalmazottak otthonához, vagy több cég által közösen használt infrastruktúra.

Az IT alapú multimodális „ajtótól ajtóig” utazási szolgálat felbukkanása

Az Odüsszeia az innovatív, multimodális (azaz különböző közlekedési eszközöket használó) ajtótól ajtóig tartó utazási szolgálata. Az Odüsszeiában a közreműködő partnerek autókölcsönzők (Avis, Rent-a driver – ez utóbbi sofőrszolgálat), helyi és regionális taxivállalatok (a holland vasúttársaság leányvállalatai). Az Odüsszeia közlekedési közvetítő szolgáltatást nyújt, a kínálati (szállítói) és a keresleti (utas) oldalon egyaránt. A szolgáltatás az egyéni utazók számára az integrált közlekedés-szervezés igénybevételét leegyszerűsíti. A szolgáltatás a következőkön alapul:

- testreszabott (irányítószámától irányítószámig) utakat összeállító „láncolat menedzsment”,
- hívasközpont az utasokkal, a közlekedési vállalatokkal és az utazásszervezéssel való kommunikálásra, késés esetén az utazási terv kiigazítható.

Minden ügyfél foglalási jegyet kap, ami az Odüsszeia (chip)kártyával együtt utazási biztosítás is egyben.

Irodalomjegyzék

- [6.6.1] Building the European Information Society for us all. Final policy report of the high-level expert group. April 1997. European Commission, Directorate-General for employment, industrial relations and social affairs. Unit V/B/4
- [6.6.2] eEurope. An Information Society For All. Communication on a Commission Initiative for the Special European Council of Lisbon, March 2000
- [6.6.3] Green paper on the convergence of the telecommunications, media and information technology sectors, and the implications for regulation. European Commission, Brussels, 3 December 1997
- [6.6.4] Henze, N., Naceur, K., Nejd, W., Wolpers, M.: Adaptive Hyperbooks for Constructivist Teaching. URL: www.kbs.uni-hannover.de/hyperbook/
- [6.6.5] Learning in the information society. Action plan for a European education initiative. 1998.
- [6.6.6] Living and working In the Information society: People first. Green paper
- [6.6.7] Longmire, Warren: A Primer on Learning Objects. Learning Circuits, URL: www.learningcircuits.org
- [6.6.8] Magyar, G.: A telematika és a fenntartható társadalom. Magyar Tudomány, 1998/11, pp 1298-1310.
- [6.6.9] Magyar, G., et al.: Metadata System of National Audiovisual Archive in Hungary. Invited Paper. 20th Conference of the Audio Engineering Society: Archiving: Restoration and New Methods of Recording. Budapest, 5-7 October 2001.
- [6.6.10] Magyar, G.: Networked Society and the Sustainable Evolution. Invited Paper. International Conference on Infocommunication Trends. Budapest, 11-12 Oct. 2001. Proceedings: CD-ROM
- [6.6.11] Magyar G.: "Fenntartható" lesz-e az információs társadalom? INCO, 1999/1. <http://www.inco.hu>
- [6.6.12] Mediasite: Net-Based Services Supporting Integrated Applications in Virtual Community, Product Engineering and Net-Based Learning.
URL: www.itnorrboten.se/projekt/mediasite/index.shtml
- [6.6.13] Nicola Henze, Kabil Naceur, Wolfgang Nejd and Martin Wolpers: Adaptive Hyperbooks for Constructivist Teaching. in KI-Themenheft vol. 4, 1999: Intelligente Systeme und Teleteaching.
- [6.6.14] Nicola Henze and Wolfgang Nejd: Bayesian Modeling for Adaptive Hypermedia Systems. In ABIS99, 7. GI-Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen, Magdeburg, September 1999. http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/joerding/abis99/EndPaper/henze_16/henze_16.html.
- [6.6.15] Nicola Henze, Wolfgang Nejd, and Martin Wolpers: Modeling Constructivist Teaching Functionality and Structure in the KBS Hyperbook System, CSCL'99: Computer Supported Collaborative Learning, Stanford, USA, Dec. 1999.
- [6.6.16] Peter Fröhlich, Nicola Henze, and Wolfgang Nejd: Meta-modeling for hypermedia design. In Proc. of Second IEEE Metadata Conference, Maryland, September 1997
- [6.6.17] Rutenbur, B.W., Spickler, G. C., Lurie, S.: eLearning – The Engine of the Knowledge Economy. Morgan Keagen, New York, 2000. 07.
- [6.6.18] Singh, Harvi: Achieving Interoperability in e-Learning. Learning Circuits, URL: www.learningcircuits.org
- [6.6.19] Study on the Use of advanced telecommunications services by Healthcare Establishments and possible implications for telecommunications regulatory policy of the European Union. Empirica, Gesellschaft für Kommunikations- und Technologieforschung mbH and Work Research Centre. Bonn/Dublin October 2000.
- [6.6.20] The situation of Telecommunications Services in the Regions of the European Union. Gallup Europe. 2000. URL: europa.eu.int/ISPO/infosoc/telecompolicy/en/EOStudy/Resid/2br.htm

[6.6.21] Wayne Hodgins, Marcia Conner: "Everything you ever wanted to know about learning standards but were afraid to ask." LiNE Zine's Fall 2000 issue.

6.7. Igazgatás, kultúra, jog

Szerző: Urbán Ágnes

Lektor: Gálik Mihály

A kilencvenes évek elején, az információs hálózatok, elsősorban az Internet terjedésekor leginkább a technológiai és üzleti kérdések foglalkoztatták a szakértőket: szélsőséges vélemények láttak napvilágot arról, hogy milyen lehetőségek rejlenek a hálózatok elterjedésében, és miként fogják megváltoztatni az üzleti életet, vagy akár az emberek hétköznapjait az új alkalmazások. A hálózatok etikája, kultúrája, irányítása és jogi háttere kezdetben sokkal kisebb hangsúlyt kapott, és csak az elmúlt években – nem kis részben üzleti okokból – vált fontossá néhány alapvető kérdés tisztázása.

6.7.1. A fő kérdések

Az Internet olyan jogi és kulturális környezetet teremtett, amelyben újra kell értelmezni néhány olyan kérdést, amelyre a hagyományos üzleti életben többé-kevésbé kialakultak már a válaszok. A szerzői jog, az elektronikus kereskedelem, az adatbiztonság kapcsán olyan problémák vetődtek fel, amelyeket egyelőre nem sikerült globális szinten megoldani. Ezek a következő alapkérdések köré csoportosíthatók.[2]

1. Mi az, ami etikus?
2. Mi az, ami legális?
3. Minek van gyakorlati jelentősége?
4. Minek van kereskedelmi értéke?

Ezekben a kérdésekben még az egyes nemzeti társadalmak is igen megosztottak, de ha az országok közötti különbségeket nézzük, még vegyesebb a kép. A gazdaság fejlettségében, a társadalom morális állapotában, a jogrendszer fejlődésében és a kulturális hagyományokban fennálló különbségek indokolják, hogy egyelőre hiányoznak az egységes irányelvek az Internet szabályozását tekintve. Eleve kérdéses persze, hogy ilyen egységes szabályozás egyáltalán lehetséges-e. A

helyzetet nehezíti, hogy a technika gyorsabban változik, mint ahogy a társadalom megoldást találna a felmerülő kérdésekre.

Az etikai kérdések esetében talán kisebb az eltérés a hálózatok és a hagyományos üzleti élet között, míg a jogi szempontból sokkal radikálisabb a különbség. Az egyes megoldások gyakorlati jelentősége és kereskedelmi értéke azonban nagyban függ a technológiai változásoktól, ami rövid és hosszú távon egyaránt kiszámíthatatlan.

Leggyakrabban hangoztatott megoldás az önszabályozás, amelynek során az iparág szereplői konszenzussal alakítanak ki a működés szabályait. Miután egy globális rendszerről van szó ez meglehetősen időigényes folyamat, ahol várhatóan az információs technológiában vezető országok kulturális mintái és anyagi érdekei érvényesülnek. További problémát jelent, hogy a technológia sajátosságaiból eredően mindenféle norma- és szabályrendszer betartatása, szankcionálása nehezen megoldható, még akkor is, ha az alapkérdésekben sikerül megállapodásra jutni.

6.7.2. Igazgatás

A hagyományos üzleti életben jól megkülönböztethető a tulajdonosi kör, a menedzsment és világosak a működést meghatározó szabályrendszerek, addig a hálózatok kapcsán ez már nem mondható el. A tulajdonjog – ezen keresztül a felelősség – tisztázásának módszere ebben az esetben kevésbé használható, és ez folyamatos vitákat kelt a modern társadalmakban.

A hálózat legfőbb jellegzetessége – noha ennek emlegetése már-már közhelyszámba megy – a globális kiterjedtség. Ez azzal jár, hogy az Interneten jelen levő kínálatnak nincsenek földrajzi korlátai, ugyanakkor azt is jelenti, hogy mindenkinek a globális piacon, globális konkurencia ellen kell versenyeznie. Ez azzal jár, hogy a nemzeti kormányok hagyományos módon már nem gyakorolnak, nem is gyakorolhatnak ellenőrzést a hálózatok fölött, ezt a szerepet más szervezetek kezdik átvenni. Azzal, hogy a kormányzat jórészt átengedi az igazgatás és szabályozás jogát a magánszektornak, egyben ennek a hatáskörnek egy sajátos privatizációját hajtja végre.

Az igazgatás formája nagyban függ attól, hogy mit tekintünk kiindulópontnak. Egy lehetséges megközelítés, hogy az az igazgatási rendszer, amely a hálózaton uralkodóvá válik, valamely ország nemzeti jogrendszerére épül. Ez minden bizonnyal az Amerikai Egyesült Államok lehetne, ami mind a használók számát, mind pedig az elektronikus kereskedelemben betöltött részesedését tekintve vezető hatalom. Elképzelhető ugyanakkor egy alulról felfelé építkező igazgatás is, ami a nemzeti kormányok vagy egyéb szervezetek között született multilaterális megállapodásokból, kétoldalú egyezményekből alakulna ki.

Amellett, hogy a nemzeti kormányok kezéből az üzleti vállalkozások és a civil szervezetek kezébe került az igazgatás joga, egy diffúziós folyamat is végbemegy. Egyre több kisebb-nagyobb szervezet létezik, amelyeknek mindegyike részt kíván venni valamilyen módon az Internet igazgatásában, és az ebből eredő hatalomban: míg tehát a nemzeti kormányok a maguk földrajzi határain belül monopolpozícióban vannak, addig az információs hálózatokat igazgató szervezetek egymással is versenyeznek.

Összességében három olyan tényezőt különböztethetünk meg, amelyeknek szerepe van a hálózatok igazgatásában, a szabályozási rendszer és a normák kialakításában.[2]

1. Földrajzi terület: miután a felhasználók esetében mindig jól meghatározható, hogy hol élnek, rájuk mindenkor érvényesek az adott ország kormányzatának intézkedései. Ez egyben azt is jelenti, hogy az ország jog- és adórendszerének előírásait kell betartaniuk, ami önmagában véve kijelöli cselekedeteik határait.

2. Internet szolgáltatók (Internet Service Providers, ISPs): az Internet szolgáltatók teszik lehetővé az egyes felhasználók kapcsolódását a hálózatokhoz. Ezek a cégek a világ legtöbb országában magántulajdonban vannak, és jelentős részük nemzetközi érdekeltségekkel is rendelkezik. A szolgáltatók amellett, hogy a hálózat elérését biztosítják gyakran website-ok tárhelyeként is működnek, és sokszor vetődik fel felelősségük azokért a tartalmakért, amelyek ezeken az oldalakon megjelennek.

3. Domain helyek: a domain címek biztosítják az internetes tartalom megjelenítésének és globális elérhetőségének lehetőségét, függetlenül a nemzeti határoktól és az Internet szolgáltatóktól. A címek kiosztása különböző szervezetek hatáskörébe tartozik, amelyek ily módon szintén hozzájárulnak a hálózatok működésének igazgatásához.

A legtöbb igazgatási probléma jól kezelhető az Internet szolgáltatók szintjén. Miután az üzleti érdekeik azt kívánják, hogy minél több fogyasztót vonzzanak, olyan jogi és etikai szabályokat vezetnek be, ami a nagyközönség elvárásainak és jó

ízlésének megfelel. Ennek ellenére a szolgáltatók felelősségének meghatározására mind a mai napig országoként eltérő gyakorlat alakult ki.

6.7.3. Demokrácia és szabadság az Interneten

Az Internet megjelenése és elterjedése során gyorsan kiderült, hogy újra kell gondolni a demokrácia és szabadság kérdését. Egyrészt minden korábbinál magasabb szinten valósulhat meg az eszmék szabad áramlása és a véleménynyilvánítás szabadsága (legalábbis a hálózatot használók körében), ami mindig is demokrácia alappillére volt. Másrészt azonban az Internet, és ezzel a különböző tartalmak terjesztésének globális lehetősége olyan veszélyeket is magában rejt, aminek káros hatásait egyelőre sem pontosan megbecsülni, sem kivédeni nem lehet.

Az Interneten megfigyelhető az ún. csoportpolarizáció jelensége, vagyis hogy a többé-kevésbé hasonló gondolkodású emberek egymásra találásával olyan homogén csoportok alakulnak ki, amelyekre kevésbé jellemző a vélemények sokszínűsége. Ez azzal jár együtt, hogy a hasonló gondolkodású emberek tovább erősítik saját – és társaik – véleményét (ld. pl. fórumok), és ezek az izolált csoportok egyre közelebb jutnak a szélsőséges véleményekhez. Ez hosszú távon a társadalom fragmentálódását segíti.[5]

A fenti folyamat önmagában nem túl jelentős, de látványos példája, hogy a politikai pártok honlapjain a legritkább esetben találhatóak meg a tőlük ideológiájukban különböző pártok linkjei. Ez a jelenség Magyarországon is jól megfigyelhető, a parlamenti pártok közül egyetlen olyan van, amelyik az összes többi párt linkjét elhelyezte weblapján. A többi párt esetében a külföldi partnerszervezetek és testvérpártok linkjei inkább megtalálhatók, mint az ideológiájában különböző magyar parlamenti pártok elérhetősége, ami jól mutatja a csoportpolarizáció jelenségét.

Egyelőre úgy tűnik, hogy bár a hálózat egészén valóban a véleménynyilvánítás szabadságának és az eszmék szabad áramlásának minden eddiginél magasabb szintje valósul meg, a felhasználók egyre kevésbé képesek befogadni azt a hihetetlen információ mennyiséget, ami számukra elérhetővé vált. Ez együtt jár a hírek előzetes szelekciójával, az egyének már azokat az

információforrásokat keresik, amelyekről biztosan tudják, hogy megfelel érdeklődésüknek és értékrendjüknek. Kérdés, hogy sikerül-e megtalálni azokat a technikákat, amelyek révén a felhasználók szabad véleményalkotása megalapozható.

Legalább ennyire fontos a szabadság kérdése, hiszen míg az egyik oldalon a hálózat a szabadság szimbólumává vált, addig a másik oldalon sokan a totális ellenőrzés lehetőségétől, a „Nagy Testvér” megjelenésétől tartanak. Országonként eltérő az Internet szabályozásának foka és ezáltal a virtuális szabadság mértéke, de a 2000. esztendőben a világ több országában felmerült az Internet kormányzati szabályozásának kérdése. Az egyik legsajátosabb, és a hálózat jellegétől tökéletesen idegen megoldás Kínában tapasztalható, ahol gyakorlatilag egy országnyi méretű Intranet rendszert alakítottak ki, szoftverekkel gátolva meg – de legalábbis jelentősen megnehezítve –, hogy a felhasználók szörfözés közben kijussanak a szó valódi értelmében vett világhálóra. Ennél is szélsőségesebb azonban Myanmar (korábban Burma) helyzete, ahol a tiltják a világhálóra való kijutást, és egy modem nem engedélyezett használatát akár 15 év szabadságvesztéssel is büntethetik.[1]

6.7.4. Jog

Az Internet jogi háttérét, a működést meghatározó szabályrendszert jellemzően két csoportra lehet osztani. Egyrészt ki kell emelni a gazdaság egészére jellemző versenyszabályozást, és a kiemelt szerephez jutott iparági szabályozást. Ennek minden országban komoly hagyományai vannak, bár kétségtelenül az elmúlt évek gyors technológiai változását követve a jogszabályi háttér is mindenhol komoly átalakuláson ment keresztül.

Legalább ennyire fontos azonban a tartalomszabályozás, amely a szerzői jogok érintettsége és a terjesztés újszerűsége miatt az elmúlt években egyre nagyobb szerepet kapott, így a jelek szerint szükség van valamiféle Internet-specifikus szabályozás kidolgozására.

Az Internettel kapcsolatos legfőbb jogi problémák a következő pontokban foglalhatóak össze[3]:

1. Szerzői jog. Az elmúlt években az Internettel kapcsolatos jogi problémák közül a szerzői jogok kérdése kapta talán a legnagyobb nyilvánosságot. Különösen a zenei művek esetében vált központi kérdéssé az Internetes szerzői jogvédelem, aminek egyik példája az a per, amit a nagy lemezkiadó társaságok a Napster, a dalok ingyenes letöltését lehetővé tevő cég ellen indítottak. A zeneszámok hálózati terjesztése technikailag könnyen megoldható, nem kell számolni a minőségromlással, az élmény csökkenésével (mint például a videó fájlok esetében), és ráadásul a könnyűzene fő célcsoportja ugyanaz a fiatal tehetsős réteg, amely egyben az Internet használók között is jelentős számban képviselteti magát.

A szerzői jog hatálya kizárólag az eredeti alkotásokra terjed ki, és a zenén kívül lehet írott mű, kép, audiovizuális mű, szoftver vagy adatbázis. Ez utóbbi szintén nagy hangsúlyt kapott az elmúlt időszakban, miután a hálózati technológia az adatbázisok területén forradalmasító hatású, létrehozásuk üzleti szempontból értékteremtő folyamattá vált. Az adatbázisok szerkesztése, amennyiben eredeti munkáról van szó, önmagában is szerzői jogi védelem alatt áll, de emellett az adatbázis létrehozójának a felhasználáshoz meg kell szerezni az adatok szerzőjének engedélyét.

2. Kifejezés szabadsága. A kifejezés szabadságát a legtöbb országban az alkotmány védi, és ez az alapelv érvényes az elektronikus kommunikációra is. Ez azonban nem mindenek felett álló érték, és bár vannak különbségek az egyes országok között, elmondható, hogy általában a rágalmazást, a törvénytelen cselekedetre való felhívást, rasszista kijelentéseket, a pornográf és obszcén tartalmak terjesztését nem védi a kifejezés szabadsága. Alapértékeit tekintve nincs jelentős különbség a hagyományos és az online média között, a hálózatok esetében azonban az ellenőrzés és a szankcionálás új problémákat vet fel.

3. Magánszféra védelme (Privacy). Egyrészt az elektronikus nyilvántartás (adatállományok), a levelezés, a kommunikáció megfigyelése és ellenőrzése vet fel súlyos etikai és jogi problémákat. Másrészt a személyi adatok számítógépes feldolgozása és az ezzel való visszaélés jelent potenciális veszélyt. A jól összeállított adatlistáknak komoly kereskedelmi értéke van, többek között az Amazon on-line könyvkereskedő cég ellen indult vizsgálat a vásárlók adatainak felhasználása miatt. Az elmúlt időszakban kiemelt figyelmet kaptak a nem kívánt elektronikus levelek, a spam-ek, aminek alapja éppen az, hogy vállalkozások marketingcélből adják-veszik a különböző e-mail listákat.

4. Hálózati marketing, elektronikus kereskedelem: Az Internetes hirdetések esetében – a hagyományos médiához hasonlóan – a legtöbb országban tilos a megtévesztő hirdetés, és korlátok közé szorítják az összehasonlító reklámozást is. Az e-kereskedelem egyik alapvető feltétele az elektronikus fizetés lehetősége, ami azonban nem választható el az adatbiztonságtól. Jogi és technikai problémák egyaránt akadályozzák az elektronikus kereskedelem további gyors fejlődését, a felhasználók jelentős része óvakodik attól, hogy a bankszámlaszámát és kódját megadja az Interneten.

5. Bűnözés az Interneten: A bűnözés egyik sajátos, kifejezetten a számítógépes hálózatok esetében létező típusa számítógépes rendszerekbe, adatbázisokba történő illegális behatolás. A hackereket gyakran profitszerzés

vezérli, sokszor azonban csak a siker örömeért próbálnak bejutni egy zárt rendszerbe vagy terjesztenek el világszerte vírusokat. A tevékenység büntetőjogi szankcionálása még sehol nem igazán kiforrott, ráadásul az elkövetés virtuális jellegéből adódóan a felderítési arány is alacsony.

6. Felelősség az Interneten: Az Internet sajátos technológiája és decentralizált felépítése miatt a felelősség kérdése nem egyértelmű. Mint korábban, az igazgatás kapcsán már volt szó róla, a hálózat működését alapvetően határozza meg a felhasználók, az Internet szolgáltatók és az egyéb szervezetek közötti viszonyrendszer. Országoként eltérő a szolgáltatói felelősség mértéke, egyelőre nincs egységes szabályozás ezen a téren.

Az Internet szabályozásának egy sajátos formáját jelentő megoldás a filterező, szűrő szoftverek elterjedése. Már 1995-ben megjelent a PICS (Platform for Internet Content Selection) szabvány, ami lehetővé teszi, hogy a számítógép tulajdonosa saját maga számára megsűrje a nemkívánatos tartalmakat (pornográfia, agresszió, szerencsejáték). A kilencvenes évek végén több új filterező szolgáltatás indult, van, amelyik a szerver, és van olyan, amelyik a felhasználó oldalán szűri az információkat, és nem egy közülük egy milliónál is több ügyféllel rendelkezik. Ez a fogyasztó számára biztosítja az önkorlátozás lehetőségét, és annak, hogy bizonyos tartalmak elérhetetlenné váljanak, elsősorban a gyermekes családoknál van nagy jelentősége. A dolog annyiban különös, hogy ebben az esetben a fogyasztók önként vállalják a saját szabadságuk korlátozását, ami a televíziós V-chipek (erőszakos jeleneteket kiszűrő szerkezetek) elterjedését leszámítva egészen sajátos formája a szabályozásnak.

Martin Bangemann, az Európa Unió egykori főbiztosa azt javasolta, hogy a világ kormányai tárgyalásos alapon állapodjanak meg az Internet szabályozás alapvető kérdéseiről, többek között a tartalomszabályozásról is. Egyelőre ez még nem valósult meg, és kétséges, hogy valaha is elérhető lesz. Az elgondolás jó, de az egyes országok jogrendszere, uralkodó ideológiája, valamint az állampolgári szabadságról és demokráciáról alkotott felfogása olyannyira különbözik egymástól, hogy a gyakorlatban aligha megvalósítható.

Éppen ez az oka annak, hogy a tartalomszolgáltatást tekintve egyre inkább az önszabályozás szerepe válik kiemelkedővé. Ennek előnye, hogy kidolgozása és betartatása egyaránt az iparági szereplők feladata, és ezzel hatékonyabb lehet bármilyen hatósági szabályozásnál. Amellett, hogy a felhasználónak is lehetősége van megsűrni az általa elérhető tartalmat, a hálózati tartalomszolgáltatók is egyre nagyobb hajlandóságot mutatnak arra, hogy betartsák a társadalom által elvárt írott és íratlan szabályokat. A különböző internetes közösségek, szövetségek körében

jellemzővé váltak a szabályozási és etikai kódexek, amelyeknek vállalása önkéntes, de ezután a tagok számára kötelező a betartásuk.

Már Magyarországon is megszületett a tartalomszolgáltatók szabályozási kódexe, amely egyelőre a hálózati tartalmak egyetlen valóban működő szabályrendszere.

„A magyarországi vezető internetes Tartalomszolgáltatók (továbbiakban: Tartalomszolgáltatók) annak érdekében, hogy

- az internetes tartalomszolgáltatás szabályai, eljárásai, szokásai meghatározásra kerüljenek és a szolgáltatók, a felhasználók és a szélesebb közvélemény előtt ismertek legyenek;
- az internetes tartalomszolgáltatás a szakmai szervezetek, a piaci résztvevők által szabályozott keretek között történjen;
- az internetes tartalomszolgáltatás illeszkedjen más, a tartalomszolgáltatáshoz kapcsolódó területek (a reklámozás, a sajtó, valamint az információszolgáltatás más részterületei) jogszabályi háttéréhez és kialakult önszabályozási rendszeréhez;
- a tartalomszolgáltatás jelen szabályrendszerét elfogadók és alkalmazók számára számára egyazon szabályok érvényesüljenek;
- a tartalomszolgáltatás fogyasztói, illetve valamennyi azzal kapcsolatba kerülő vagy arról véleményt alkotó számára e szabályok ismertek és számonkérhetőek legyenek;
- a tartalomszolgáltatás elfogadott szabályainak megsértése az önszabályozás keretei között szankcionálásra kerüljön;
- a Tartalomszolgáltatók választott szakmai szervezete képviselje a Tartalomszolgáltatókat más szakmai szervezetekkel, az állam különböző szerveivel és intézményeivel folytatott egyeztetésekben;
- a változó piaci körülményekre, a módosuló jogszabályi háttérre, a magyarországi környezetet befolyásoló nemzetközi folyamatokra, az állami szerepvállalás kialakítására a Tartalomszolgáltatók érvényes, egyeztetett és szakmailag megalapozott befolyást gyakorolhassanak, megalakítják a Magyarországi Tartalomszolgáltatók Egyesületét, mely kidolgozta, megvitatta és elfogadta az Egyesület Alapszabályát, a Tartalomszolgáltatás Kódexét, a Tartalomszolgáltatás Etikai Kódexét, valamint különböző ajánlásokat fogalmaz meg tagjai, és az azt elfogadó szervezetek számára a tartalomszolgáltatás részszabályairól, és azoknak az interneten való megjelenítéséről.”[6]

Irodalomjegyzék

[6.7.1] Barroso, P. (2000): Computer Ethics. in: Media Ethics (ed. Pattyn, B.). Peeters.

- [6.7.2] Dyson, E. (1998): Release 2.1. A design for living in the digital age. Broadway Books.
- [6.7.3] Hance, O. (1997): Üzlet és jog az Interneten. Panem–McGraw-Hill.
- [6.7.4] Olsen, S. (2001): FTC has a beef with spam. CNET NEWS.COM, May 24.
- [6.7.5] Iltis, A. (2001): Adding Up the Costs of Cyberdemocracy. The New York Times, June 2.
- [6.7.6] A Magyarországi Tartalomszolgáltatók Egyesületének Kódexe
<http://www.dura.hu/netkodex.html>
- [6.7.7] Kultúra, Média, Társadalom. Nemzeti Információs Társadalom Stratégia.
- [6.7.8] Stop signs on the Web. The Economist, Jan 11th, 2001

6.8. A távmunka

Szerző: Talyigás Judit

Lektor: dr. Karvalics Z. László

6.8.1. A távmunka fogalma, felosztása

A *távmunka fogalma* az elmúlt tizenöt-húsz évben az információs társadalom kérdéseinek keretében nyert egyre szélesebb teret. A fogalom természetesen nem új keletű, de a tartalma igen. Távmunkásnak nevezhette magát régebben a bedolgozó, aki hetente vagy havonta találkozott a munkáltatójával s otthonában végezte el a kiadott - általában egyszerű szerelési, esetenként varrási - feladatot. Távmunkások voltak a műfordítók, akik a könyvkiadóktól haza vitték az idegen nyelven íródott kéziratokat és azokat otthon műves magyar nyelvre fordították. A száguldó riporterek is távmunkások voltak, távol a munkáltatótól és a szerkesztőségektől. S talán ők voltak az elsők, akik munkájuk termékét, a riportot a munkáltatóhoz technikai eszköz segítségével - távíron, telexen, telefonon, faxon, majd Interneten - jutatták el. Azaz a munka eredménye "utazott" a munkavállalótól a munkáltatóhoz.

A tartalmi változás a hagyományos és az információs társadalomban használatos távmunka fogalom között az, hogy az előbbi esetekben a munkavállaló távol van a munkaadótól, de Ő viszi-hozza munkája termékét, az esetek döntő többségében. Az új távmunka fogalom alapja, hogy a munka tárgya, elektronikus úton jut el a munkavállalóhoz, illetve a munkafeladat eredménye, a termék a munkaadóhoz. Bár a hiedelem, hogy a távmunka végzés kizárólag otthoni munkavégzést jelent láthatóan téves, mégis meg kell jegyezni, hogy döntően erről van szó. Természetesen így is sok változata található meg ennek az új munkavégzési formának, módszernek.

A *távmunka* sokféle módon csoportosítható, csak néhány példát említve: az ellátott feladatok milyensége, a munkaadó és a munkavállaló közötti kommunikáció milyensége szerint, de a munkavállaló függősége szerint is.

- Alapvetően megkülönböztetjük a távmunkát az *ellátott feladatok tartalma* alapján, ahol minden esetben meghatározó a munkavállaló szakmai

képessége. Ismert: a kreatív távmunka és az egyszerű kevés szakképesítést igénylő tevékenységek. Érdekes már itt megjegyezni, hogy ez a két csoport az általánosan jellemző, nagyon ritka a köztes feladatot ellátó távmunka tevékenység. Az elsőben a szinte szakképzettség nélküli munkavállalók elsősorban adatrögzítői feladatokat látnak el, amíg a másodikban tervezői, fejlesztői tevékenység folyik gyakran országhatárokon át.

- *A munkaadó és a munkavállaló közötti kommunikációra* jellemző a személyes találkozások gyakorisága.: azaz eltérő jellegű az a távmunka, ahol a munkavállaló hetente legalább egyszer bent tölt egy napot a munkahelyén és lehetősége van kollegáival és munkaadójával személyesen megbeszélni és kiértékelni munkáját. Egészen más jellegű munkakapcsolatról beszélünk, amikor szélsőséges esetben sose találkoznak, és nem is tervezik azt. Ebben az esetben csak Interneten tartja a munkakapcsolatot a munkavállaló és a munkáját meghatározó és ellenőrző főnöke. (Erre példa a későbbiekben említésre kerülő virtuális vállalat is.)
- Jelentős különbségek vannak *munkaszerződések* szerint: azaz, hogy a munkavállaló minden jövedelme a távmunkán alapszik - ezen belül is, hogy egyszerű munkavállaló vagy független vállalkozó – vagy jövedelem kiegészítésként alkalmazza ezt a munkavállalási formát.

6.8.2. A távmunka feltételei:

A távmunka elterjedésének mindenki által elfogadott szükséges feltétele a *technikai háttér*, a távközlési eszközök elterjedése és használatuk megfelelő ismerete, folyamatos tovább tanulási készséggel és képességgel. A távmunka technikai feltétele a munkaadó és munkavállaló között létező - e-célből vagy ettől függetlenül is meglévő - hálózati kapcsolat. E hálózat lehet általános Internetes vagy intranetes. A munka jellegétől függően azonban eltérő igények merülhetnek fel: pl.: nagy bonyolult tervezési feladatoknál, szükséges lehet nagy mennyiségű adat időszakos áteresztőképességének biztosítása, több vállalat esetleg több ország közös fejlesztő tevékenysége esetén az előre tervezett időpontokban kell lehetővé tenni az Internetes kapcsolat lehetőségét. A távmunka az esetek jelentős részében csak adott időszakokban, "munkafelvétel" és "munkaleadás" vagy konzultációkor igénylik a hálózati elérhetőséget. Az Internetes tevékenységek egyik kiemelkedően fontos technikai követelménye az adatok védelme, biztonsága, titkosítása. Ez általában intranetes hálózaton egyszerűbb megoldásokkal érhető el. Az elektronikus aláírás elterjedése, amelynek ma már van a törvényi háttere, vélhetően ilyen szempontból segíti majd a távmunkát.

A technikai feltételek, azok megléte és használatuk készsége, ismerete szintén a munkavállalók és munkaadók oldalán egyaránt jelentkező kérdés. Ez mondhatjuk a távmunka alapja. Ezt egészíti ki a *humán feltétel*, azzal, hogy legyen aki ilyen módon képes kiadni a feladatot és a másik oldalon a munkavállaló legyen képes az így megfogalmazottakat értelmezni és végrehajtani.

A távmunka egyik "bája", hogy nem kötött a munkaidő, a munkavállaló a nap bármely időszakában elvégezheti a kiadott feladatot. De vajon a "főnök" is rendelkezésre áll minden szükséges időpontban? Így igen fontos további technikai, munkaszervezési kérdés a szükséges konzultációk, ellenőrzések rendszerének megvalósítása munkaadó és munkavállaló között. Ez megint a már sokszor emlegetett két munkaterület felé viszi a távmunkát, a kreatív kevés konzultációt igénylő és a nagyon szabályozott egyszerű tevékenységek irányába.

A távmunka elterjedésének feltételei között kevésbé említik meg az idevonatkozó adó és *munkajogszabályok* ismeretét, ritkán említik a lelki felkészítés szükségességét az esetleges "magány" okozta feszültségek feloldására, valamint a technika függőség kezelésének elfogadását.

Magyarországon a távmunka munkajogilag nem szabályozott, a munkatörvénykönyv nem tér ki ennek speciális vonatkozásaira. Így a munkavállalók egyéni felkészültsége határozza meg, hogy munkaszerződésükben képesek e érvényt szerezni általános és egyéni érdekeiknek. Ez elsősorban a munkaidő, szabadság területét érinti. De fontos kérdés lenne, hogy egyértelmű szabályozásra kerüljenek: a technikai okok miatti nem teljesítések felelősségének, a munka technikai feltételeinek biztosításának, karbantartásának és költségeinek kérdései is.

A munkaadók fogalmazzák meg azon aggodalmukat, hogy a távmunkához kapcsolódó *jogi szabályzás hiányos*. A munkavállalók e kérdést nem vetik fel, bár vélhetően őket sújtja jobban ez a tény, mert alapvető szervezeti hiányosságok miatt érdekeik marginálisan jelentkeznek, nincs módjuk és nincs olyan szervezet, amely érdemben képviselné őket.

A munkavállalók esetében, induljunk ki a hazai helyzetből, az új munkatörvénykönyv se szabályozza a munkaidő, a szabadság vagy éppen a túlmunka fogalmait erre a hagyományostól eltérő munkavégzési módszerre. Nem szabályozottak a munkaadó és munkavállaló közötti munkaszerződési kötelezettségek. Ennek első

számú oka, hogy jelenleg hazánkban elenyésző, az ilyen formában munkát vállalók száma, és azok egy része is nem hazai munkaadóval áll - ha áll - szerződéses viszonyban. Második ok, mint jeleztük, hogy a munkaerő piacon döntően a távmunkát keresők jelennek meg, amíg a kínálati oldal szinte elhanyagolható.

E kérdéskör vizsgálatánál fontos megismerni az információs társadalmon belül, e területekhez kapcsolódó EU irányelveket. Az EU az információs társadalom építésének fejlesztésének egyik fontos elemeként definiálta 2000-ben az új munkahelyek teremtését, a munkavállalók felkészítését. Igaz elsősorban nem a távmunka lehetőségeire utalt.

A jogi szabályozás egyik alapvető kérdése, hogy melyek azok a területek, amelyeket nemzeti szinten lehet szabályozni, és melyek esetében léteznek már jelenleg is EU irányelvek illetve javallott a jogharmonizáció.

A *szociális háttér* kérdése a távmunka kutatásával elemzésével foglalkozók számára ismert. A munkaadó részére nem indokolt, hogy vizsgálja e területet és féltő, hogy a hazai munkavállalók nem tudják, hogy ez is döntő kérdés. Az otthon dolgozók, mint utaltunk rá nem képesek - ha munkájukat megfelelő módon kívánják ellátni - többlet törődni gyermekeikkel, vagy esetleg beteg szüleikkel. A többlet, lehetősége hogy munkavégzésük során nincsenek adott időpontokhoz kötve. De kérdés, hogy a bezárt ajtó, azaz az elkülönült munkahely lehetősége biztosítható-e a lakásban, és ha igen a családtagok figyelembe veszik-e ezt a szükséges feltételét a távmunka végzésének.

E kérdés másik oldala, hogy az a munkavállaló, aki megszokta, hogy közösségben dolgozik, élete jelentős részét másokkal együtt tölti, közös kávézás, közös ebéd, két szó a folyóson, ha most egész nap egyedül van, nem jelentkeznek a bezártság, a depresszió jól ismert jelei ?

Egy olyan munkavállalói kör van, akikre az előző pont e formában nem érvényes, akik számára az emberré válás folyamatának elősegítője lehetne, ezek a mozgás korlátozottak.

Ezért fontos a távmunka támogatása a mozgáskorlátozottak esetében, mert közülük a diplomások elhelyezkedési aránya rosszabb mint az átlag.

6.8.3. A távmunka szereplői

Távmunka akkor jön létre, ha a munkaadó és munkavállaló közös megegyezéssel e munkamódszerre kötnek szerződést. Jelenleg sokkal több, elsősorban a munkavállalókban a pozitív hiedelem, e munka módszerhez kapcsolódóan, mint a valóságos előny. Így a távmunka a munkaerő piacon elsősorban a nagyobb kínálattal, mint kereslettel van jelen ez a tény erősíti a munkaadók lehetőségét, hogy sajátos érdekeiket megtartva, azokat érvényesítve kössenek munkaszerződéseket.

Munkaadók:

Az európai vállalatok, szervezetek nagy része ma már elfogadóan viszonyul a távmunkához, ennek ellenére még ma is nagyon sok tényező gátolja a rugalmas módon szervezett munkafolyamatok szélesebb körben való terjedését. Az európai felmérés során megkérdezték a vállalatok döntéshozóit arról, mit tekintenek ma a távmunka legfőbb akadályának. Legtöbben az adatvédelem kérdését jelölték meg első helyen. Másodikként szerepeltek a távmunkában végzett munka minőségével a produktivitással kapcsolatos aggályok. "Jó gondolat a távmunka, de nem hiszem, hogy az én alkalmazottaim körében működné" nyilatkozták. Gondként említették a vállalatok döntéshozói a távmunkások irányításának nehézségét, a változás iránti motiváltság hiányát, a magas költségeket, a kapcsolatok szervezésének nehézségeit, egészségügyi, társadalombiztosítási, munkajogi problémákat, valamint, igaz csak az utolsó helyen, a munkavállalók távmunka iránti érdeklődésének hiányát és a szakszervezetek ellenállását E sok tényezőt tartalmazó felsorolást érdemes részleteiben is végig gondolni. A munkaadók a távmunkát elsősorban költségeik csökkentése érdekében alkalmazzák. A távmunka alkalmazása lehetőséget biztosít iroda fenntartási, beruházási, utazási költségeik mérséklésére. Kiadásaik további szűkítését teszi lehetővé ha távmunkásaikat részmunkaidőben vagy időszakosan foglalkoztatják.

Munkavállalók

A távmunka kérdés körével a munkavállalók két esetben foglalkoznak ha döntés született munkahelyükön ilyen formájú munkavégzés bevezetéséről, vagy ha munkanélküliként e formában remélnék munkavállalási lehetőséget. Ez azt jelenti,

hogy döntően szélsőséges és nem megfontolt véleménnyel, elemző ismerettel rendelkeznek.

6.8.4. Nemzetközi helyzet

A magyarországi távmunka helyzet alakulása, az EU országok tapasztalatai alapján prognosztizálható, ha figyelembe vesszük a hazai sajátosságokat is.

Az európai helyzetet legjobban az Európai Unió területén végzett felmérések reprezentálják. A kilencvenes évek közepén - 1994-ben - még alig volt távmunkás, 1996-ban már néhány millióról beszélhetünk és 1999-ben számuk elérte a kilenc milliót. Ez a számsor akkor értékelhető, ha ismert az is, hogy az 1999-ben megvizsgált országok munkavállalóink 6%-át alkalmazták távmunkásként és megoszlásuk országonként is igen eltérő.

Ország neve	Távmunkások száma ezer fő	Összmunkavállaló százalékában %
Írország	61	4,4
Anlia	2 027	7,6
Spanyolország	357	2,8
Olaszország	720	3,6
Franciaország	635	2,9
Németország	2 132	6,0
Finnország	355	16,8
Svédország	594	15,2
Dánia	280	10,5
Norvégia	1 044	14,5

(forrás:ECATT 1999, cf.www.ecatt.com)

Érdeemes az 1999 évi felmérésnek, azaz a 9 millió munkavállalónak a távmunka formái szerinti megoszlását is megismerni. Közel 3 milliós volt a rendszeresen otthonról dolgozók tábora, ugyanennyien voltak az alkalmanként távmunkázók, 2,3 millióra tehető a mobil (tehát változó helyszínekről dolgozó) távmunkások száma, és mintegy másfél millióan voltak az otthoni kisértékkel rendelkező egyéni és kisvállalkozók.

Az adatokat vizsgálva látható, hogy trendek szerint is a távmunka elsősorban a négy északi államban lesz jellemző. Ennek oka csak részben az, hogy ezekben az országokban a legmagasabb az Internet prenetáció. Vélhetően hasonlóan fontos szempont, hogy ezekben az országokban kiemelkedően magas az életszínvonal,

ezzel összhangban a diplomások száma igen magas. De e tényezők mellett, legalább ilyen mértékben meghatározó szempont a távmunka elterjedésében a zord időjárás miatt kialakult, a többi európai országtól eltérő emberi kapcsolatok, szokások rendje.

Látató a távmunka elterjedése sok összetevőből származik.

Az Európai Unió területén a munkavállalók átlagosan 6%-a végez távmunkát. A munkavállalókra jellemző, hogy döntően 30-40 év közötti korosztály, diplomások - esetenként több diplomások - és férfiak. A munkaadó vállalattól nem laknak messzebb 50 km-nél, azaz biztosított a folyamatos - szükség szerinti - személyes munkakapcsolat is. A távmunkások nem végeznek több házimunkát, mint a hasonló tevékenységet ellátó, nem távmunkások. . Jellemző, hogy szerződést úgy kötnek velük, hogy a munka teljesítmény után fizetnek, azaz nem kapnak rendszeres bért. Más megközelítésben nem rendelkeznek jövedelemmel akkor, ha nincs munkájuk.

6.8.5. Hazai helyzet

Hazánkban a távmunka kérdésével hosszú évek óta, különböző szervezetek és tanulmányok foglalkoznak, de az e formában foglalkoztatottak száma jelenleg még elenyésző.

Hazánkban a Teleház mozgalom az egyik kiemelkedő szervezője és hirdetője atávmunkának. Honlapjáról elérhető az egyetlen magyar nyelvű távmunka információs portál. <http://www.tavmunkainfo.hu/>

Az itt található ajánlatok viszonylag széles munkaköri spektrumot fednek le a fordítótól a könyvelőn át a grafikusig. A konkrét megkeresések mind munkavállalók mind munkaadók részéről további linkelésekkel érhetőek el. Ezen ajánlatok között egyaránt vannak hazai és más országból származók. A portált folyamatosan frissítik. Hosszabb időn át tartó tanulmányozás után megállapítható hazánkban is, a távmunkát ajánlók döntően szakembereket, lehetőleg főiskolai egyetemi végzettséggel rendelkezőket keresnek. A távmunka hazánkban se csökkentheti érdemben a munkanélküliséget.

A távmunka elterjedése, a munkanélküliség visszaszorításában nem hatékony "fegyver". A hazánkra jellemző, területileg egyenlőtlen gazdasági fejlődés

kiigazításában, a leszakadó régiók - például a lassabban fejlődő kelet-magyarországi térség - felzárkóztatásában már szerepet játszhat ez a munkamódszer. A távmunka alkalmazása ugyanis nem ismer földrajzi korlátokat. Közismert tény, hogy Magyarországon a munkavállalók területi mobilitása is gyenge, a távmunka-hálózatok kiépítése viszont e hátrányt, feloldhatja - virtuálisan - és ez kedvező változásokat indukálhat.

Érdeemes felidézni néhány hazai kutatási eredményt. A távmunka-alkalmazásának gazdasági összefüggéseiről feltett kérdések esetén (ahol a válaszadó 5-1 pont között osztályozott és 5-pontot adott ha teljes mértékben egyetértett a kérdéssel és 1-est pedig ha egyáltalán nem értett vele egyet.) (N=100)

Válaszok és osztályzatok átlaga:

a távmunka alkalmazása jelentős mértékben csökkentené a cégek irodai költségeit	3,55
a távmunka alkalmazása jelentős mértékben csökkentené a közlekedés, a tömegközlekedés zsúfoltságát, a levegőszennyezést	3,53
a távmunkások kiképzése, betanítása, felszerelése komoly anyagi nehézséget jelentene a cégek számára	3,48
a távmunka alkalmazása komoly munkaszervezési nehézségeket okozhat a cégeken belül (pl. a kapcsolattartásban, az ellenőrzésben)	3,30
a távmunka alkalmazása jelentős mértékben csökkentené a magyarországi munkanélküliséget 2,49	
a távmunka révén a munkaadók könnyebben jutnának hozzá olcsóbb, kvalifikáltabb munkaerőhöz	2,49
a távmunka révén lehetőség volna a hátrányos helyzetű régiók felzárkóztatására	3,20
a távmunka alkalmazása komoly mértékben hozzájárulna ahhoz, hogy a munkavégzés hatékonyabb, nagyobb teljesítményű legyen	2,98

(forrás: <http://www.tavmunkainfo.hu/>)

2000 tavaszán végzett hasonló 1-5 pontig választható érték skála alapján a lakosság válaszai a következő kérdésekre, az alábbiak szerint alakultak:

1. sz. kérdés :

Munkája elvégezhető csak számítógépes és telefonos kapcsolatban a munkahelyével ?

Egyáltalán nem ért egyet	63 %
Kicsit nem ért egyet	6 %
Kicsit egyet ért	9 %
Részlegesen ért egyet	
Teljesen egyet ért	7 %
Nem tudja	11 %

2. sz. kérdés

Tíz év múlva Magyarországon az emberek jelentős része otthonában dolgozik majd ?

Egyáltalán nem ért egyet	29 %
Kicsit nem ért egyet	17 %
Kicsit egyet ért	22 %
Részlegesen ért egyet	10
Teljesen egyet ért	7 %
Nem tudja	15 %

A legtöbb európai országban, és egy közelmúltban Budapesten rendezett távmunka témájú tapasztalatcserén elhangzottak szerint hazánkban is távmunka bevezetésére, elterjedésére jellemző folyamat a vidéki fiókhálózatok leépülése, a bankok és biztosítótársaságok helyi kirendeltségeinek, a vállalatok által fenntartott méregdrága irodaházak számának csökkentése. Új trend az adminisztratív funkciók call centerekben történő centralizálása. Ilyen esetekben a távmunka a központtól földrajzilag távol eső, mégis nélkülözhetetlen szaktudás elérésének eszköze lehet.

6.8.6. A távmunka bemutatására néhány konkrét eset

A jelenlegi európai helyzetet, a munkaadók és munkavállalók érdekeit azaz a szereplők valós helyzetét és lehetőségeit legjobban néhány konkrét példa felvillantása teszi érthetővé felhasználva a Telework London 2000 konferencián elhangzott esettanulmányokat:*

- Alan Denbigh a brit Távmunka és Teleház Szövetség (TCA) elnöke szerint a kialakult közlekedési káosz még inkább felhívja a figyelmet a távmunkában rejlő lehetőségekre. Az otthonról dolgozók zavartalanul folytathatták napi munkájukat, hiszen az információs szupersztrádán való haladást nem akadályozzák a közlekedést torlódások, sztrájkok. Számszerűen is kimutathatók azok az adatok, hogy a távmunkában dolgozók havonta mennyi üzemanyagot és időt takarítanak meg.
- Az Automobile Association (AA) a nálunk ismert "sárga-angyal" szolgáltatás angol megfelelője. Irodáiban a nagy dolgozói létszám miatt már elviselhetetlen volt a zsúfoltság. A segélykérő hívások 80%-a a reggeli és a délutáni csúcs óráiban futott be. Így sem a szokásos napi nyolc órás munkaidő de a váltott műszakos foglalkoztatás sem volt igazán szerencsés. Az "AA" átszervezésekor a távmunkára önként jelentkezők közül választottak ki 150 dolgozót, akik számára ideális volt, hogy otthon berendezett irodájukban a reggeli és délutáni csúcsidőben 3-3 órát dolgozva lássák el feladatukat. Az ismertetett projekt tanúsága szerint a távmunka program előnyei akkor jelentkeznek a munkaadó és a munkavállaló oldalán egyaránt kölcsönösen, ha a dolgozónak van választási lehetősége.

- A British Telecom a call center szolgáltatást valósította meg, otthoni irodákba való kihelyezéssel. Az eredmények várakozáson felüli sikert hoztak. Az otthon 6 órában dolgozó munkatársak több hívást bonyolítottak le, mint egykor az irodában ülve 8 óra alatt, tehát egyszerre sikerült növelni a munka hatékonyságát, és az életkörülményeikkel elégedett dolgozók számát.
- A németországi LVM Versicherungen 100 millió német márkát takarított meg azáltal, hogy a tervezett észak-münsteri irodaház felépítése helyett távmunkaprogramba kezdett. A biztosítótársaság központjában alkalmazott munkatársak 30%-a, mintegy 500 fő dolgozik most otthoni irodájából. Az LVM 10%-os produktivitás növekedést mutatott ki a távmunkások körében.
- A British Telecom nagyszabású, eBT-nek nevezett távmunka programjával mintegy 180 millió font értékű ingatlanokkal kapcsolatos kiadást valamint 20 millió mérföldnyi utazást takarított meg, emellett 20 %-kal növelte a produktivitást. A BT-nél jelenleg több mint 4000 regisztrált otthoni irodával rendelkező és további 36.000 rugalmasan, azaz irodához nem kötött munkatárs dolgozik.
- A Italia Telecom a múlt évben egy kísérleti programot indított, melynek keretében a távközlési cég tudakozó szolgálatának 2000 munkatársa közül mintegy 200 erre jelentkező operátor otthoni irodából látta el napi munkáját. A kísérlet vezetője elmondta, hogy felméréseik szerint az otthon dolgozó ügyfélszolgálatos munkatársak 80%-a kifejezetten pozitívan értékelte, tehát élvezte az otthoni munkavégzést, csak a dolgozók kis hányada küzdött az izoláció problémájával.

A statisztikai adatokkal való dobálózás a távmunka körüli figyelemfelkeltés közhelye. A távmunka előnyei alátámasztják az ennek terjedésére vonatkozó merész jóslatokat. A hagyományos munkahelyi formák feltörése, a távmunka megvalósítása és elfogadtatása sokkal de sokkal nehezebb mint valaha hittük. Minél több helyen végzik sikeresen a távmunkát, annál inkább elfogadottá válnak a rugalmas munkaformák a gazdaság mind több területén, ez azonban korántsem gyors és egyszerű folyamat.

A tudás-alapú társadalom és gazdaság megvalósulásával reálisan a dolgozók kb. egyharmada fog legalább munkaideje egy részében rugalmas módon dolgozni. Nagy-Britanniában a távmunkában dolgozók száma 2000-re elérte az 1,6 millió főt, (ez a munkaképes lakosság 8%-a) ami 20%-os növekedést jelent az előző évhez képest.

6.8.7. A távmunka kinek az érdeke ?

Érdeemes csak röviden visszatérni erre a kérdésre. Felidézve az esettanulmányokat elmondható a távmunka esetében a munkaadó a meghatározó

szereplő. A munkaadó érdeke, hogy a működtetés költségeit csökkentse, és ezzel egy időben nem növeli az otthon dolgozó beosztott bérét, vélhetően csak a munkavégzés ellátásához szükséges infrastruktúra kiépítését támogatja. Jelentős anyagi áldozatra, befektetésre, kiemelkedő bérezésre akkor kerül sor, ha különleges szakmai tudást keres és ily módon találja meg, van lehetősége foglalkoztatni.

Végezetül egy mondatban érdemes felidézni a **virtuális vállalat** fogalmát, amikor olyan vállalkozásról van szó, amelynek valós (hagyományos) elemei, épületei irodái nincsenek . A munkavállalók egymással is csak az Interneten keresztül kommunikálnak, és ily módon fejlesztenek közösen , végeznek el összehangoltan feladatokat, gyakran több földrészen élve. Ennek is általában a vállalkozások tulajdonosainak, megfontolt gazdasági - profit orientált szempontjai - a meghatározói.

6.9. Teleházak Magyarországon

Szerző: Gáspár Mátyás

Lektor: dr. Karvalics Z. László

6.9.1. A teleházzól - röviden

Az információs társadalom lehetőségeihez való közösségi hozzáférés gyorsuló tempóban terjedő megoldása a teleház. Szabatos megfogalmazásban közösségi teleszolgálati központoknak (community teleservice centers) nevezik azokat a nyilvános szolgáltató helyeket, ahol a távközlés eszközeinek, valamint a számítógépek és a hálózat (Internet) használatához segítik az igénybevevőket, támogatják őket az infokommunikáció új eszközeinek, szolgáltatásainak megtanulásában, begyakorlásában, alkalmazásában. Azok számára, akiknek nincs módjuk vagy nem áll szándékukban mindezt elsajátítani, de szükségük van a szolgáltatásokra, a teleház "kulturális fordítókorong" gyanánt szolgál.

Nem véletlen, hogy a fejlett és fejlődő világban egyaránt elsősorban a kis településeken terjed az új szolgáltató intézmény. Az informatikai és távközlési infrastruktúra sokféle felhasználásra ad lehetőséget a kapcsolattartástól, információszerzéstől, tanácsadástól és ügyintézésétől, a munkán, üzleten, tanuláson, művelődésen keresztül a szórakozásig. Szinte nincs az életnek olyan területe, ahol egy teleház ne tudna nyújtani valamit. Ha egy kisközösség – méretgazdaságosan - csak egy ilyen célú infrastruktúrát engedhet meg magának, akkor a teleháznak mindezeket az igényeket ki kell szolgálnia. Amikor az iskola, a művelődési ház, a könyvtár, az önkormányzati hivatal, az orvos, a posta nem tud ilyen technikát fenntartani, más intézmények - családsegítő, vállalkozói központ, bank, stb. - meg nem is léteznek a kistelepülésen, akkor - az igényeket "összetolva", az állami, civil és üzleti szolgáltatásokat egyaránt felvállalva, a teleház mindezt magára vállalhatja.

A teleházak korszerű információ- és kommunikációtechnikával ellátott szolgáltató intézmények, feladatuk az infrastruktúra rendelkezésre bocsátása minden olyan célra, ami az adott kisközösségben fontos. A teleknyhók szerényebb eszköz- és szolgáltatási rendszerrel működő kisebb, esetenként "fejlődésben lévő"

teleházak. Nem ritkán igénybe veszik a környezetükben működő nagyobb intézmény segítségét szolgáltatásaik teljessé tételéhez. Az egészen kicsiny (néhány száz fős) településeken gyakran nincs is szükség a teleházak minden lehetőségre kiterjedő, közösségi szolgáltatásaira (pl. kistérség-fejlesztés kiszolgálása).

6.9.2. A magyar teleháztörténet

A magyarországi teleház programot sikertörténetként tartják számon itthon és külföldön egyaránt. 1994-ben, májusban a nagymágocsi (Csongrád Megye) könyvtárban²² és júniusban egy csákberényi helyreállított házikóban nyitottak az első falusi teleközpontok. Az 1995-ben alakult Magyar Teleház Szövetség 2000-ben fogadta el a Nemzeti Teleház Stratégiát, mely az alábbiakban prognosztizálta a teleházak fejlődését. 2000-ben. (A telekunyhóknak kisebb arányú növekedését leszámítva a prognózis "működött").

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Teleházak száma	2	2	5	20	80	150	200	400	600	800
Telekunyhók száma	-	-	-	-	20	50	100	300	600	1200

Ma már az Interneten (honlap, multimédia magazin, CD) és hagyományos formában is (cikkek, hírlevél, könyv, videó) jelentős irodalom, sok forrás áll rendelkezésre a témában, így a teleház-jelenség elemzéséhez két kérdésre kell választ adnunk: Mi a titka ennek a sikernek? Van-e jövője a teleházaknak?

A teleház-mozgalom sokakat érdeklő, lelkesítő, nagyszerű kezdeményezésként bontakozik ki, hálózata feltartóztathatatlanul terjed. A teleházak együttesen számtalan - több mint 60 féle - szolgáltatást nyújtanak a köz-, civil és üzleti szférában egyaránt. Fokozatosan veszik birtokba lehetőségeiket, alkalmazkodnak a helyi igényekhez, így eltérő szolgáltatásokat eltérő színvonalon nyújtanak.

Ha a teleházak késlekednek az egységes minőségbiztosítás, monitoring menedzserképzési rendszer bevezetésével, a teleházak hálózati gazdaságba való bekapcsolásával (elektronikus kereskedelem, távmunka, távügyintézés, távtanulás),

²² Ez a teleház néhány hónap múlva bezárt, majd 2000-ben nyitott ki újra, így a csákberényi lett az első, ma is működő teleház Magyarországon.

ez veszély a jövő szempontjából. A civil, mozgalmi vagy éppen költségvetési szellemben fogant teleházak egy része még távol áll a hálózati léttől, az üzleti szellemtől. A helyi viszonyokba illesztés fortélyait, a teleházak küldetését településről-településre, közösségről-közösségre újra-és-újra fel kell fedeznie a helyi "térítőknak".

6.9.3. A magyar modell

A közösségi hozzáférés megoldásai, a *többfunkciós teleszolgálati központok* (multipurpose (multifunctional) teleservice centers, egyszerűbben telecenters) igen eltérőek a világban. Legáltalánosabban e-kapunak (e-gateway) nevezik a nyilvános Internet-hozzáférést biztosító helyszíneket. Attól függően, hogy milyen széles körű szolgáltatási tevékenységet (civil, állami, üzleti) látnak el, és milyen szférában működnek, a legkülönbözőbb modellek - több mint egy tucat - léteznek a telecentrumoktól (elektronikus posták), az Internet-kávézókön keresztül a közösségi kommunikációs központokig. A magyar modellben teljesebb ki leginkább az informatikai és távközlési infrastruktúra sokfunkciós felhasználása egyetlen intézmény keretei között, ahol a modern technológia, a közösségi szolidaritással és az önszerveződéssel, a kisközösség önmenedzselő képességeinek erősítésével kapcsolódik össze. A siker feltételei:

Először: Saját elhatározás alapján, helyi erőkkal, konkrét igények kielégítésére szerveződnek a teleházak. Ebben az értelemben tehát - régebbi hazai terminológiával - "alulról jövő kezdeményezésről" van szó. A nyugati terminológia a "gyökerektől kiinduló mozgalomnak" nevezné ezt. A lényeg mindenesetre az, hogy az öntevékenység, a lokális kezdeményezés a legfőbb mozgatórugó, ami természetesen a helyi nyilvánosság előtti felelősséggel párosul.

Másodszor: A teleházak többsége külső (külföldi vagy hazai, főként kormányzati és újabban üzleti) kezdeti pályázati támogatásban részesült, (számítógépek, szoftverek) s ez várható a jövőben is. Az innováció anyagi kockázatát tehát csak kisebb mértékben viseli a helyi közösség. Ez egyrészt szükségszerű, mert többnyire hátrányos helyzetű térségekről, településekről, kisközösségekről van szó, másrészt méltányos, mert hálózati végpontokkal rendelkezni nemcsak a végpont érdeke.

Harmadszor: A teleház létesítése, sorsa egy-egy településen közüggé válik, amit a helyi társadalmi beágyazódás és kontroll alapoz meg. Ezért a pályázatok döntő többsége helyi civil szervezetek felügyeletére bízta az eszközöket, a teleház fenntartását. Bár ez a megoldás nem konfliktusmentes (az önkormányzatok, intézmények néhol féltékenyek és befolyásuk alá kívánják vonni a teleházat), de hosszú távon a helyi közösségi önszerveződést, önmenedzselő képességet, a helyi társadalmi tőkét erősíti.

Negyedszer: A teleház profilját - szolgáltatásait - a többszektorúság, nyitottság jellemzi. Nem is határozható meg a tevékenységek oldaláról, nem is sorolható be valamely szolgáltatási ágazatba. Ez időlegesen okozhat identitászavart (milyen szellem, milyen értékrend, kultúra lesz, legyen a meghatározó - közösségi, közszolgálati, üzleti?). Ha a munkatársak nem eléggé rugalmasak, fogékonyak az újra, a változásra, a zavar ég nagyobb lehet, ám a többszektorúság - ha azt kezelni képesek - hallatlan előny, amely a lehetőségek méretgazdaságos kihasználását, a források jelentős kibővítését eredményezheti.

Ötödször: Szervezeti megoldásukat tekintve a teleházak többségükben ún. hibrid szervezetek. A tipikus megoldás szerint a tulajdonos civil szervezet, a befogadó önkormányzati intézmény és az üzemeltető egy vállalkozó vagy cég. Számos más megoldás is létezik, de jellemző a megfelelő két-, vagy többoldalú szerződésekkel "összehuzalozott" kiszolgáló szervezetegyüttes, mely lehetővé teszi a teleházak "többarcúságát" az infrastruktúra helyi igények szerinti sokoldalú kihasználásában.

Hatodszor: A teleházban az információs társadalom eszközei és szolgáltatásai helyben elérhetőkké válnak, az ügy támogatása érdekében könnyebben felhívható a közvélemény figyelmé a modern világ új lehetőségei iránt. A teleházak kihasználják azt a hatalmas hajóerőt, amit az Internet, a számítógépek, az informatika általános propagandája, reklámja, ígérete jelent.

6.9.4. A teleházak jövője - általában

Vajon az egyéni hozzáférés terjedése mellett van-e (és ha igen, milyen feltételek mellett) hosszabb távon létjogosultsága a közösségi hozzáférés "erőltetett fejlesztésének", s ennek részeként a teleházaknak?

Az "igen" válasz mellett tizenkét érv sorakoztatható fel. A közösségi hozzáférésnek és a teleházaknak van jövőjük, sőt nem is az egyéni hozzáféréssel szemben, hanem annak szerves kiegészítéseként. A szegényebb, a fejlett országokhoz felzárkózni kívánó társadalmakban az egyéni hozzáférést helyettesítő, s ennek révén a digitális szakadékot áthidaló szerepük nyilvánvaló, de számos szempont erősíti meg, hogy előnyeiket a fejlett országok sem nélkülözhetik.

1. *Jövedelmi viszonyok* - Sajnos még jó ideig lesznek alacsony jövedelmű emberek, akiknek szükségesek az infokommunikációs eszközök és szolgáltatások, de a használat és hálózatba kapcsolódás feltételeit folyamatosan nem tudják biztosítani maguknak. A hagyományos közintézmények - pl. iskola, könyvtár, művelődési ház -, a megszokott módon nem, vagy nehezen tudják ezt vállalni.

2. *Kulturális távolság* - A hagyományos és az informatikai kultúra közötti "zsilipeléshez" külső segítségre van szükség. A teleházak ebben kiemelt szerepet játszanak. A hagyományos keretek között felmerülő igényeket lefordítják az új lehetőségek "nyelvére". A feladat korántsem átmeneti, mert egyre újabb-és-újabb technológiai kultúrák (pl. a mobilkultúra a legújabb) tűnnek fel.

3. *Technikai újdonságok* - Az új eszközöket, különösen a szoftvereket, sőt egyre inkább a szolgáltatásokat tesztelni kell, mielőtt azokat széles körben terjeszteni kezdik. Ezek használati tapasztalatairól a fejlesztő, a gyártó számára gyors visszajelzésre van szükség, amit közösségi helyekről hatékonyabban lehet beszerezni.

4. *IT-választék és kínálat* - A közösségi hozzáférés egyben egyfajta "bemutatóterem" is, aminek létében a kereskedelem alapvetően érdekelt. A felhasználóknak, vásárlóknak be kell mutatni a termékeket és szolgáltatásokat. Hol volna ez jobb helyen, mint a közösségi hozzáférés színterein, ahol az üzlet azonnal létre is jöhet?

5. *Racionális felhasználás* - Mindig is voltak, s nyilván lesznek olyan eszközök, amelyek közösségi felhasználása ésszerűbb, mint az egyéni. S itt nem egyszerű anyagi megfontolásokról van szó, hanem a kihasználtságról, az erkölcsi kopást folyamatosan követni képes eszközhasználatról. Ha valakinek csak időnként van szüksége szkennerre, színes nyomtatóra, másolóra, videokonferencia-kapcsolatra, s hasonlókra, akkor minek tartson ilyeneket otthon?

6. *Egyéni innovációs kockázat* - Segítségre van szükség ahhoz, hogy valaki eldöntse az új eszközökről, szolgáltatásokról, hogy azok tevékenységükben jól használhatók-e, megérik-e az idő- és pénzráfordításokat. A közösségi hozzáférés hozzájárulhat az egyéni felhasználói döntések kockázatának csökkentéséhez.

7. *Társadalmi innovációs kockázat* - Az információs társadalom számos újítást hoz a távoktatástól a távmunkán és sok egyéb "távtevékenységen" át az elektronikus demokráciáig. Az újítások társadalmi kockázatát a közösségi hozzáférés színtereinek működésével, könnyebben szervezhető és

ellenőrizhető, a "kicsiben kipróbálást" szolgáló programokkal csökkenteni lehet.

8. Közösségi kontroll - Az információs társadalom - előnyei mellett - számos veszéllyel is fenyeget. A helyi társadalom, a nyilvánosság kontrolljával párosuló közösségi hozzáférés ezek nagy részét képes kiküszöbölni, ellensúlyozni. A teleházakban nem jellemző a káros tartalmak fenyegetése, intézményesen védeni lehet a felhasználók egészségét, meg lehet előzni a függőségek kialakulását, s összességében lehet örködni azon, hogy az új lehetőségek valóban a kisközösség, az emberek javát szolgálják.

9. Közösségi szükséglet - A teleházak az egyéni igények kielégítésén túl az információ- és kommunikációtechnológiák közösségi felhasználási szükségleteire is megoldást nyújtanak. A helyi honlap szerkesztése, a helyi rádió és televízió stúdiók működtetése, a helyi nyilvánosság (pl. újság) szervezése, a helyi gazdaságfejlesztés kiszolgálása, mindez a legkorszerűbb eszközökkel, hálózati megjelenéssel az információs társadalom lehetőségeinek közösségi kihasználását feltételezi.

10. Globális szükséglet - A hálózat nyilvános elérésének lehetősége globális szükséglet. Nem várható el, hogy mindenki mobil számítógépekkel közlekedjen. Bármennyire fejlődik is a mobil kommunikáció, az utazónak, látogatónak szüksége lesz arra, hogy nyilvános helyeken számítógéphez, a hálózathoz, s - a még nem ismert - új technológiákhoz hozzáférjen. A teleházak ezt az igényt is kielégítik.

11. Biztonsági követelmények - A teleház eszközei, információtartalmi hatékonyabban és gazdaságosabban megvédhetők az informatikai bűnözés hálózat felől érkező fenyegetésétől, mint az otthonokban működő eszközök és ott tárolt adatok. A biztonság személyi, technikai és egyéb követelményei a közösségi térben könnyebben és fajlagosan olcsóbban biztosíthatók.

12. Forrásteremtés, fenntartás - A közösség - az emberek összefogásával - könnyebben jut a szükséges forrásokhoz, részint azért, mert bizonyos lehetőségek csak a közösség egésze számára nyílnak meg, részint pedig azért, mert a lehetőségek kihasználásához szükséges helyi feltételeket csak mint közösség tudják garantálni.

Angliában 1200 teleházat adtak át egyik napról a másikra a már létező 200 mellett, s összesen 6000 új közösségi hozzáférési helyet létesítenek néhány éven belül. Hasonló program zajlik Kanadában is. Afrika, Ázsia, Latin-Amerika fejlődő országaiból már korábban is érkeztek ilyen hírek. Világjelenségről van tehát szó. Lehet, hogy a teleházak az információs közműhálózat kibontakozó közösségi végpontrendszerének előfutárai?

6.9.5. A teleházak jövője - itt és most

A hosszú távú fenntarthatóság biztosításának két perspektivikus iránya van:

Közfeladat-átvállalás és a "közháló". A teleházak működésük jelentős részében, kezdettől fogva, közszükségletet elégítenek ki. A civil szféra felismerte, hogy az információs társadalomban a számítógépek és a hálózat nélkülözhetetlen a helyi közösség boldogulásához. Az önkormányzatok, a központi kormányzatok - már 1993-tól kezdődően - egyre világosabban látták e társadalmi mozgalom hasznosságát és fokozatosan bővülő támogatással segítik a hálózat kiépülését. A folyamat további menete a következőképpen prognosztizálható:

- A teleházak alapszolgáltatásait - a közösségi hálózati hozzáférés és számítógép-használat - mint közfeladatot, amely a már meglévő közösségi intézményekben (különösen könyvtárakban, művelődési házakban, iskolákban) és civil szervezetek által is elláthatók, megfelelő szolgáltatási minimum-elvárás meghatározásával, költségvetési normatív támogatással, közfeladat-ellátási szerződéssel lehetne országosan megoldani a jövőben.
- A teleházak gyakorlatában eddig 15-20-féle sajátos közfeladat jelent meg az ügyintézés-közvetítéstől, az oktatástól a szociális ellátáson és környezetvédelmen át a helyi gazdaságfejlesztés, a falugazdász, a térség- és vidékfejlesztő menedzserek kiszolgálásáig. Ezek teleházas technológiáinak, szolgáltatási minimumának meghatározása alapul szolgálhat kiegészítő normatív támogatáshoz, feladat-ellátási szerződéshez, a tevékenységek széles körű elterjesztéséhez a hálózatban.
- Minél szélesebb körben végeznek közfeladatot a teleházak, annál indokoltabb lesz egy kifejezetten ezt a célt szolgáló bérelt vonali közháló létesítése és finanszírozása a normatív támogatások részeként. A közösségi hozzáférési alapszolgáltatást ellátó teleházak és más intézmények is megkaphatnák ezt a lehetőséget, ami által számos - pl. a hátrányos helyzetű személyek, családok számára - kedvezmény, juttatás is biztosítható lenne az információs szakadék felszámolása érdekében.

Teleházak a hálózati gazdaságban. A helyi gazdaság fejlesztése egyszerre igényli a közösségi összefogást és társadalmi kontrollt, valamint a modern információ- és kommunikációtechnológiák használatát. A teleház képes hatékonyan bekapcsolni a kistérséget, a települést és az egyes embereket (munkavállalókat, vállalkozókat, vásárlókat és eladókat) az elektronikus gazdaságba. Az ehhez közösségi hozzáférést, oktatást, inkubációs és egyéb szolgáltatásokat biztosító teleház a kiszolgálás révén megszerzett jövedelmet a teleház fenntartására és fejlesztésére tudja fordítani.

Ahhoz, hogy a kiteljesedő és a fenti irányokban intézményesedő teleház-hálózat tartósan és általánosan *alkalmassá váljon erre az információs alaphálózati szerepkörre*, további feltételek megléte szükséges:

- Az állami, a gazdasági feladatok kiszolgálásában a hálózat akkor válhat meghatározóvá, ha a hálózatfejlesztés kiszámítható, az egész országra kiterjedő, forrásokkal garantált programjára megvalósításra kerül. Érdekes, ellentmondásos a közművelődési szféra és a teleházak kapcsolata. Miközben a teleházak 1/3-a ilyen intézményekben működik, azaz jelentős kiegészítő forrásokkal járul hozzá már jelenleg is az ágazat fejlesztéséhez. Nehézség talán az, hogy a teleházak többnyire civil bázison működnek, ami szükségszerű. A teleházak számos esetben járultak hozzá a helyi közművelődési intézmények, könyvtárak civil alapon történő újjáélesztéséhez.
- Be kell vezetni egy átfogó teleház minőségbiztosítási és monitoring rendszert, amely garantálja, hogy az ilyen néven működő, megfelelő kategóriákba sorolt szolgáltató szervezetek az ország bármely részén azonos követelményeknek felelnek meg, és ezek az elvárt szolgáltatási minimumokat folyamatosan teljesítik. Csakis ilyen feltétel mellett számíthatnak a közfeladatok átadására, normatív támogatásra.
- Szükséges a teleház menedzserképzés és személyi minősítés megszervezése. Garantált szolgáltatási minőséghez megfelelően felkészült munkatársakra van szükség. A feladat úttörő jellegű, mert átfogó teleház képzési rendszer még a legfejlettebb teleházas országokban - pl. Nagy-Britanniában - sem alakult ki.
- Az új teleházak létesítésének, új szolgáltatások bevezetésének segítésére egy területileg tagolt teleház mentor és monitor hálózatot kell szervezni. Tagjainak - elméleti, metodikai és gyakorlati ismeretekkel egyaránt rendelkező munkatársak - képeseknek kell lenniük helyszíni segítséget nyújtani, a tapasztalatokat begyűjteni és átadni, s a helyi körülményeket értékelni (pl. a minőségbiztosításhoz). A teleház mozgalom már rendelkezik a feladatra alkalmas emberekkel.

6.9.6. Milyen teleházak?

A definíció mindig is nehézségekbe ütközött, s újra-és-újra vitát gerjeszt. A kiinduló probléma az, hogy a teleházakat nem a tevékenysége, hanem a szolgáltató képessége (az infrastruktúra) és működési módja oldaláról lehet meghatározni. Az egyes létező intézmények (különösen a könyvtár) felől például némileg érthető a gyanakvás, hogy a teleház túlük "hódít el" funkciót.. De vajon képesek lennének-e a könyvtárak mindazokat a feladatokat és olyan módon vállalni, amilyen nyitottan ezt a teleházak teszik?

A falu és a város nyilvánvalóan eltérő sajátosságai, intézményi ellátottsága, kisközösségi kultúrája ellenére nem a település nagysága és közigazgatási besorolása a döntő a teleház névhasználat szempontjából. A döntő a teleház-minimum teljesülése kell, legyen. Városi körülmények között is kialakulhatnak a teleház működését indokló és lehetővé tevő szükségletek és feltételek.

A teleház-minimum egyik kikötése az, hogy nem lehet zárt a teleházak igénybevevői köre, azaz mindenkit ki kell szolgálnia egy települési, területi közösségben, akinek erre az infrastruktúrára van igénye. Természetesen belefér ebbe a meghatározásba, hogy egy adott teleház igénybevevői körében a gyerekek, a romák, a nyugdíjasok vagy a korlátozott munkaképességűek vannak többségben, amiből nem következik, hogy mindenki más ki lenne zárva onnan. Ebben az értelemben kívánatos ilyen teleházak létesítése és működtetése, mert hozzájárulnak meghatározott célcsoportok sajátos igényeit kielégítő szolgáltatások kialakulásához, amelyek azután leterjedve a hálózatban ott is szolgálhatják ezeket a célcsoportokat, ahol képviselőik kevesebben vannak.

Irodalomjegyzék

- [6.9.1] Átjáró, Nemzeti Teleház Stratégia és Program 2000-2006. Összefoglaló, Szerkesztette: Gáspár Mátyás, Teleház Kht, 2000.
- [6.9.2] *Perspectives on Distance Education Telecentres: Case Studies and Key Issues*, Szerkesztették: Latchem, Colin, Walker, David, The Commonwealth of Learning, 2001., Vancouver, www.col.org (A távoktatás perspektívái, Teleházak: esettanulmányok és kulcskérdések)
- [6.9.3] *Community Teleservice Centres*, CTSC International, 1994 (A nemzetközi teleház szövetség jelentése a világ teleházairól).
- [6.9.4] *Diamond, David*, Elektronikus falu Virginiában, Reader's Digest, 1997. február
- [6.9.5] *Erdősi Ferenc dr.*, Telematika, Távközlési Kiadó, 1992. Benne: A falusi települések fejlesztése "teleházak" segítségével
- [6.9.6] *Gáspár Mátyás*, Jövőtervezés Csákberényben, A falu, 1994. tavasz
- [6.9.7] *Gáspár Mátyás*, Közösségi információs és szolgáltató központok működésének tapasztalatai az USA-ban, Főzsi dokumentumok, 33. 1985. július
- [6.9.8] *Gáspár Mátyás, Takáts Mária*, Építsünk teleházat! Erdei Iskola, Magyar Teleház Szövetség, 1997.
- [6.9.9] *Gáspár Mátyás*, Teleházak Magyarországon, Mi a jövő? Tudástársadalom? Információs társadalom? Telekommunikációs Társadalom? Kultúrtársadalom? Az információs társadalom és a magyar kezdeményezések, Szerk.: Bognár Vilmos, Fehér Zsuzsa, Varga Csaba, OMF, ORTT, HÉA Stratégiai Kutató Intézet, 1998.
- [6.9.10] *Heinz Dörr, János Kárász, Johann Steszgal*, Telematik für den ländlichen Raum, 1990 Wien (kézirat, Elemzés a világ teleházairól)
- [6.9.11] *Hopkins, Cleve*, Community information and services centres: Concepts for activation, U.S. Department of Commerce, July, 1976. (Közösségi információs és szolgáltató központok: Koncepciók a cselekvéshez)
- [6.9.12] *Könyvtárak és információs intézmények szerepe a demokratikus tájékoztatás szolgálatában*, Országos Széchényi Könyvtár Könyvtártudományi Módszertani Központ, 1993.
- [6.9.13] *Közösségi élet, közösségi szolgáltatás: teleház*, Magyar Távközlés, 1998/2.
- [6.9.14.] *Lars Qvortrup* (ed), Learning at a distance, CTSC International Newsletter, Volume 3, 1992.

- [6.9.15] *Lars Qvortrup*, Community TeleService Centres: A means to social, cultural and economic development of rural communities and low income urban settlements, 1994. (Közösségi teleshálózatok: a vidéki közösségek és az alacsony jövedelmű városi települések szociális, kulturális és gazdasági fejlesztésének eszközei)
- [6.9.16] *Lilian Holloway*, Telecottages, teleworking and telelearning, Teldok report, Stockholm, 1994. (Teleházak, távmunka és távoktatás)
- [6.9.17] *Magyarország az információs társadalomban*, Szerkesztették: Fehér Zsuzsa, Bognár Vilmos, Varga Csaba, ORTT-OMFB, 1998.
- [6.9.18] Nemzeti Információs Társadalom Stratégia I.0., IKB, 2001. május
- [6.9.19] *Sixtus Lanner dr.* (szerk.), Die Welt im Dorf, Telematik im Landlichen Raum, 1990. (Az élet falun, Telematika vidéken)
- [6.9.20] *Schuler, Douglas*, New Community Network, Wired for Change, Addison-Wesley Co. 1996. (Új közösségi hálózatot, Behálózva a változásért)
- [6.9.21] Széchenyi Terv, Információs Társadalom és Gazdaságfejlesztési Program, IKB, 2001.0
- [6.9.22] *Telecottages in Hungary, The Experience and the Opportunities*, Szerkesztette: Bihari Gábor és dr. Jókay Károly, IGE, 1999.
- [6.9.23] *Teleházak és távmunka Magyarországon*, Szerkesztette: Gáspár Mátyás, Teleház Kht, 1999.
- [6.9.24] "Telekunyhók a vidék fejlesztéséért", Országos Széchenyi Könyvtár Könyvtártudományi és Módszertani Központ, 1992.

7. Működtetés

Bevezetés

Ez a fejezet a távközlési hálózat működtetését, üzemeltetését jelentős mértékben befolyásoló, a hálózat felhasználó szempontú minőségét meghatározó kérdéseket tárgyalja. A távközlési szolgáltatások fontos jellemzője az az időarány, melyben a felhasználó számára a megállapodott minőségű szolgáltatás rendelkezésre áll. A szolgáltatás folyamatos használhatóságát, a szolgáltatást megvalósító rendszerekben, hálózatokban keletkező hibák akadályozhatják, vagy tehetik lehetetlenné.

A felhasználók különféleképp reagálhatnak arra, hogy adott időpontban nem vehetik igénybe a szolgáltatást. A szolgáltatásról alkotott rossz vélemény mellett, esetenként konkrét pénzügyi, gazdasági veszteséget, kárt is kapcsolhatnak az elmaradt (vagy csökkent minőségű) távközlési szolgáltatáshoz. A szolgáltatási szerződések általában tartalmazzák azokat a tarifa és kártérítési megállapodásokat, amely alapján a szolgáltató üzemkiesés esetén köteles a felhasználónak veszteségeket megtéríteni. Ezért a távközlési szolgáltatóknak célszerű előre megtervezni szolgáltatás használhatósági mértékét. A használhatósági tervezés számos tényező számbavételét jelenti és csak a valószínűség-számítási módszerekkel történhet, mert a használhatóságot érintő események bekövetkezése véletlenszerű. Ennek ellenére a folyamatok matematikailag jól modellezhetőek. A megbízhatósági analízis végeredményben azt a gazdasági döntést készíti elő, hogy a szolgáltató milyen mértékben fektet be a használhatóságot javító technológiákba, milyen mértékben javítja a hálózatának üzemeltetési feltételeit.

Az elmúlt évtizedben egyre több új szolgáltatással bővült a hagyományos távközlési szolgáltatások választéka, és megnőtt a nagysebességű adatátvitel iránti igény. A képesség a hang, videó és adat nagysebességű átvitelére kritikus követelménnyé vált. A távközlési hálózatoknak különböző sáv szélesség-igényű számítógépes hálózatokat is integrálniuk kell. Ezek eltérő forgalmi természetű új követelményeket támaszt a hálózat üzemeltetőkkel és a szolgáltatókkal szemben. Annak érdekében, hogy különböző típusú adatokat nagyobb sebességgel továbbítani

lehesen, új technológiák bevezetését, a létező technológiák és protokollok képességeinek jelentős javítását kellett és még a jövőben is meg kell megoldani.

A komplex és eltérő berendezés és szolgáltatásválaszték, ezeknek gyors változása a hálózatok, erőforrások és szolgáltatások ellenőrzését nagyon bonyolult feladattá tették. Ez a probléma csak megfelelő automatizálással oldható meg. A távközlési hálózatokat üzemeltető szervezetek jelentős időt, pénzt és emberi erőforrást fektettek be távközlési hálózatuk kiépítésére, amelynek fenntartásáról is gondoskodni kell. A távközlési hálózatot a maximális hatékonyság és termelékenység elérése érdekében hálózat hálózati elem, szolgáltatás és forgalmi szempontjából menedzselni kell.

A gyártó-specifikus hálózat menedzselés nem tudja biztosítani az együttműködést a különböző gyártók által telepített eltérő technológiák, berendezések, a teljesen különböző lehetőségekkel és különböző szintű menedzselési képességekkel rendelkező megoldások között. A szakadék elméletileg áthidalható emberi erőforrásokkal, de az így módon elérhető sebesség gyakran nem elegendő az ügyféllel szerződött szolgáltatási szint eléréséhez.

A távközlési versenyben a szolgáltatók készletben vannak arra, hogy versenyképes áron szélesebb szolgáltatás-portfóliót tudjanak nyújtani. A szolgáltatóknak ezeket a szolgáltatásokat költség hatékonyan, és megfelelő időben kell nyújtaniuk. A szolgáltatásokat nyújtó hálózatok hatékony menedzselése kulcskérdés a meglévő piaci részesedés megtartásához növeléséhez. A ma létező hálózatok bonyolultsága azonban nehéz feladat a hatékony hálózat menedzselés megvalósításában.

A távközlő hálózatok forgalommenedzselése a hálózati erőforrások ellenőrzött felhasználásával foglalkozik azon célból, hogy megakadályozzuk a hálózat „bedugulását”. Különösen abban az esetben csökken a hálózatnak a felhasználók által érzékelhető teljesítménye, amikor több forgalommal terheljük a hálózatot, mint amennyit az hatékonyan áteresztetni képes. A forgalommenedzselés vezérli a felhasználók által generált és a hálózati forgalmat és megvédi a hálózatot a túlterheléstől.

A távközlési létesítmények és az azokban elhelyezett berendezések különböző kialakításúak és rendeltetésűek lehetnek, de valamennyiükben közös,

hogy működésükhöz elengedhetetlenül szükséges a villamos energia. Az esetek túlnyomó többségében ez a villamos energia a közcélú villamos hálózatról származik. Néhány különleges esetben előfordul, hogy nem áll villamos hálózat a távközlési létesítmény rendelkezésére. Az ilyen létesítmények táplálásáról a helyi adottságoknak megfelelő alternatív energiaforrások gondoskodnak. Ezeket a csak szakaszosan rendelkezésre álló energia miatt közbenső akkumulátoros energiatárolással egészítik ki. Magyarországon néhány kivételes esettől eltekintve a villamos energia mindenütt rendelkezésre áll.

A hálózati villamos energia ellátás folyamatossága azonban nem mindig biztosított, előfordulnak hosszabb-rövidebb ideig tartó áramszünetek, felléphetnek a táplált berendezés üzemét zavaró tranziens jelenségek. A távközlő létesítményeknek ilyen esetben is működniük kell. A távközlő létesítmények energiaellátása során a fő cél a megbízható táplálás, ezért gondoskodni kell az energia tárolásáról, előállításáról

Annak érdekében, hogy egy berendezés az adott környezetben minőségromlás nélkül működjön, szükséges a különböző berendezések, valamint üzemi környezetük elektromágneses összehangolása. Az *elektromágneses összeférhetőség* (EMC) egy olyan szakterületet ölel fel, amelynek célja a *berendezések és azok üzemi környezete közötti „illesztetlenség” megszüntetése, vagy legalább a lehető legkisebbre csökkentése* az elfogadott előírások, szabványok és szabályozások alapján.

Egy távközlési rendszer kiválasztásához, létesítéséhez, igen sok gazdasági és műszaki szempontot kell mérlegelni. A tervező első feladata a rendszer fő funkcióinak meghatározása, vagyis annak eldöntése, mire van szükség. Ez általában a marketing felmérésen alapuló műszaki elemzést, rendszertervezést foglal magában. Az elkészült nagyvonalú majd később részletezett rendszerterv alapján ajánlatkérést ad ki a vásárló. A beérkezett ajánlatok alapos műszaki és gazdasági elemzésével választható ki a vásárló számára legalkalmasabb távközlési rendszer. A rendszerválasztás tehát egy olyan műszaki és gazdasági tervező és elemző folyamat, melyben a vásárló a piaci viszonyok figyelembe vételével összhangba hozza igényeit és a lehetőségeit.

Dr. Kántor Csaba, fejezet szerkesztő

7.1. A használhatóságot befolyásoló tényezők

Szerző: Paksy Géza

Lektor: Wiener József

7.1.1. A hálózatok használhatóságának jelentősége

Minden távközlési szolgáltatás fontos jellemzője az az időarány, melyben a felhasználó számára a megállapodott minőségű szolgáltatás rendelkezésre áll. A szolgáltatás folyamatos használhatóságát, elérhetőségét (rendelkezésre állását) a szolgáltatást megvalósító rendszerekben, hálózatokban keletkező hibák akadályozhatják, vagy tehetik lehetetlenné.

A felhasználók különféleképp reagálhatnak arra, hogy adott időpontban nem vehetik igénybe a szolgáltatást. A magánjellegű használatnál a szolgáltatásról alkotott rossz vélemény, csalódottság a domináns, ezzel szemben az üzleti felhasználók esetenként konkrét pénzügyi, gazdasági veszteséget, kárt is kapcsolhatnak az elmaradt vagy csökkent minőségű) távközlési szolgáltatáshoz. A szolgáltatási szerződések (SLA=Service Level Agreement) általában tartalmazzák azokat a tarifa és kártérítési megállapodásokat, melyek alapján a szolgáltató üzemkiesés esetén köteles a felhasználónak veszteségét megtéríteni. Emiatt a távközlési szolgáltatóknak célszerű előre megtervezni az általa nyújtott szolgáltatás használhatósági mértékét. A használhatósági tervezés számos tényező számbavételét jelenti és csak a valószínűségi számítási módszerekkel történhet, mert a használhatóságot érintő események bekövetkezése véletlenszerű. Ennek ellenére a folyamatok matematikailag jól modellezhetőek. A megbízhatósági analízis végeredményben azt a gazdasági döntést készíti elő, hogy a szolgáltató milyen mértékben fektet be a használhatóságot javító technológiákba, és milyen mértékben javítja a hálózatának üzemeltetési feltételeit.

7.1.2. Alapfogalmak, definíciók

A távközlési rendszerek, hálózatok üzemképességének, a szolgáltatások megfelelő minőségű igénybevehetőségének mérőszáma a Használhatóság (Availability), melynek definíciója az alábbi:

$$\text{Használhatóság(A)} = \frac{\text{üzemképes idő}}{\text{teljes megfigyelési idő}}$$

A használhatóságot egy éves, ritkább esetekben egy hónapos időintervallumra szokás megadni.

A hibás időszakok aránya (UN, Un-availability) az alábbi módon számolható:

$$\mu A = 1 - A = \text{DTR (Down Time Ratio)}$$

A professzionális távközlési rendszerek használhatósága a 95-99,99% tartományba esnek.

Egy távközlési rendszer használhatósága több tényezőtől függ. Ezek összességében meghatározzák a teljes rendszer megbízhatóságát. Mivel a rendszer megbízhatósága ezen tényezőktől függ ezeket angolul a „dependability” kifejezéssel határozzák meg. Mivel a „dependability” fogalomnak ebben az összefüggésben még nem alakult ki elfogadott magyar kifejezése, a továbbiakban erre a „rendszermegbízhatóság” kifejezést fogjuk használni. A rendszermegbízhatóság nem rendelkezik mérőszámmal, a fogalomkörbe tartozó jellemzők azonban igen, ezeket a következőkben mutatjuk be.

Megbízhatóság

A megbízhatóság (R, Reliability) mérőszáma megadja annak a valószínűségét, hogy egy eszköz, berendezés egy meghatározott t ideig nem hibásodik meg. Egyenletes hibaeloszlás esetén a megbízhatóság várható értéke helyett, a két hiba közötti várható időtartam (MTBF: Mean Time Between Failure) is jellemzi a megbízhatóságot.

A hibagyakoriság (λ), mint mérőszám megadja egy időegységre eső meghibásodások átlagos számát. Egysége a FIT (Failure in time):

$$1 \text{ FIT} = 1 \text{ hiba}/10^9 \text{ óra}$$

MTBF és a λ közötti összefüggés:

$$MTBF = 1/\lambda$$

Hibaelhárítás idejének hatása a használhatóságra

A hibaelhárítás mérőszáma az az idő, mely egy hiba elhárításához átlagosan szükséges. Mérőszáma a MTTR (Mean Time to Repair).

A hibaelhárítási gyakoriság (μ) megadja, hogy egy idő intervallumban (óra, hónap, év) átlagosan hány hibajavítás esik. Javítható rendszerekben általában $\lambda=\mu$

A fentiek alapján a használhatóság az alábbiak szerint számolható:

$$\text{Használhatóság(A)} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

7.1.3. A hálózati hibák hatása a szolgáltatásokra

A távközlő hálózat egyes elemeinek hibáiból adódó szolgáltatás kiesések időtartamának hatása különféle szolgáltatások esetén eltérő lehet. A rövid idejű, néhány másodperces kiesések vonalkapcsolt hálózatoknál (pl. PSTN) „csak” az éppen üzemelő összeköttetés szakad meg, a csomagkapcsolt hálózatokban ez a hibaidő néhány csomagisméltését jelenti. A lényegesen hosszabb kiesések (10-20 perc) azonban már éreztethetik hatásukat, társadalmi reakciókat is kiválthatnak (pl. leállnak a pénzkidó automaták, megszakadnak egyes TV csatornák, stb.).

Az alábbi táblázatban egy összefoglalást mutatunk be a hálózatkiesések hatásairól. Ez támpontot nyújthat a tervezőknek hálózat megbízhatóságának méretezésére.

A legtöbb szolgáltatás megszakadása a 2 másodperc- 5 perc időtartományba esik. Ez az a tartomány az, ahol a szolgáltatási hálózati rétegek menedzselő rendszereinek, valamint a hálózati elemekbe épített védelmeknek, átkapcsolási/átirányítási funkcióknak célszerű működésbe lépniük a szolgáltatások folyamatossága érdekében.

A kiesés időtartama	A hiba hatása a szolgáltatásokra és a felhasználókra
<50ms	Gyenge minőségromlás, egyes gyors vonali védelmek aktivizálódnak Szinkron kiesések következtében hallható kattánások a távbeszélő összeköttetésben. Az adatátviteli hibaarány megnövekszik.
50 - 200 ms	Az egyes távbeszélő összeköttetések lebontanak. Egyes csomagokat meg kell ismételni az X.25 és TCP/IP rendszerekben.
200 ms - 2 másodperc	A számos távbeszélő összeköttetés lebont. Jelentős adatisméltési igény keletkezik.
2 másodperc – 10 másodperc	Minden távbeszélő összeköttetés lebont, és új nem épül fel. Az X.25, ATM kapcsolatok lebontanak, zavarok az adatkapcsolati rétegben, átirányítási (rerouting) folyamatok beindulnak.
10 másodperc - 5 perc	Minden kapcsolat lebont.
5 perc-30 perc	Zavarok lépnek fel a hálózat forgalmában, torlódások keletkeznek, melyek enyhén hatással lehetnek a mindennapi lakossági és üzleti életre is.
>30 perc	Nagyobb számú előfizetőt érintő, jelentősebb hálózatkiesés következik be, a fontos távközlési felhasználókat érintő zavar esetén jelentős hatással lehet a mindennapi életre és az üzleti folyamatokra is. Az esemény hírré válik.

7.1.1 táblázat

7.1.4. A hálózat használhatóságát közvetlenül befolyásoló tényezők

Berendezések megbízhatósága

A távközlési berendezések megbízhatóságát az egyedi komponensek, aktív és passzív elektronikai alkatrészek határozzák meg.

Az egyes elemekre vonatkozó egyedi megbízhatósági értékeket a gyártók mérésekkel állapítják meg. Ez az érték gyakorta nem a katasztrofális meghibásodási valószínűséget, hanem a specifikációs túrérsből való kilépést jelenti. A gyakorlatban az elektronikai eszközök meghibásodási gyakorisága (λ) a $(10...1000) \times 10^{-9} = 10...1000$ FIT tartományba esnek.

A berendezések az adott konfigurációját létrehozó részegységek, kártyák, portok meghibásodási gyakoriságát az egyes alkotóelemek meghibásodási valószínűségeinek összegével lehet számolni:

$$\lambda_S = \pi_e \sum_{i=1}^N \lambda_{s_i}$$

ahol N: a berendezést alkotó alkatelemek száma.

λ_{Si} : a berendezést alkotóelemeinek egyedi meghibásodási gyakorisága

π_e : a környezeti körülmények hatását leíró szorzótényező

A gyártók megadják az általuk szállított berendezések számított λ_S értékeit, és ezek a távközlési hálózatok részletes megbízhatósági analíziséhez bemenő adatként szolgálhatnak.

Környezeti feltételek

A távközlési berendezések, eszközök élettartamát, meghibásodási gyakoriságát befolyásoló környezeti körülmények, pl. a környezeti hőmérséklet, a relatív páratartalom, por stb. A jelenlegi szilícium alapú elektronikai technológiára épülő távközlési berendezéseknél szokásosan a +5..+40 °C közötti környezeti hőmérsékletet és a 80-85%-os relatív páratartalmat követelik meg. A gyártóknak gondos tervezéssel biztosítani kell, hogy a berendezések belsejében az egyes alkatrészek hőmérséklete ne lépje túl az alkatrészekre megengedett hőmérsékletet. Ezt passzív vagy aktív, erőltetett hűtéssel ellenőrzik.

Túláram és villámvédelem

A távközlési berendezések, vezetékek, kábelek közelében erősáramú hálózatok, távvezetékek rövidzárlatánál fellépő hosszanti indukált áramok nem okozhatnak maradandó hibát. Nem hibásodhat meg egy távközlő hálózat, ha a légköri kisülés nem közvetlenül a hálózaton keresztül megy végbe. Ezen hatások elleni védelmet gondosan meg kell tervezni. (Részletesebben lásd a 7.8. pontban).

Mechanikai behatások

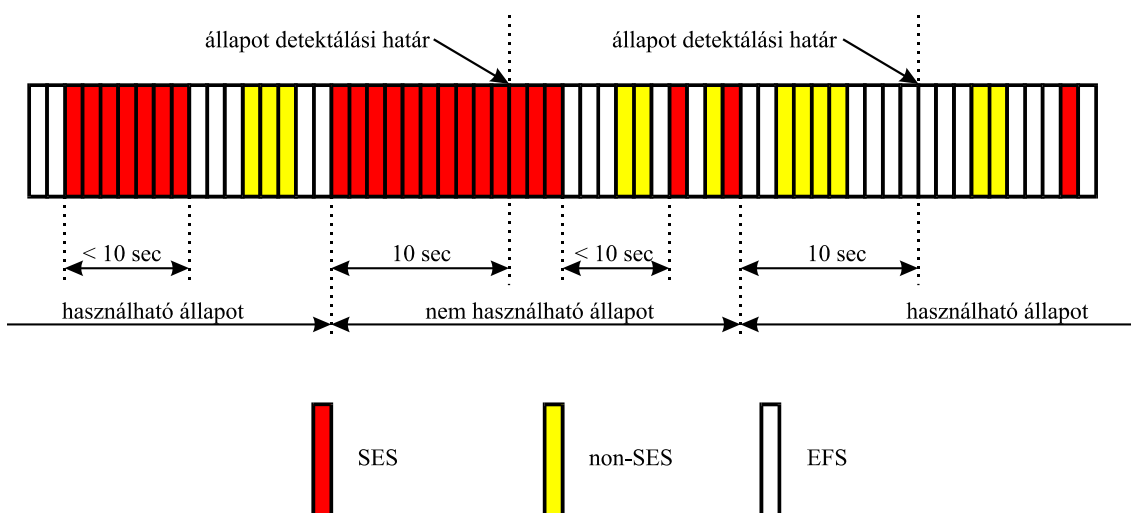
A távközlő hálózatok berendezései, összekötő kábelei mechanikai hatásoknak is ki lehetnek téve. A berendezéseket megfelelő rázás állóssággal kell kialakítani. Ez különösen fontos külterületen, forgalmas utak mentén, hidakon, útburkolat alatt vagy kültéri szekrényekben elhelyezett berendezésekre.

A távközlési kábelek külső hatásra történő megszakadása, elvágása talán az egyik leggyakoribb hálózati meghibásodási tényező. Ezek gyakoriságát csökkenthetik a gondosan elhelyezett nyomvonaljelzések és a pontos, térinformatikán alapuló közműnyilvántartások.

7.1.5. Az átviteli jellemzők hatása a használhatóságra

A hálózati csomópontok és az azokat összekötő átviteli utak, vagy egyes szakaszok átviteli jellemzőinek átmeneti, vagy végleges leromlása használhatatlanná teszi a teljes összeköttetést. A kismértékű átviteli minőségromlást még nem tekintjük meghibásodásnak, bár a szolgáltatás minőségére hatással lehet.

Az ITU definíciója szerint használhatatlannak tekintünk egy összeköttetést, ha 10 egymás után következő másodpercben az átviteli minőség súlyosan leromlik. A súlyosan leromlott állapotok definíciói technológiánként és sebességenként különböző. A G.821, 64 kbit/s digitális összeköttetések esetére, a nagyobb sebességek esetére a G.826 ad ajánlást. A hibás állapot detektálásának módját a 7.1.1. ábra mutatja be:



SES: Súlyosan hibás másodpercek (Severely errored seconds)

EFS: Hibamentes másodpercek (Error free seconds)

7.1.1 ábra

A fenti definíciónak megfelelő hibakieséseket a rendszer kiesési idejéhez kell hozzászámolni. Hogy ezek a kiesések a felhasználás szempontjából ne forduljanak túl gyakran elő, ezért még a kiesések éves gyakoriságát (outage intensity) is meg szokás kötni. A hivatkozott ETSI szabvány ennek a megkívánt értékeire is ad útmutatást.

7.2. A megbízhatóság és növelésének módszerei

Szerző: Paksy Géza

Lektor: Wiener József

7.2.1. A hálózatok megbízhatósági analízise

A távközlési hálózatok megbízhatósági szintjének elemzésére alkalmas a matematikai modellen alapuló analízis, melynek segítségével viszonylag pontosan meghatározható a megvalósításra kerülő hálózat használhatósága. Ilyen a folytonos idejű, homogén Markov-folyamattal történő leírás. Ebben az esetben a hálózat megbízhatósági modelljét egy blokk-diagramm és egy állapot gráf adja meg, amelyek meghatározzák a hálózat elemeinek kapcsolatait és a megbízhatósági állapotait. Például a 7.2.1. ábra egy párhuzamos, redundáns optikai hálózat modelljét mutatja be. A rendszer lehetséges állapotai: 1,2,3,4. Az állapot átmeneteket az összekötő vonalak szemléltetik. A hibátlan 1. állapotból λ_1 vagy λ_2 valószínűséggel kerül a rendszer a 2.vagy a 3. állapotba. Ekkor a rendszer még használható. Az 4. állapot a rendszer kiesését jelenti, ide a rendszer $\lambda_1 \cdot \lambda_2$ valószínűséggel kerül.

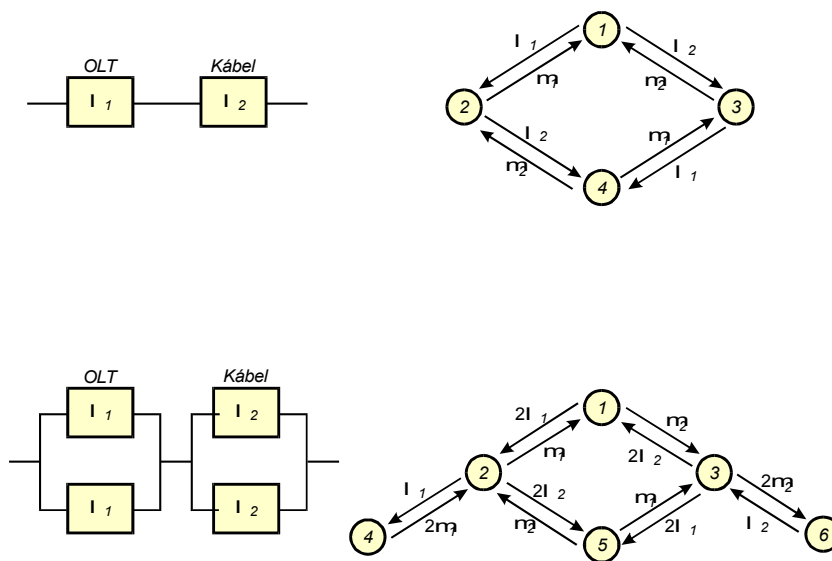
Ha egy rendszer K számú alrendszerből épül, ha az alrendszerek még tartalmaznak m számú cserélhető, vagy javítható részegységet, akkor az állapottér $K \times m$ állapotból áll. Az esetek többségében a részegységek hiba gyakorisága több nagyságrenddel kisebb a hiba felismerési és javítási idő reciprokánál, ezért a modell redukálható, csonkolható kevesebb állapotra.

Ha az i-edik alrendszerek hibaelhárítás átlagos ideje μ_i , akkor az ábrán μ_i él jelenik meg.

A j-edik állapot P_j valószínűségét, abból a hosszidejű időátlagból kapjuk meg, amennyit a rendszer a j-edik állapotban tölt. $\sum P_j=1$, $j=1,2,\dots,K$. A P_j állapotvalószínűségeket egy K egyenletből álló lineáris egyenletrendszer megoldása adja. Nagy rendszereknél a többszörös hibákhoz tartozó állapotvalószínűségek olyan kis valószínűségeűek, hogy a számítási idők rövidítése érdekében elhanyagolhatóak.

A rendszerek összetettségének növekedésével a modell bonyolultsága és ezen keresztül a matematikai műveletek száma is erősen növekszik. Nagy rendszerek megbízhatósági analíziséhez általában erre a célra készített számítógép programokat alkalmaznak, a nagymennyiségű számítások elkerülésére számos algoritmus létezik, mint például a véletlen sorsoláson alapuló Monte-Carlo módszer.

A modellszámítások eredményének helyessége a rendszer hosszúidejű megfigyelésével, a hibajelenségek és gyakoriságok gondos analízisével igazolható.



7.2.1 ábra

7.2.2. Távközlési hálózatok megbízhatósági szintjének gazdaságossága

A távközlési szolgáltatások elvárt használhatóságának mértékét a szolgáltató és a felhasználó közötti megegyezés rögzíti. Az elvárt használhatóság a szolgáltató szempontjából nem csupán egy, a szolgáltatására jellemző minőségi mutató, hanem fontos gazdasági kérdés is, ugyanis a hálózat megbízhatóságának növelése csak különféle befektetések megvalósításával és az üzemeltetési költségek növelése árán lehetséges. A hálózat üzemeltetőjének a gazdaságos üzletmenet érdekében költségek és a bevételek közötti maximális profitot kell elérni, azaz

$$\max \{LCR-LCC\}$$

A jelenérték számítás és az optimalizálás az 1.12. fejezet alapján végezhető el.

A forgalmi kiesések eltérő hatásának vonalkapcsolt és csomagkapcsolt esetben.

Vonalkapcsolt forgalmi kiesés esetén:

$$C_t = \lambda_F \cdot MDT \cdot \alpha \cdot A \cdot E \cdot C_s$$

λ_F : hibagyakoriság,

MDT: átlagos [idő],

A: forgalmas órai forgalom (Erlang),

α : a forgalmas órák aránya üzemen kívüli idő alatt,

E: a forgalmi torlódás valószínűsége,

C_s : a szolgáltatás bevétele [pénzegység/aktív idő].

Csomagkapcsolt forgalmi kiesés esetén a várható bevételkiesés:

$$C_{tp} = \lambda_F \cdot MDT \cdot \gamma \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot C_p$$

Ahol γ : forgalmas órai csomagátvitel (csomag/óra),

β : a hibaidő alatti csomagátvitel aránya a forgalmas órához viszonyítva,

ε : csomagvesztés valószínűsége a kiesési idő alatt,

C_p : egy elvesztett csomag gazdasági következménye (pénzbevétel/csomag),

Bérelt vonalak esetén a bevételkiesés:

$$C_{tp} = \lambda_F \cdot MDT \cdot n \cdot C_L$$

n : a bérelt vonalak száma

C_L : a bérelt vonal bevétele (pénzbevétel/óra)

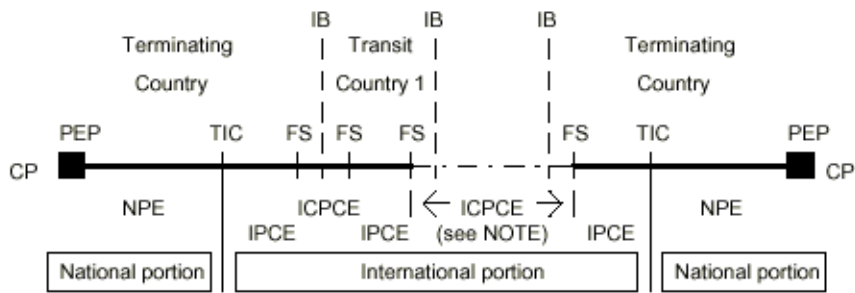
Egy adott hálózati rész kiesése esetén az azon a hálózati részen üzemelő különféle szolgáltatások bevétel-kiesési értékeit összegezni kell.

A modell feltételezi, hogy a paraméterek statisztikusan függetlenek, és időben nem változnak. A valóságban azonban a forgalmas órák és a hibakeletkezés időpontja között korreláció lehet.

A modellszámítás és értékelés után a gazdaságosnak ítélt intézkedésekkel a megfelelő hálózatbiztonság létrehozható.

7.2.3. a. A használhatósági paraméterek kiosztása nemzetközi összeköttetésekben

A nagytávolságú összeköttetések eredő használhatóságát, az egyes szakaszokat üzemeltető távközlési cégeknek kell biztosítani. Annak érdekében, hogy az egyes szakaszokra kielégítő minőségű összeköttetéseket használjanak, az ETSI egy szabványt dolgozott ki a használhatósági paraméterek kiosztására (EN 300 416). A szabványban egy 2500 km hosszú béreltvonali referencia összeköttetést határoztak meg a 7.2.2. ábra szerint:



7.2.2 ábra

PEP, (Path End Point): Útvonal végződés

TIC, (Terminal International Centre): Végződő nemzetközi központ

FS (Frontier Station): Határmenti erősítő állomás

IB (International Border): Országhatár

ICPCE (Inter-Country Path Core Element): Nagytávolságú nemzetközi szakasz

IPCE (International Path Element): Nemzetközi szakasz

NPE (National Path Element): Nemzeti szakasz

CP (Customer Premises): Felhasználó

Az összeköttetések hosszára az alábbi hossz kategóriákat határoztak meg

Úthossz, km	L<500	500<L<1000	1000<L<1500	1500<L<2000	1500<L<2000
I	1	2	3	4	5

7.2.1 táblázat

A hossz kategóriáknak megfelelően a teljes összeköttetés egyes összetevő szakaszaira az alábbi képletek és a 7.2.2 értéktáblázat segítségével lehet meghatározni a használhatóság, és az üzemkiesés megengedhető értékeit.

Út elem	Minőségi kategória	Átlagérték (x10 ⁻⁴)		Worst-case (x10 ⁻⁴)	
		A _j	X _j	A _j	X _j
IPCE	Standard	0	15	40	35
	Emelt	0	3	8	7
NPE	Standard	0	20	52	47
	Emelt	0	4	12	9
ICPCE	Standard	0	20	52	47
	Emelt	0	4	12	9

7.2.2 táblázat

Ha N független szakaszból épül fel az összeköttetés, akkor az alábbi közelítést lehet alkalmazni:

$$\text{Átlagérték: } U_{MN} = \sum_{n=1}^N u_{mn}$$

$$\text{Legrosszabb érték: } U_{WN} = U_{MN} + \text{sqrt} \left\{ \sum_{n=1}^N (u_{wn} - u_{mn})^2 \right\}$$

Az u_{mn} és u_{wn} az egyes szakaszok kiesési értékei., feltéve, hogy az egyes útszakaszok kiesési valószínűségei normál eloszlásúak.

7.2.4. A használhatóság növelésének lehetőségei

Az előzőekben áttekintett használhatóságot befolyásoló tényezők tükrében az alábbi lehetőségek vannak annak növelésére:

Hálózattervezés fázisban

A legkedvezőbb hálózati topológiák megválasztása, a költségek optimalizálása. A hálózati kapcsolatok, összeköttetések gondos megválasztása. A hálózati csomópontok többszörös elérése alternatív útvonalakon, dual-homing, csomópontok redundáns megvalósítása

A különféle öngyógyító hálózati architektúrák alkalmazása, melyek felépítése lehetővé teszi, hogy egy kieső szakasz esetén is a forgalom célhoz érjen

A kiviteli tervezésnél a berendezések biztonságos elhelyezése, nagy megbízhatósági áramellátás és a specifikált környezeti feltételek betartása.

Megvalósítás fázisában

- A használhatósági követelményeknek megfelelő megbízhatóságú berendezések beszerzése és üzemeltetése.

Az üzemeltetés folyamán

- Megfelelően kialakított hálózat felügyeleti rendszerek alkalmazása, üzemeltetése a hibák gyors felismerése és a hálózat gyors átkonfigurálása céljából.
- A fenntartási tevékenységek hatékonyságának növelése, megfelelő képzettségű fenntartó személyzettel. Az emberi tévedésekből származó hibák minimalizálása.
- A korszerűtlen, túlhasznált berendezések modernizálása, az elavult hálózatok rekonstrukciója, áttérés új technológiákra.
- A hibaelhárítási folyamatok pontos megtervezése.
- Megfelelő mennyiségű tartalékkészletek raktározása. A tartalékkészletek optimális szétosztása, tárolása.

7.3. Hálózat tartalékolási elvek

(szerkesztői fejezet)

A hálózatok struktúráját és a különböző öngyógyító hálózatokat a negyedik fejezet tárgyalta. Abban a fejezetben a szövevényes hálózatok és a kettős gyűrűk működése során megismertük azokat a forgalomirányítási elveket, melyek bármely két pont között kapcsolatot tudnak teremteni akkor is, ha bármelyik csomópontban vagy szakaszon egy elem meghibásodik. Négy vagy annál több csomópontot tartalmazó hálózatok, szövevényes rendszerben kettőnél több hibát is elviselnek, vagyis minden pont elérhető, de megnövekszik a forgalmi torlódás.

Lehetséges olyan megoldások alkalmazása is, melyeknél a tartalékolás nem csak a fizikai rétegben, hanem magasabb rétegekben is segít a kiesett szakaszok pótlásában. Ezen megoldásoknál ki lehet használni a harmadik és a feletti szintek intelligenciáját is a megfelelő irányítás kialakításában. Ezt a lehetőséget a negyedik fejezet szintén említette.

A hálózatok hibatűrése szempontjából előnyös, ha a hálózatot gráfokkal modellezzük. A teljes összeköttetés leírásakor mindig található olyan útvonalak, melyek bármelyik elhagyása esetén a kapcsolatot létre hozzák. Ennek a modellnek az az előnye, hogy a megfelelő matematikai módszerekkel kialakítható a csonka gráf hálózat optimális forgalomáteresztő képessége. A létesítés során előre kidolgozható minden hiba lehetőségére az átirányítási módszer. Ez lehetővé teszi, hogy néhány milliszekundum alatt ismét minden csomópont be legyen kapcsolva. Az erre vonatkozó részletes tájékoztatás Recski András és Laborczi Péter munkája alapján az 1.9. fejezetben megtalálható.

A tartalékolás azonban nem feltétlenül hálózati követelményeket támaszt, különösen csomópontokban, alkatrész egység vagy berendezés szinten is lehet tartalékot képezni. Az egység és berendezés szintű tartalékolásánál két lehetőségünk van. Az első, hogy az üzemi és a tartalék egység párhuzamosan működik, a jelfolyam azonban az üzemi egységen halad át. Annak kiesése esetén automatikusan átveszi a tartalékegység vagy berendezés a hibás egység szerepét és a felhasználó egyáltalán nem veszi észre az üzemzavart, ugyanakkor a fenntartó

személyzet azonnal tájékoztatást kap a hibáról, a hibás egység típusáról és ennek ismeretében a cseréről intézkedhet. Ennek méretezéséhez tekintsük át még egyszer a használhatósági követelményeket.

A fenntartás és a hibaelhárítás oly módon szervezendő, hogy a kiesési idő minimalizálása mellett a fenntartók utazási idejét is alacsony értéken tartsuk, ugyanakkor a létszám se legyen túlságosan nagy. A szigorú feltételek teljesítése csökkenthető, ha a kiesési idő lényegesen alacsonyabb, mint a hibaelhárítási idő. Ehhez az szükséges, hogy mindenütt legyen lehetőség tartalékok üzembe helyezésére, vagy olyan hálózati struktúrákat alkalmazzunk, melyek automatikusan képesek a hibás szakaszt kiküszöbölni, vagy áthidalni.

Használhatóság alatt azt az arányszámot értjük, amelyik megadja, hogy a teljes idő (naptári idő), T hányad részében üzemképes (T_0), vagyis használható a rendszer. Ennek angol kifejezéséből (availability) ezt A betűvel jelöljük. $A=T_0/T$. Általában A értéke 0,999 nagyságrendben van. Ez az érték nehezen kezelhető, ezért előnyösebb a kiesési időhányad használata (Down Time Ratio).

$$DTR=1-A$$

Ez könnyebben használható, különösen, ha elfogadjuk, hogy általánosan 10^{-4} értéket, (a DTR egysége, az óra/év átváltásnak megfelelően) veszünk figyelembe. Egy évben 8 óra kiesés az 10×10^{-4} értéket, vagy 10 DTR (óra/év) egységet jelent, ami általában az elfogadható határ. Digitális automatikus tartalékolású hálózatoknál ennél jobb értékeket is el lehet érni.

A használhatóságot a rendszer megbízhatósága és a hibaelhárítási idő jellemzi. A megbízhatóságot a kiesési gyakorisággal, vagy más szóval, két kiesés közötti időtartam várható értékével adjuk meg. Ennek jele általában μ , melynek dimenziója idő. Szokásos az n érték megadása is, mely az időegységben előforduló hibák számát adja meg vagyis darab/idő dimenziójú.

A hibaelhárítási idő jele L . Amennyiben automatikusan tartalék üzemre kapcsol a rendszer ennek értéke néhány perc. Sok esetben azonban ennél is rövidebb lehet. Ha az üzem csak helyszíni beavatkozással állítható helyre, akkor az elhárítási idő az odautazási idő + az ott végzett munka idejével összegzett idő.

$$L=L_u+L_0$$

Ezekkel számolva $DTR=nL$.

A fenntartó létszám vagy fenntartói csoportok számának meghatározásához az utazási idő kétszeresét kell számításba venni, mert a következő hibaelhárítási feladat előtt általában visszautaznak a támpontra a fenntartók. A mobiltelefonos irányítás jelentősen lecsökkentheti az utazási időt, mert minden új hibához az éppen legközelebb tevékenykedő csoportot irányítják. Ennek akkor van reális haszna, ha a gépkocsiban valamennyi gyakran előforduló hibához szükséges eszközöket és szerszámokat viszik magukkal. Automatikus pótlásnál a csoport útiránya és feladati előre tervezhető, mert csak az lényeges, hogy mielőtt egy újabb hiba fellépne, az előző hibát elhárítsák. Nagymegbízhatóságú rendszereknél az 1 %-os valószínűséggel fellépő második hiba μ értékéből számítható. Azon rendszereknél, melyeknél 1 hiba/év a gyár által garantált hibasűrűség és ehhez tartozó szigma megfelel a normáleloszlásnak akkor is a két hiba együttes fellépésének valószínűsége 10^{-4} ezért megengedhető, hogy egy munkanap legyen a hiba jelzése és elhárítása között.

Ha nincs automatikus tartalék, akkor $1-A=nL$. Ez a méretezés alapösszefüggése. Ebből lehet számolni, hogy az országban hány csoport legyen, az utazási idő minimalizálása érdekében és ugyanakkor L értéke ne lépje túl a 2-3 órányi időt. Ha a berendezések megbízhatóak és a javításuk 1 órán belül megoldható, akkor elegendő 60 km sugarú körök középpontjába telepíteni fenntartó, hibaelhárító csoportokat. A berendezések mennyisége dönti el, hogy egy ilyen középpontban hány csoportnak kell elhelyezkedni.

Előnyös, ha ezekben a fenntartási központokban üzemeltetési feladatokat is ellátnak és az ott dolgozók egyaránt alkalmasak valamennyi feladat elvégzésére. Gondoskodni kell ezen kívül, hogy valamennyi hibaelhárításhoz szükséges tartalékberendezés, egység, kártya, kábel vagy szerelvény rendelkezésre álljon. Ezeket azonnal pótolni kell, ha valamelyiket felhasználták.

A használhatóság tervezését a különböző átviteli út, kapcsoló vagy átviteli berendezés esetén újból kell tervezni, ha kialakult az új eszközök hibagyakorisága és a helyszíni javításhoz szükséges idő. Az IP alapú forgalomirányításnál az egységek hibája nem jelent soha kiesést. Az irányítás lehetővé teszi, hogy minden olyan pontra, amely legalább két irányból elérhető, vagyis három irányú csatlakozása van a hibák csak forgalmi túlterhelésben jelentkeznek. A forgalmi túlterhelés észlelésekor

be kell avatkozni. Kivételt csak a felhasználói hálózat jelent, mert azt csak kivételes esetekben tartalékolják.

Mint látható a felhasználók számára szükséges használhatóságot (l. 1.12. fejezet), tehát alkatrész berendezés, szakasz, csomópont és hálózati szinten végrehajtható eljárásokkal lehet garantálni. Saválasztást gazdasági szempontok szabják meg, ez azonban minden országban különböző lehet, attól függően hogy a berendezések ára hogyan aránylik a fenntartó személyzet munkabéréhez és milyen költségtöbbletet a gyors utazás. Ez a tényező nem csak hely szerint, hanem az idő függvényében is változik, ezért erre általános szabályt kialakítani nem lehet.

7.4. Hálózati elem menedzselés és hálózat menedzselés

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

Az elmúlt évtizedben folyamatosan bővült a távközlési szolgáltatások választéka, és megnőtt a nagysebességű átvitel, mint pl. videó iránti igény. A képesség a hang, videó és adat nagysebességű átvitelére kritikus követelménnyé vált. Újabban, a távközlési hálózatoknak különböző sávszélesség-igényű számítógépes hálózatokat kell integrálniuk. A növekvő IP alapú forgalom irányítás eltérő forgalmi természetű új követelményeket támaszt a hálózat üzemeltetőikkel és a szolgáltatókkal szemben.

Annak érdekében, hogy különböző típusú információkat nagy sebességgel továbbítani lehessen, teljesen új technológiák bevezetését, a létező technológiák és protokollok képességeinek jelentős javítását kellett és még a jövőben is kell megoldani. Az SDH-ra (SDH=Synchronous Digital Hierarchy), ATM-re (ATM=Asynchronous Transfer Mode), xDSL-re (DSL=Digital Subscriber Line) vonatkozó szabványok megvannak, de a megvalósítás a különböző hálózat üzemeltetőknél eltérő fázisban van. Ezeknek a tényeknek, valamint a gyorsan változó igényeknek köszönhetően, az áttérést a hagyományos telefonszolgáltatásról (POTS) nagyon gyorsan meg kell valósítani.

Újabban a fényvezetők, és a mobil távközlés is hozzá tették a saját bonyolultságukat és sebesség-igényüket, amelyek eltérnek a hagyományos telefonhálózatétól. A komplex és eltérő berendezés és szolgáltatás választék, ezeknek gyors változása a hálózatok, erőforrások és szolgáltatások kontrollját nagyon bonyolult feladattá tették. Ez a probléma csak a modern számítógépes technika segítségével és a maximálisan lehetséges automatizálás megvalósításával oldható meg.

7.4.1. A hálózat menedzselés

A távközlési hálózatokat üzemeltető szervezetek jelentős időt, pénzt és emberi erőforrást fektettek be távközlési hálózatuk kiépítésére, amelynek fenntartásáról is gondoskodni kell. A hálózat menedzselése azon folyamatként definiálható, amely a távközlési hálózatot a maximális hatékonyság és termelékenység elérése érdekében vezérli. Ez a folyamat tartalmazza a hálózatból az adatgyűjtést (manuálisan vagy inkább automatikusan), az adatok feldolgozását és ezek megjelenítését a hálózatot üzemeltető személyzet számára. Ahogy a szolgáltatásmenedzselés jelentősége nő, a hálózat menedzselésnek ugyancsak előfeldolgozást kell végeznie a szolgáltatásmenedzselés számára szükséges adatokon, és az adatokat a magasabb szintű (szolgáltatás- és üzleti menedzselő) rendszerek felé továbbítani kell.

Számos országban a dereguláció erős, helyenként igen agresszív versenyt eredményezett a távközlést szolgáló versenytársak között. A dereguláció ugyancsak lehetővé tette, hogy a szolgáltatók kiterjesszék tevékenységüket a hagyományos földrajzi területükön kívülre, akár az ország határokra túlra is. Ez a globalizációs tendencia ugyancsak erősítette a versenyt.

A gyártó-specifikus hálózat menedzselés nem tudja biztosítani az együttműködést a különböző gyártók által telepített eltérő technológiák, berendezések, a különböző lehetőségekkel és különböző szintű menedzselési képességekkel rendelkező specifikus menedzselési megoldások között. A szakadék elméletileg áthidalható emberi erőforrásokkal, de az így módon elérhető sebesség nagyon gyakran nem elegendő az ügyféllel szerződött szolgáltatási szint eléréséhez.

Amint az ismert, létezik egy „szakképzettségi piramis” (7.4.1. ábra). Ez azt jelenti, hogy minél magasabb a kívánatos szakképzettség, annál kevesebb megfelelő személyzet áll rendelkezésre. Ugyancsak nőnek a magasabb képzettséggel kapcsolatos oktatási költségek és a fizetések is. A különböző és egyre bonyolultabb technológiák egyre képzettebb személyzetet igényelnének, de a

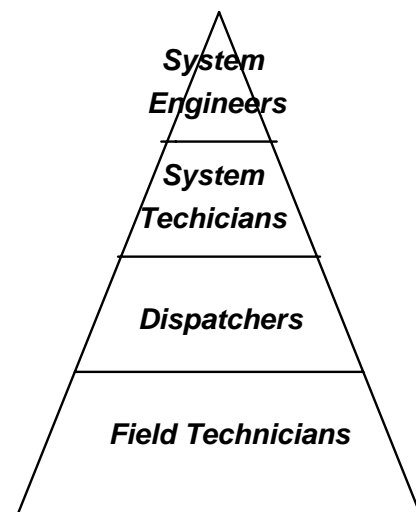


Figure 7.4.1. The Skill pyramid

gazdaságos üzemeltetés és a hatékonyság kevesebbet enged meg – és nem kétséges, hogy a gazdaságos üzemeltetés iránti elvárás erősebb, azaz a cégek kisebb de szakképzett személyzetet fognak felvenni. Következésképpen, egyre kisebb létszámú személyzet fog működtetni egyre bonyolultabb hálózatokat és szolgáltatásokat.

Ennek eredményeképpen, a hálózat menedzselés (NM, Network Management) egyre kritikusabbá válik. Az NM alapvető célja, hogy az emberi erőforrásokat helyettesítsük számítógépekkel annak érdekében, hogy a folyamatokat automatizálhassuk és gyorsíthassuk.

A gyártófüggő hálózat menedzselési megoldások általában jól működnek a gyártó saját eszközeivel, de nem tudják biztosítani a változatos technológiák, hálózat- és szolgáltatás menedzselési megoldások közötti együttműködést. Ez az a hajtóerő, ami a szabványos hálózat- és szolgáltatás menedzselési megoldásokat fontossá és sürgőssé teszi.

Az egyedi (gyártófüggő) hálózatmenedzselő rendszerek egy másik problémát is felszínre hoznak, mivel nagy összegeket és emberi erőforrásokat kellett befektetni a létrehozásukhoz: nehéz egy jól működő és sok befektetést felhasználó megoldást eldobni. Ez szükségessé teszi, hogy a nem szabványos megoldások együtt tudjanak létezni az új menedzselési megoldásokkal, és a szabványosítási munkának ezt az igényt messzemenően figyelembe kell vennie.

7.4.2. Folyamat-orientáltság

A távközlési szolgáltató kulcsszava „többet kevesebért” – gyorsabb szolgáltatás bevezetés és létesítés, jobb szolgáltatás minőség alacsonyabb áron. Ezek a célok az ügyfeleket kezelő és az üzemeltetést támogató folyamatok automatizálásával, valamint az előfizetőnek adott szolgáltatások menedzselése és a kiszolgáló hálózat közötti erős automatizált kapcsolat létrehozásával érhetők el.

A szolgáltatóknak és a hálózat üzemeltetőknek üzleti folyamataikat automatizálniuk kell, amelyhez az információk végponttól végpontig, számos

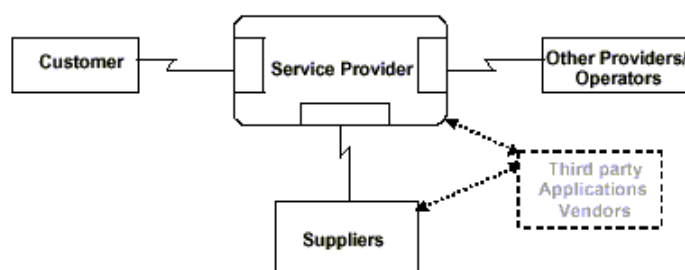


Figure 7.4.2
The Business Reference Model

különböző rendszeren kell végighaladnia. A hálózat üzemeltető és a szolgáltató valamennyi tevékenységének és folyamatának támogatnia kell az üzleti folyamatokat: a hálózat menedzselésnek, szolgáltatás menedzselésnek, marketingnek, beszerzésnek, stb. egyaránt együtt kell működniük velük.

A 7.4.2 ábrán látható üzleti referencia modell szolgál a menedzselés alapjául. Az ábra az alapvető kapcsolódási pontokat mutatja egy szolgáltató és ennek ügyfelei, szállítói valamint más szolgáltatók között. A vázolt üzleti szabályok és a kapcsolatok között az automatizálási lehetőségek széles skálája létezik.

7.4.3. TMN (Telecommunications Management Network)

A távközlésben, de különösen a távközlési iparban a TMN (Telecommunications Management Network, távközlés menedzselő hálózat) egy meglehetősen lazán kezelt fogalom, amelyet mindenféle menedzselési megoldásra használnak. Szigorú értelemben véve azonban, a TMN fogalom csak azon hálózat menedzselési megoldásokra alkalmazható, amelyek megfelelnek az ITU-T vonatkozó szabványainak.

A TMN modell egy módszer annak logikus végiggondolására, hogy egy szolgáltató milyen módon menedzseli üzleti folyamatait. A TMN modellben öt réteg van, amelyeket rendszerint egy háromszög vagy piramis formájában szokás ábrázolni (7.4.3. ábra). Az üzleti menedzselés van csúcson, a második réteg a szolgáltatás menedzselés, a harmadik a hálózat menedzselés, a negyedik az elem menedzselés, legalul pedig a hálózat fizikai elemei vannak.

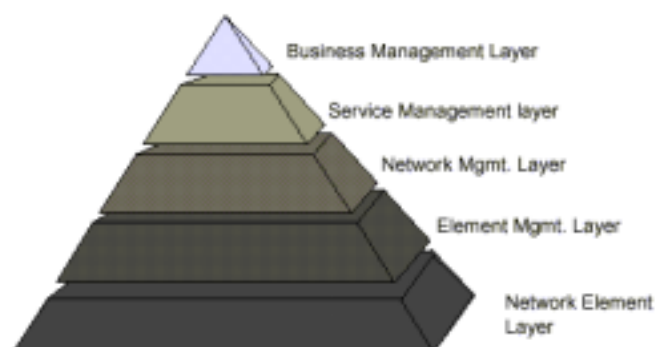


Figure 7.4.3. The TMN Model

A koncepció lényege, hogy az egyes rétegek egyrészt menedzselési döntései különböznek, de össze is függenek. Például, részletes információ szükséges ahhoz, hogy egy központot folyamatosan üzemeltessünk (az elem menedzselés szintjén), de ennek az információnak csak egy részhalmaza (pl. hogy a központ teljes kapacitással üzemel-e) szükséges a hálózat üzemben tartásához.

Fentről lefelé haladva, minden egyes réteg elvárásokat támaszt az alatta lévő réteggel szemben. Lentről felfelé haladva, minden egyes réteg lehetőségeket kínál a fölötte lévő rétegnek.

A TMN egy rétegzett architektúrát kínál a távközlési hálózatok menedzseléséhez. Foglalkozik a hálózat erőforrásainak (erőforrás a hálózat minden olyan komponense, amely részt vesz a szolgáltatásban – ideértve a berendezéseket, szoftvert, hardvert és az ügyfelet is -, annak monitorozásával, vezérlésével és a működés összehangolásával. A TMN néhány funkciója:

- Az ügyfélnek nyújtott szolgáltatások – mint hang-, video- és intelligens hálózati szolgáltatások, internet, adatátvitel, stb. – biztosításában résztvevő rendszerösszetevők, hardver és szoftver elemek távoli vezérlése.
- Könnyen kezelhető interfészek és együttműködési felületek biztosítása az ügyfél felé szolgáltatásainak konfigurálásához. Ennek az interfésznek figyelembe kell vennie a végfelhasználók valamint az üzemeltetők eltérő képzettségi szintjét.
- Automatizálás a problémák felderítése és ezek hatásának elhárítása céljából. Ez tartalmazza a hálózatok öngyógyító és önmagát korrigáló képességeit is.
- A gyártók saját berendezés-menedzselési megoldásainak és protokolljainak problémamentes integrálása az új berendezésekkel és protokollokkal.

Nemcsak hardver, de szoftver is alkalmazható a távközlési berendezések funkcionalitásának javítására; ezt a szoftvert és magukat a TMN (szoftver) alkalmazásokat is menedzselni kell.

7.4.4. Rendszermenedzselés funkcionális területek

A menedzselési feladatok ellátásához a hálózatmenedzselést öt funkcionális területre osztották fel:

- A hibamenedzselés (Fault management) a hiba detektálását, a diagnózis és az analízis segítségével történő hiba elszigetelést és a hálózati hibák korrekcióját jelenti. A hibamenedzselés része a hiba jelentése és a nyomkövetés pl. hibajegyek segítségével;
- A konfiguráció menedzselés (Configuration Management) a hálózati erőforrásokra vonatkozó információk számontartására irányul. Ez tartalmazza nemcsak a berendezés konfigurálását, hanem a hálózati nézetek kezelését, a topológia, a szoftver, a nyilvántartások/leltárak és a létesítés kezelését.
- Az elszámolás menedzselés (Accounting Management) az erőforrások használatára vonatkozó ellenőrzött adatgyűjtést és a használatért történő számlázást jelenti.

- A teljesítőképesség menedzselés (Performance Management) tartalmazza a teljesítőképességre vonatkozó adatgyűjtést, ezen adatok elemzését és a jelentést a problémákról. A teljesítőképesség menedzselésnek ugyancsak része az erőforrások hatékonyságának és viselkedésének az értékelése.
- A biztonságmenedzselés (Security Management) funkció a beavatkozás (titkosság, hűség, hitelesség megsértése) detektálásával és a sértések jelentésével, biztonsággal kapcsolatos szolgáltatások – titkosítás (encryption), kulcsok kezelése, hozzáférés kontrol, stb. – létrehozásával, törlésével és karbantartásával foglalkozik. A jelszavak és a titkosító kulcsok elosztása ugyancsak biztonságmenedzselési funkció.

Erre az öt kategóriára az irodalomban nagyon gyakran FCAPS-ként szokás hivatkozni (az angol megnevezések kezdőbetűiből képzett betűszóval), és gyakran menedzselés funkcionális területeknek (MFA, Management Functional Areas) hívjuk őket.

7.4.5. A TMN architektúra és funkcionális csoportosítás

A TMN rétegzett architektúrájának ipar általi elfogadottsága következtében egy távközlés-menedzselési építőelem csak egy TMN rétegből és egy TMN menedzselési funkcionális területről tartalmazhat funkciókat. A követelmények ilyen szétszedése (granularity), amely a maximális funkcionalitás megvalósítására készített egy távközlés menedzselési építőelemen belül, a távközlés menedzselési ipar által elfogadott rétegzett architektúrában fogalmazódik meg.

A TMN formálisan megkívánja a rétegek szétválasztását. Ezek a rétegek a fő üzleti területeket választják szét, mint a hálózat üzemeltetése (hálózati elemek & elem menedzselés), a hálózat menedzselése, az ügyfél számára adott szolgáltatások menedzselése (szolgáltatás menedzselés) és az üzlet

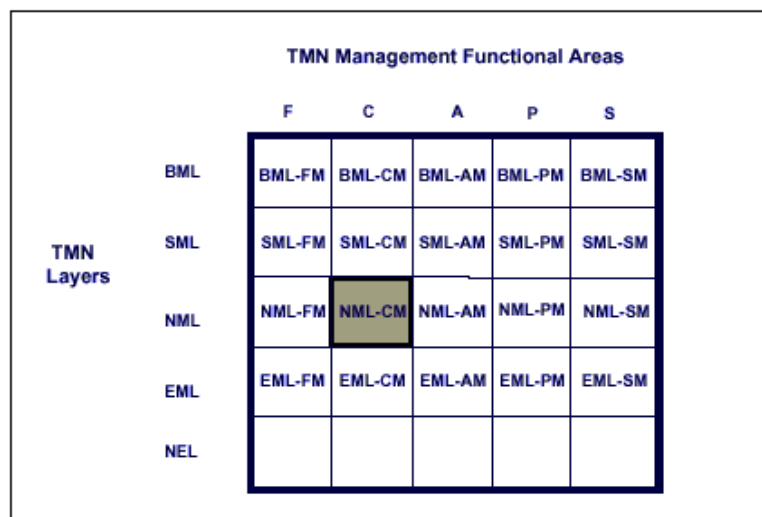


Figure 7.4.4. Layering and Grouping

menedzselése (Business Management). Ezt a jól ismert felbontást a 7.4.4. ábra szemlélteti.

A jelenlegi gyakorlatban gyakran azt tapasztaljuk, hogy minden egyes MFA-t (Menedzselés funkcionális területet) a legkényelmesebb módon, számos építőelem típusból építenek fel. Például az EML-FM (elem menedzselési szint hiba menedzselése) tartalmazza mind a hálózat hibafelügyeletének, mind a hálózati vizsgáló eszközöknek az elem menedzselőit. Ezek az elemmenedzselők különböző kliensekkel rendelkeznek a hálózatmenedzselési szinten, és különböző skálázhatósági és eloszthatósági jellemzői vannak. Az önálló megvalósítás lehetősége lehetővé teszi azt, hogy mindegyikkel a optimális módon foglalkozzunk.

7.4.6. A Telemangement Forum távközlés üzemeltetési térképe

A TMN model egyszerű, bár a megvalósítás bonyolult. A jelenleg rendelkezésre álló nagyszámú szabvány, amely a menedzselő rendszerek közötti sok interfésszel foglalkozik, néha nehézkessé teszi a teljes áttekintést és megértést. A TMN menedzselési funkciók a funkciók struktúráját és dekompozícióját biztosítják valamennyi réteg számára. Az interfészeket és az információs modelleket definiáló ITU-T szabványok főként az erőforrások menedzselésére és azoknak az elem menedzselő réteghez kapcsolására koncentráltak. Mostanáig csak kis figyelmet szenteltek a TMN-en belüli interfészek és információs modellek specifikálására. Következésképpen, nehéz a szabványokat egy komplex üzleti számításnál – mint pl. egy adott üzemeltetéstámogató rendszer beszerzésénél – alkalmazni. Ugyancsak nehéz az alkalmazás olyan, előfizetőre koncentráló folyamatoknál, amelyek valóban az ügyfél igényeire válaszolnak.

A távközlés üzemeltetési térkép (TOM, Telecom Operations Map), a TMN modellt alapul használja, és célja bármely távközlési szolgáltatás üzemeltetés - támogatásának és menedzselésének leírása fentről-lefelé irányuló, végponttól-végpontig terjedő, folyamat- és ügyfél orientált megközelítéssel.

A TOM (7.4.5. ábra) tervrajzként szolgál a folyamatirányításhoz, és ugyancsak kiindulópontként szolgál az üzleti- és üzemeltetést támogató rendszerek

(Business and Operations Support Systems BSS/OSS) fejlesztéséhez és integrálásához. A TOM tartalmazza:

- A távközlés üzemeltetési folyamatok magasszintű áttekintését, az alfolyamatokat és a tevékenységeket fentről lefelé, ügyfélcentrikusan és végponttól-végpontig fókuszáltnak;
- A végrehajtás, igény kielégítés, számlázás elsődleges végponttól-végpontig terjedő folyamatainak magasszintű azonosítását;
- A folyamatok végtől-végig áramlására illusztratív példákat;
- Minden egyes részfolyamat funkcióinak részletesebb kifejtését, beleértve az egyes részfolyamat-dobozokban foglalt tevékenységeket, valamint minden egyes részfolyamat be- és kimeneteit;

A távközlés üzemeltetési térkép az ITU-T TMN modelljének rétegeit használja az alapvető üzleti folyamatok szervezéséhez, de a szolgáltatás- menedzselő réteget két részre osztja:

- Az első az ügyfélkezelési (Customer Care), a második a szolgáltatásfejlesztési- és üzemeltetési (Service Development and Operations) folyamat. A legegyszerűbb esetben, ez a felosztás az egyedi előfizetői igények által kiváltott folyamatok és az egy adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-családra előfizető ügyfélcsoportok által kiváltott igények közötti különbségeket tükrözi. Ezek a folyamatok felelősek azért, hogy a hálózat és az információs technológiák támogassák a szükséges szolgáltatások végtől-végig létrehozását.

- A hálózat- és rendszermenedzselés és ugyancsak az integrációs réteg az elemmenedzselő és a szolgáltatásmenedzselő réteg között. Ennek alapvető funkciója az információ gyűjtése az elemmenedzselő rendszerekből, majd az integrálás, az adatok közötti korreláció, és számos esetben ezen adatok összegzése és a megfelelő adatok továbbítása a szolgáltatásmenedzselő rendszerhez, vagy pedig a megfelelő akciók végrehajtása a hálózatban.

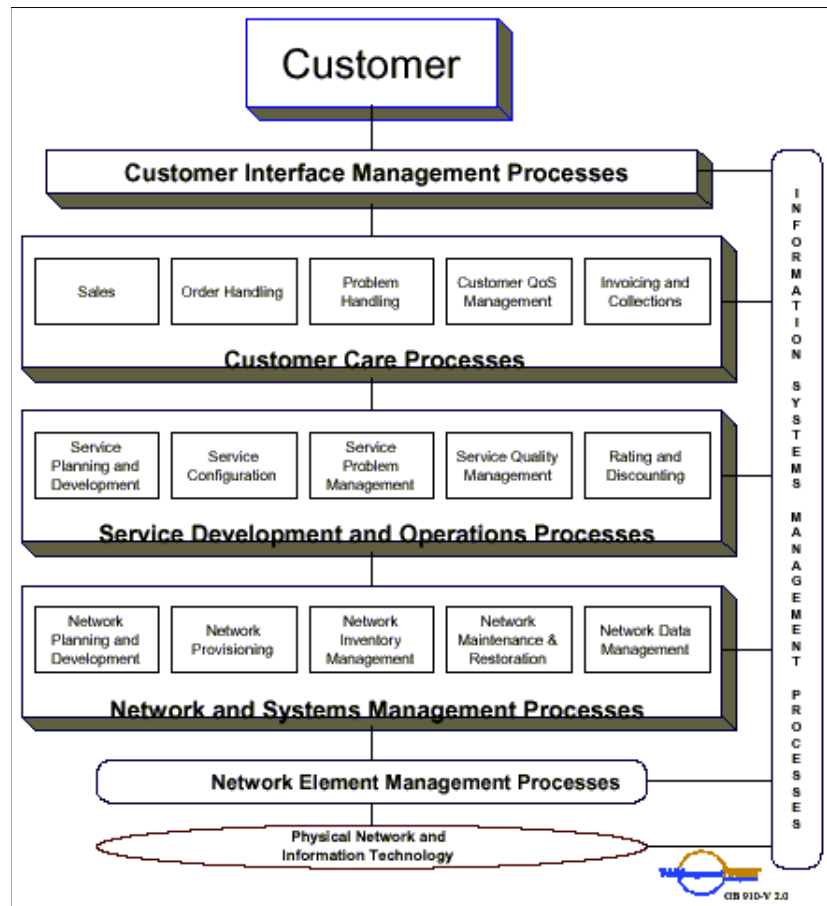


Figure 7.4.5. Illustration of TOM's Processes

7.4.7. Hálózatvezérlés üzemeltetési térkép

Ahogy azt látni lehetett, a hálózatmenedzselési folyamatok a TOM részét

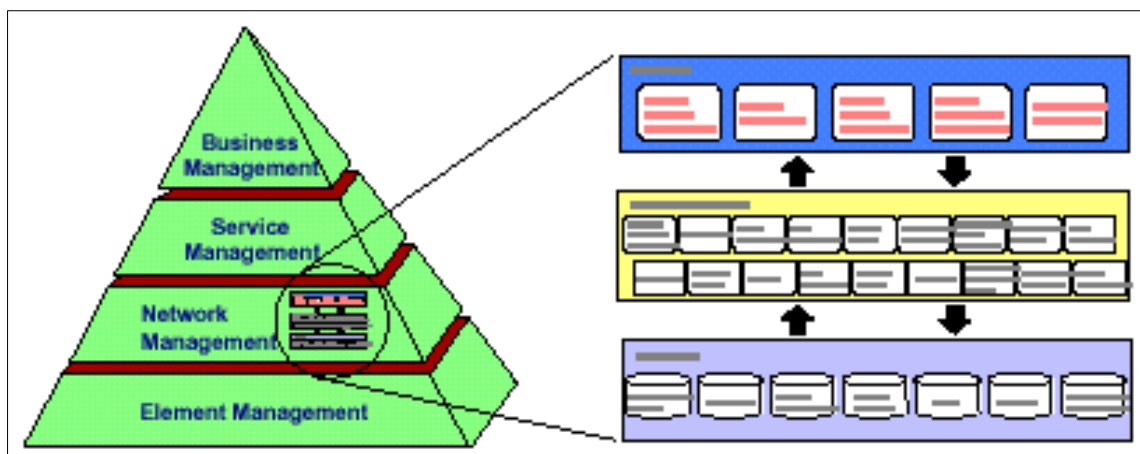


Figure 7.4.6. Positioning the Network Management Detailed Operations Map within TMN

képezik. A hálózatvezérlési folyamatokat a hálózatvezérlés üzemeltetési térkép részletezi tovább. A folyamatokat és viszonyukat a TMN-hez a 7.4.6. ábra mutatja.

7.4.8. Elemmenedzselés és hálózatmenedzselés

Elemmenedzselés és elemmenedzselő rendszerek (EMS)

A távközlési hálózat hálózati elemekből (berendezésekből) áll. A berendezés, és a hálózati elem az alapvető infrastruktúra, azaz a hálózat hardver- és szoftver elemeinek rövid elnevezése. Szokásos esetben, a berendezés nagymértékben szállító-specifikus. A számlázás esetében ez pl. azt jelenti, hogy a nyers elszámolási adat gyakran gyártófüggő formátumban állnak rendelkezésre, és az elemek aktuálisan használt funkcionalitását jellemzik.

Az elemmenedzselő rendszer (*EMS*) a szolgáltató vagy hálózat üzemeltető által egy vagy több hálózati elem menedzselésére használt hardver és szoftver komponenseket jelenti. Az elemmenedzselő lehetőséget nyújt arra, hogy egy részhálózaton keresztül egy egyedi hálózati elemet menedzseljünk, tipikusan egyetlen szállító egy berendezésén, vagy egyetlen szállító berendezéseinek egy csoportján keresztül. A hálózatvezérlők az elemmenedzselő rétegen (*EML*) keresztül végzik el feladataikat. Ezekre a menedzselési feladatokra példa a hálózati elemek erőforrásainak létesítése, és a hálózati elemek hibáinak gyűjtése.

A menedzselés funkcionális területeinek (*MFA*) teljes szétválasztása az elemmenedzselés szintjén a hálózati elemek jelenlegi generációjánál problematikus. Néha a hálózati elem csak egy vagy két menedzselő eszközhöz képes kapcsolódni. Ez azt az elvárást támasztja az elemmenedzselés építőelemeivel szemben, hogy a hálózati elemeket különböző szempontok szerint tudják kezelni, egy közös infrastruktúra részeként. Ez a közös rész az építőelemben közvetlenül kommunikál a hálózati elemekkel, és az információkat megfelelő formában továbbítja a különböző építőelemek felé az elemmenedzselő szinten, azok menedzselési feladatainak megfelelően. Ráadásul, az elemmenedzselés közvetítő (*mediation*) funkciója, amely különböző gyártók eltérő hálózati elem menedzselő protokolljaiból közös protollt, azon át közös nézetet állít elő, a legkényelmesebb módon egyetlen ponton végezhető el. Ez a közös hálózati elem kapcsolati-pont megvalósítható vagy egy elem menedzselő közvetítő építőelemként (*EML mediation building block*), amely

nyílt szerződéseket (az interfészek vonatkozásában) tételez fel, vagy pedig létrehozható az infrastruktúra részeként, amely esetben lehet gyártófüggő is.

Hálózatmenedzselő rendszerek (NMS)

A hálózatmenedzselő rendszerek (NMS) azon hardver és szoftver komponenseket reprezentálják, amelyeket a szolgáltatók vagy a hálózatüzemeltetők arra használnak, hogy hálózatukat egy egészként menedzseljék. Az NMS a teljes hálózatról egy végponttól végpontig terjedő hálózati áttekintést ad, és lehetővé teszi a hálózat elemeinek menedzselését is. Ezek a hálózatban lévő elemek tipikusan több szállítótól származnak. Az NMS elvégzi a TMN hálózat menedzselési funkciókat szerteszét a hálózat menedzselési rétegen. Ilyen például az összeköttetés menedzselés és áramkör hibakorreláció.

A hálózatmenedzselés több, mint egy egyszerű közvetítő (mediator) a hálózatmenedzselő és szolgáltatásmenedzselő rétegek között. A hálózatvezérlő folyamatoknak megvan a saját felelősségük, pl.:

- Hálózat tervezés és fejlesztés (biztosítva a teljes infrastruktúra létrehozását, létét);
- Hálózat létesítés (Network Provisioning) – azaz az infrastruktúra megvalósítása;
- Hálózati nyilvántartás, amely nyilvántartja a hálózati eszközöket és ezek állapotát;
- Menedzselés (a fizikai hálózat megvalósítása és adminisztrációja);
- Hálózat karbantartás és helyreállítás (Network Maintenance and Restoration) – azaz a hálózati infrastruktúra karbantartásának és rendelkezésre állásának biztosítása;
- Hálózati elem menedzselés adatokat gyűjt a hálózat menedzseléséhez és a számlázási rekordok előállításához.

A fontos kérdés az, hogy a menedzselési felelősség azon a helyen van-e, ahol az adekvát információ rendelkezésre áll, ahelyett hogy minden felelősséget a szolgáltatásmenedzselési szintre tolnánk át.

A hálózat- és rendszermenedzselő folyamatok a szolgáltató részhálózatának és teljes hálózatának architektúráját menedzselik.

Hálózatmenedzselő- elemmenedzselő (NML-EML) interfész

A mai hálózatok építésének módja hozzájárult ahhoz, hogy ilyen bonyolult lett a menedzselésük. Ezeket általában számos gyártó termékeiből építették fel. Az együttműködtetés feladata átível a hálózati elem rétegtől egészen fel a menedzselési rétegekig, hogy a többszállítós elemmenedzselő- és hálózatmenedzselő rendszerek együttműködtetése biztosítható legyen.

A szolgáltatóknak ki kell használniuk az átviteltechnikai eszközök fejlődéséből adódó előnyöket. Nem szokatlan, hogy a szolgáltatók következő generációjú, multi-technológiájú hálózati elemeket (vagy „hibrid” hálózati elemeket) telepítenek, mivel ezek új szolgáltatásokat nyújtanak és optimális hálózati erőforrás kihasználást biztosítanak. Az ezidáig definiált, létező hálózat menedzselő megoldások azonban csak egy meghatározott technológia esetében alkalmazhatók.

A 7.4.7. ábra szerinti NML-EML interfész a TMN-ben az elemmenedzselő és a hálózatmenedzselő funkciókat megvalósító menedzselő rendszerek közötti adatátviteli-, illetve adatszere

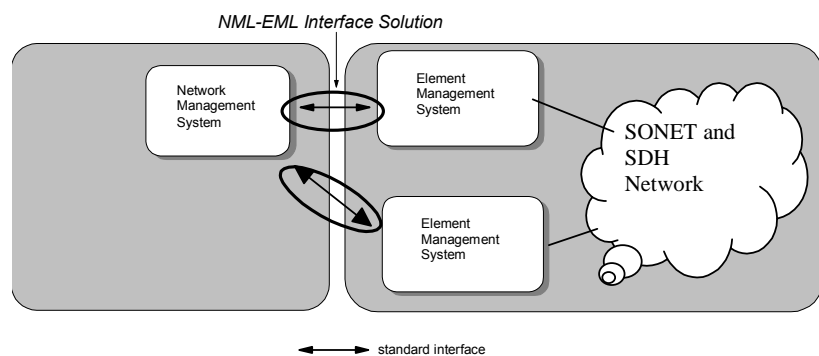


Figure 7.4.7. NML-EML Interface

mechanizmust reprezentálja. Egy, a hálózati elem menedzselés szintjének feledatait ellátó rendszer az NML-EML interfészen át kommunikálhat egy vagy több, elem menedzselő funkciókat végrehajtó ellátó elem menedzselővel.

Az elemmenedzselő és hálózatmenedzselő rétegek struktúrálása

Tradicionalisan, az elemmenedzselő réteget arra használták, hogy egy olyan határfelületet adjon, amely tartalmazza egyik oldalon a technológia-specifikus menedzselési képességeket, míg a felsőbb szintű menedzselési rétegek (hálózat- és szolgáltatás menedzselés, stb.) felé egy általános képet mutat a hálózatról. Egy ilyen határfelület megfelelő egyedi technológiák menedzselésére, de a technológiákon átnyúló integrációs munka nagyobbik részét a szolgáltatókra illetve a

hálózat üzemeltetőkre hárítja át. A szolgáltatók vagy a hálózat üzemeltetők egyre inkább teljes részhálózatok formájában kérik a megoldásokat a berendezésgyártóktól. A részhálózatok tartalmazhatnak számos, több szállítótól származó technológiát (Routerek, kapcsolók, stb. egy IP hálózatban).

A gyakorlatban, a funkciók elosztása az elem- és hálózat menedzselő rétegek között lényegesen különböző lehet. Egy példát mutat a 7.4.6. ábra. A funkcionális területek a távközlés üzemeltetési térképen (TOM) funkció- blokkonként ágyazhatók be. A kiválasztott funkcionális blokkok visszatükrözhetik a fentebb jelzett általános és

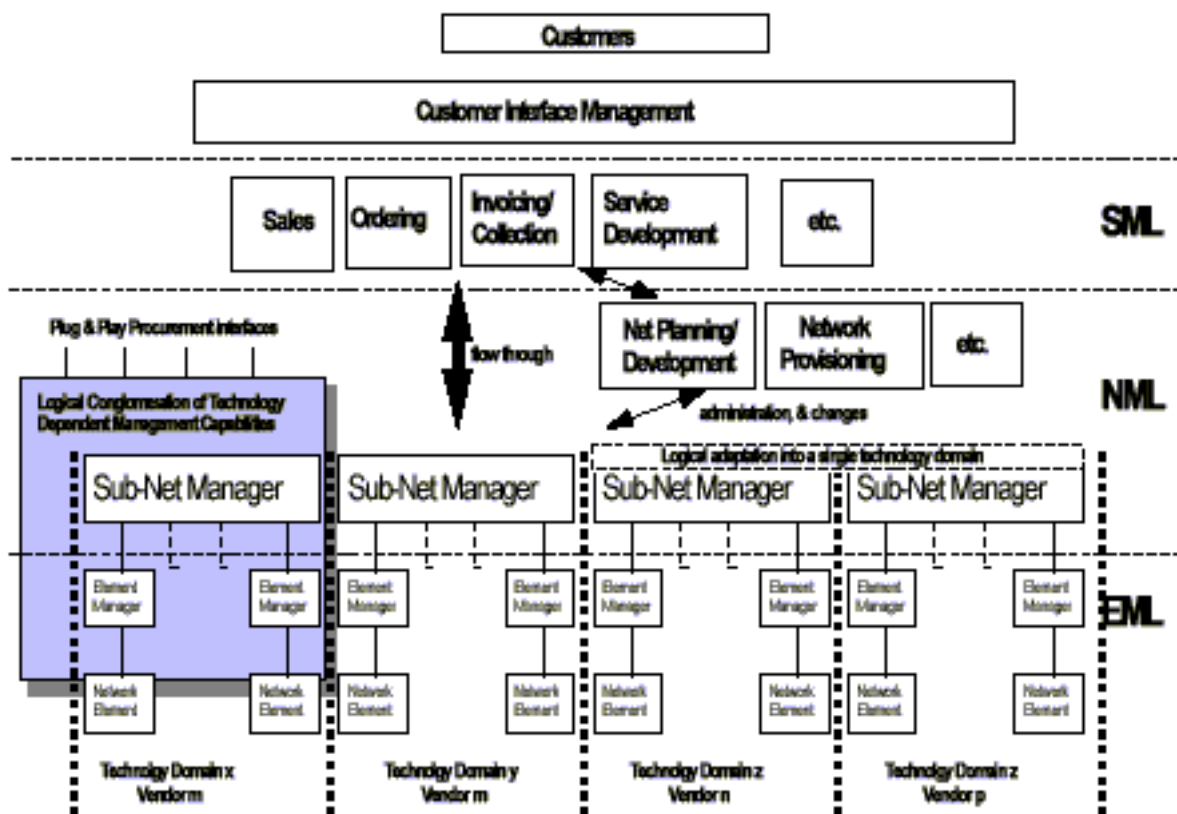


Figure 7.4.8. Structuring the Network Management Layer

technológia-specifikus menedzselés közötti megkülönböztetést. A 7.4.8. ábrán mutatott funkcionális blokkok oly módon lettek kiválasztva, hogy megkülönböztessék az elemmenedzselőkhöz (csomópont szinten) rendelt hálózat menedzselési képességeket és a részhálózat-menedzselők (valamely menedzselte hálózat- vagy domén szintű) menedzselési képességeit egymástól.

A hálózatmenedzselési réteg általános és részhálózat-specifikus összetevőkké particionálása és „plug and play” típusú interfészek megvalósítása a részhálózat szintjén ugyancsak elérhető cél ezen a módon.

Megjegyzendő, hogy ez csak egy lehetséges struktúrálás. Jelenleg nincs a teljes iparban elfogadott megállapodás egy ilyen particionálásra vonatkozóan. A szolgáltatók menedzselt hálózatokra vonatkozó beszerzési politikája gyakran az elem menedzselés és a hálózat menedzselés bizonyos aspektusainak kombinálásán alapul, amelyeket egy ilyen típusú részhálózat menedzselőbe csomagolnak be. Ez lehetővé teszi, hogy a menedzselt részhálózati domén úgy legyen elérhető, mint egy hálózat, nem pedig mint egyedi hálózati csomópontok sora. A részhálózat definiálható:

- Annak megfelelően, ahogy abban egy adott hálózati technológia (pl. SDH vagy ATM) telepítve van, a hozzátartozó menedzseléssel együtt, és annak megfelelően ahogy azt egy csomagban beszerezték;
- Földrajzi particionálás szerint;

Ez a particionálás megfelel a menedzselési funkcióknak, és annak, ahogy a különböző szervezetek igényei különböznek.

7.4.9. Hálózatmenedzselési kapcsolatok

Kapcsolatok a szolgáltatásmenedzseléssel

Ez a hálózatmenedzselés elsődleges kapcsolata, és az információigény valamint a végrehajtandó feladatok elsődleges forrását jelenti. A szolgáltatásmenedzselés felelős azért, hogy minden egyes szolgáltatást az ügyfél szemszögéből menedzseljenek. Így célja hogy „az ügyfél képviseletében” lépjen fel a hálózatmenedzseléssel kapcsolatos tevékenységekben.

Kapcsolatok a szállítókkal vagy a szállítók berendezéseivel

A legtöbb hagyományos szolgáltatónak van saját hálózata, amelyet üzemeltet a szolgáltatási célból. Minden bizonnyal, a szolgáltatásbiztosítási láncban mindig van legalább egy olyan szolgáltató, aki hálózat üzemeltetőként is szerepel. Ezen üzemeltetők/szolgáltatók számára a hálózat üzemeltetése inkább egy belső üzleti funkció, mint egy külső interfész-pont. Azonban, mivel a legtöbb szolgáltató nem maga gyártja a saját hálózatának berendezéseit, bíznak a hálózati berendezések gyártóiban (akiktől vásárolnak), hogy majd segíteni fognak nekik az automatizálási célok elérésében. Az a képesség például, hogy az eszközöket azonos módon lehessen konfigurálni, vagy hogy az alarm- és teljesítmény (performance) adatok

közös formában és jelentéssel álljanak rendelkezésre, kritikus kérdés a hálózat- és szolgáltatás menedzselési automatizmusok valamennyi előnyének kihasználásához. Ahhoz, hogy az automatizálásra erőfeszítésekből a legtöbbet tudjuk kihozni, a beszerzett eszközöknek képesnek kell lenniük egységes magasszintű utasítások vételére és ezek nyomán reagálni, továbbá a teljesítőképességre és a használatra vonatkozó információkat közös, a szolgáltató igényeinek megfelelő módon nyújtani.

Kapcsolat az ügyféllel

A legtöbb szolgáltató szükségesnek látja, hogy legyen automatizált kapcsolat az ügyfelekkel, de legalábbis bizonyos típusú ügyfelekkel és/vagy bizonyos típusú szolgáltatásokra. Ezek a tevékenységek leginkább a szolgáltatásmenedzseléssel kapcsolatosak, amely egy közvetítő-értelemező szerepet tölt be az ügyfél igényeinek a hálózatmenedzselés felé közvetítésében.

Kapcsolatok más szolgáltatókkal

A világméretű szövetségek és a szabályozási tevékenység növekvő mennyiségű kapcsolatot eredményez a szolgáltatók között. Manapság ezek gyakran manuális tevékenységeket jelentenek, ami viszont elfogadhatatlan költséget és gyakran jelentősen csökkentett szolgáltatási szintet jelent az ügyfél számára.

A szolgáltatók közötti kapcsolatok némelyike tartalmukat tekintve hasonló a szolgáltató és az ügyfél közötti kapcsolatokhoz. Valószínű azonban, hogy a tranzakciók volumene, a kért részletezés szintje, valamint a sebesség amellyel az információt ki kell cserélni a szolgáltatók között, alapjaiban különböző megállapodást kényszerít ki a megvalósításra vonatkozóan.

7.5. Távközlő hálózatok szolgáltatás-menedzselése

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

7.5.1. A szolgáltatás minősége (QoS, Quality of Service)

Definíció szerint, a szolgáltatás minősége (QoS=Quality of Service) azon szolgáltatási paraméterek, jellemzők együttese, amelyek a szolgáltatás felhasználója elégedettségének mértékét meghatározzák. A szolgáltatás minősége a szolgáltatás támogatásának és a szolgáltatás működtetésének hatékonysága, a szolgáltatás integritása, továbbá az egyes szolgáltatásokra specifikus egyéb tényezők összetett szempontjainak figyelembevételével jellemezhető (ITU-T E.800 ajánlás).

Az SLA (service level agreement=szolgáltatási szerződés) QoS paraméterei a szerződés része. Nagyon fontos megjegyezni, hogy lényeges különbség van a felhasználó/szolgáltató SLA-ban meghatározott szolgáltatás-minőségi követelményei és a hálózat-szintű QoS között.

A szolgáltatás minősége (az SLA szempontjából) egy adott szolgáltatásra definiált és az ügyfél számára nyújtott szolgáltatásminőség mérőszáma. Hagyományosan a szolgáltatásminőség teljesítőképesség jellegű (performance, valójában egyfajta technikai értelemben vett minőségi) paramétereket tartalmaz. Sokan használják a QoS-et a szolgáltatás jellemzésére minőségi szempontból – pl. hálózat műszaki minőségi mérőszámai, időn belüli teljesítés (pl. létesítésnél), hívás válaszidő (pl. ügyfélszolgálatnál), stb. A szolgáltatásminőség megítélése lehet szubjektív (pl. hogy egy hívásnál jól hallható-e a hang), vagy objektív (pl. a cellatévesztés, cella hibaarány ATM esetében).

A szolgáltatásminőség (QoS) definiálása legkönnyebb digitális áramköröknél. Az IP alapú szolgáltatások minőségének definiálása nagyobb odafigyelést igényel, mivel ez kapcsolat nélküli (kapcsolatmentes) szolgáltatás amelyet nehéz mérni, és mivel az IP alapú szolgáltatások QoS definíciója az IT (számítógépes technika)

világából származik, azaz a „megtesszük, ami tőlünk telik” (best effort) szolgáltatási modellen alapul.

Az SLA-ban egyértelmű definíciókat kell alkalmazni:

- Azon mérhető QoS mérőszámokat és paramétereket - az ügyfél számára érthetően és vele egyetértésben - amelyeket a szolgáltató garantálni tud egy adott szolgáltatásra vonatkozóan;
- A szolgáltatás műszaki minőségének mérési eljárását, a mérési periódust, a QoS jelentések által felölelt időszakokat és ezen jelentések gyakoriságát;

7.5.2. Szolgáltatásszint megállapodás (SLA)

Az SLA egy formálisan megtárgyalt megállapodás (szerződés) két fél között, amelynek célja hogy a szolgáltatás minőségéről, a prioritásokról, felelőségekről, stb. egy közös értelmezést rögzítsen. Az SLA az ügyfél és a szolgáltató közötti kapcsolatok számosságát fedheti le.

Bár egy SLA tartalmazhatja a fenti feladatokat is, elsődleges célja a szolgáltatás műszaki minőségében (performance) történő megállapodás.

Az SLA paraméter-kategóriái lehetnek 1.) technológia-specifikusak; 2.) szolgáltatás-specifikusak és 3.) technológia/szolgáltatás függetlenek. Az ügyfelet ugyanakkor alapvetően 2 dolog érdekli: 1.) hatás az egyéni felhasználókra; 2.) összegzett (aggregált) minőség egy definiált periódusra.

Egy SLA nagyon gyakran melléklet az ügyféllel kötött szerződéshez. Definiálja a szolgáltatás(oka)t, a vállalt és a ténylegesen teljesített szolgáltatási szint összevetésére alkalmas mérőszámokat. Egy ilyen szolgáltatási szint előírás tartalmazhat hálózat-minőségi mérőszámokat, az új megrendelések teljesítési idejét, a rendelkezésre állást, az ügyfélszolgálat válaszidejét, a maximális üzemkiesési időket, az átlagos és minimális hálózati kapacitást. Ugyancsak gyakran tartalmazza az SLA a hibajelentési és eskalációs eljárásokat, a jelentéstételi követelményeket és mindkét partner általános felelőségeit.

7.5.3. Kapcsolat a Telemanagement Forum (TMF) távközlés üzemeltetési térképpel

A szolgáltatóknak egy ügyfél-orientált és szolgáltatás menedzselő megközelítést kell alkalmazniuk, amelynek megvalósításához üzleti folyamat menedzselő módszereket kell alkalmazniuk annak érdekében, hogy hatékonyan tudják vinni az üzletet és az ügyfél által elvárt szolgáltatást és minőséget tudják számára nyújtani. vezetni Ahhoz, hogy ezt a szolgáltató értékláncán belül kezelni lehessen, egy közös folyamat keretrendszerre van szükség. A 7.4.5. ábra szerinti TOM (TOM=Telecom Operations Map, Távközlés üzemeltetési térkép) az ITU-T TMN modelljének rétegei szerint rendezi a lényegi üzleti folyamatokat, de a szolgáltatásmenedzselő réteget 2 részre osztja: szolgáltatásmenedzselő és üzemeltetési folyamatokra, valamint ügyfélkezelő (Customer Care) folyamatokra. A legegyszerűbb értelmezés szerint, a felosztás az egyedi ügyfelek által triggerelt folyamatok és az egy adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-csomagra előfizető előfizetői csoportok által kezdeményezett folyamatok közötti különbségeket jellemzi. Ugyancsak választ jelent az ügyfélkezelő folyamatokban a közvetlen ügyfélkapcsolat szükségességére, valamint az integrálás és automatizálás kritikus voltaira.

7.5.4. Szolgáltatás fejlesztési és üzemeltetési folyamatok

A szolgáltatás fejlesztési és üzemeltetési folyamatok a TOM középső sorában helyezkednek el (7.5.1. ábra).

A folyamatok a szolgáltatás létrehozására és annak menedzselésére fókuszálnak. Néhányat ezen funkciók közül egyszeri alkalommal hajtanak végre (pl. az új szolgáltatások és lehetőségek tervezése és fejlesztése), míg más funkciók - mint a szolgáltatás kapacitásának tervezése, a szolgáltatástervezés elvégzése egy adott ügyfélnél, vagy a szolgáltatás fejlesztésére vonatkozó kezdeményezések kezelése – szorosan kapcsolódnak az ügyfél napi tapasztalataihoz.

Szolgáltatástervezési- és fejlesztési folyamat

A folyamat egy új szolgáltatás vagy lehetőség, esetleg új koncepció vagy követelmény felmerülésével, vagy akár kapacitáshiány következtében is kezdődhet. A triggererek származhatnak az ügyféltől, vagy a cég különböző részlegeitől.

Végződik az új szolgáltatás, lehetőség bevezetésével, kapacitás hozzáadásával, beleértve a képességet annak értékesítésére, megrendelésére, fenntartására, számlázására, jelentések készítésére az elvárt szolgáltatásminőség, teljesítmény vagy költségcélok eléréséről vagy túllépéséről.

A folyamat tartalmazza:

- Azt a tervezési képességet/kapacitást, amellyel az adott piaci elvárások a kívánatos költség mellett teljesíthetőek. Ez az igény lehet egy új szolgáltatás, új lehetőség, szolgáltatás-bővítés, frissítés (upgrade) vagy fenntartási/karbantartási kapcsolatú.
- Annak lehetőségét, hogy a szolgáltatás (termék) megfelelően telepíthető, monitorozható, ellenőrizhető és számlázható.
- A megfelelő folyamatok és módszerek/eljárások módosításának, változtatásának eljárásait az üzemeltető személyzet megfelelő szintjein, valamint annak biztosítását hogy a megfelelő oktatást a személyzet megkapja.
- Azokat a módosításokat a kiszolgáló hálózaton illetve információs rendszereken, amelyek a szolgáltatási követelmények támogatásához szükségesek kellenek.
- Azon előzetes tesztek végrehajtását, amelyekkel ellenőrizhető hogy a műszaki képességek rendben megvannak, és hogy az üzemviteli támogató folyamatok és rendszerek megfelelően funkcionálnak.
- Annak biztosítását, hogy a megfelelő kapacitások az értékesítési előrejelzések kielégítésére rendelkezésre állnak.

Szolgáltatás konfigurálási folyamat

Ez a folyamat adott ügyfeleknél valósítja meg a szolgáltatás létesítését és konfigurálását, beleértve az előfizetőnél elhelyezett berendezések telepítését/konfigurálását is. Ugyancsak támogatja a kezdeti szolgáltatás létesítés után a szolgáltatás újrakonfigurálását (vagy az ügyfél kívánságára, vagy egy probléma megoldásaként). Ugyancsak a folyamat része lehet a hálózat újrakonfigurálása az új igények kielégítése, vagy a kapacitás megnövelése érdekében, de az ilyen szolgáltatás konfigurálás nem kapcsolódhat egy adott előfizetői konfiguráláshoz. A cél, hogy a szolgáltatás konfigurálása vagy újrakonfigurálása korrektül, az elvárt időn belül valósuljon meg, ide értve a kapcsolat menedzseléséhez tartozó tevékenységeket is.

Az IP alapú szolgáltatásoknál további funkciókat kell számításba venni. A tűzfal, az alkalmazás-szerverek mint e-mail, web-szerverek és ezek kezelése fontos

dolgok. Ugyancsak be kell állítani az SLA (szolgáltatási szint) és QoS (szolgáltatásminőség) paramétereket is.

Szolgáltatás-probléma kezelési folyamat

Ez a folyamat megvalósítja a szolgáltatási problémákról és a hiba hatásáról történő jelentést, a szolgáltatásra hatást gyakorló és arra nem ható hibák gyökerének (okának) elszigetelését, valamint a megoldáshoz szükséges akciókat. Tipikusan, az ezen folyamathoz küldött hibák több ügyfélre hatnak. A tevékenységek lehetnek azonnali újrakonfigurációs vagy más javító (korrektív) akciók. Hosszabbtávú, a szolgáltatás tervezésre, a hálózatra vagy a szolgáltatással kapcsolatos információs technológiára ható módosítások szintén szükségesek lehetnek. A cél, hogy megértsük a a szolgáltatás minőségét befolyásoló okokat és azonnali javításokat tudjunk végezni, vagy hogy azonosítsuk a szükséges minőségjavító tevékenységeket. A feladathoz tartozik:

- a problémák elszigetelése és a szolgáltatási problémák megoldása,
- a krónikus hibák azonosítása,
- teljesítmény/minőség adatok biztosítása,
- a szolgáltatás újratervezése, ha az szükséges,
- eszkaláció kezdeményezése,
- a szolgáltatásminőség elemzése,
- jelentések előállítása a szolgáltatásokról.

A folyamat a szolgáltatási probléma megoldásával, a javítások elvégzésével, a szükséges fejlesztési feladatok megtételével vagy azzal a döntéssel végződik, hogy nem kell semmi tevékenység, - beleértve a gyökérhiba megtalálására irányuló, vagy más elemzések elvégzését is.

Kalibrációs (Rating) és diszkontáló folyamat

Egy használat-alapú szolgáltatásnál az alapvető folyamatok egyike az előfizető rekordok kalibrációs (Rating) és diszkontáló folyamata. Ahogy más folyamatok esetében is, egyes szolgáltatók szolgáltatásként nyújtják ezen funkciókat más szolgáltatók számára. Közös nyújtott szolgáltatások esetében a szolgáltatók közötti elszámolás és egyeztetés beleérthető a folyamatba.

A cél a díjak és a használat korrekt számolása, az elszámolás és egyeztetés korrekt végrehajtása. A folyamat egy adott ügyfél azonosítóinak rögzítésével kezdődik, amellyel a használat, a megfelelő árengedmények, díjak és hitelek azonosíthatók. A végét a számlakiadáshoz szükséges korrekt információ kiadása jelenti.

7.5.5. Szolgáltatásminőség menedzselési folyamata

Ez a szolgáltatásfejlesztő- és üzemeltetési folyamat rész-folyamata, de fontossága miatt érdemes külön fejezetben tárgyalni.

Ez a folyamat kontrollálja a szolgáltatás vagy termék minőségét és költségét szolgáltatás-osztályonként annak érdekében, hogy meg lehessen határozni, hogy

- A szolgáltatási szint folyamatosan biztosított-e,
- Van-e bármilyen probléma a szolgáltatással illetve a termékkel, vagy szükséges-e valamilyen javítás, fejlesztés,
- A termék eladásának és használatának nyomon követésével előrejelzések legyenek készíthetők.

Ez a folyamat ugyancsak tartalmazza azon tevékenységeket, amelyek az egyes szolgáltatási osztályoknál szükségesek a szolgáltatás szintjének megállapodás szerinti célértékek közötti tartásához, és ahhoz hogy vagy az elvárások előtt járjunk, vagy hogy az értékesítést riasztani lehessen az eladások lassítása érdekében. Ha javítani kell a szolgáltatást vagy az infrastruktúrát a szolgáltatási eredmények tartása vagy javítása érdekében, ez a folyamat produkálja a javaslatokat, továbbá az elfogadott fejlesztések és/vagy más kívánatos akciók befejezéséről a jelzést. Cél a hatékony, szolgáltatás-specifikus monitorozás amely értelmezhető és megfelelően időzített teljesítmény/minőség információt ad annak érdekében hogy a vállalásokat elérő vagy esetleg azt meghaladó szolgáltatás-minőség biztosítható legyen. Ez az információ használható meghatározott előfizetőknél (belső menedzselésre és az előfizetőre az ügyfél szolgáltatás-minőség folyamaton keresztül). Az elérendő cél szükségessé teszi a szolgáltatási szintek monitorozását, elemzését, és jelentések készítését annak érdekében hogy a vállalt SLA szinteket illetve az adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-osztályra vonatkozó standard vállalásokat tartani lehessen.

A szolgáltatásminőség menedzselési folyamat kezeli a szolgáltatást az első szolgáltatástól egészen annak visszavonásáig. Ilyenformán, a folyamat a szolgáltatás bevezetésével kezdődik és tartalmazza a hatékony menedzselést, valamint a szolgáltatási eredményekre vonatkozó jelentések készítését hogy a vállalt üzemeltetési célok elérhetők illetve túlteljesíthetők legyenek.

A folyamat számos részfolyamatot tartalmaz. A folyamat részekre bontása függhet a szolgáltatótól illetve hálózat üzemeltetőtől. Kettőt ezekből (Életciklus menedzselés és SLA tartása) a következő fejezetek tárgyalnak.

7.5.6. A szolgáltatás életciklusának kezelése

Az ügyfél és a szolgáltató szerepének elhatárolásához a szolgáltatás és annak szolgáltatás szintje (SLA) öt életciklus-szakaszra bontható: termék- illetve szolgáltatásfejlesztés, megállapodás és értékesítés, létesítés, végrehajtás, értékelés. Minden életciklus-szakasz meghatározott üzemeltetési folyamathoz kapcsolódik a Távközlés üzemeltetési térképen (TOM=*Telecom Operations Map*, 7.5.1 ábra). Az SLA életciklus egy teljes folyamatleírást ad a jól definiált állapotok közötti interakciók ábrázolásával.

A szolgáltatásmenedzselő folyamatok egy hosszabb periodicitású életciklus alkotnak, amelyet a különböző szolgáltatások/termékek (vagy szolgáltatás-osztályok) bevezetése, módosítása és visszavonása vezérel. Ez az életciklus magába foglalja a megfelelő politikát, a szabályokat, folyamatokat és adatsablonokat amelyek a szolgáltatások

kiválasztásához, konfigurálásához az ügyfélkezelő folyamat használni tud.

Bár számos kombinációja van annak, ahogy egy adott

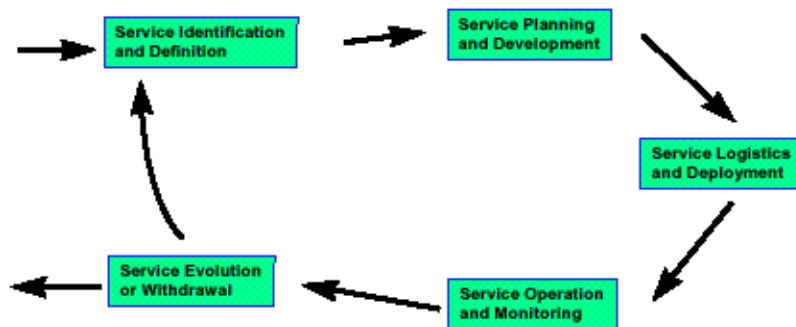


Figure 7.5.2

Typical Service Management Lifecycle

cég a saját folyamatait és módszereit szegmentálja és elnevezi, a teljes életciklus általában számos azonos lépést tartalmaz. A 7.5.2. ábra egy tipikus esetet mutat.

7.5.7. Szolgáltatásszint megállapodások karbantartása

Az ügyfeleket leginkább a technológiától független mérőszámok érdeklik. Ez azt jelenti, hogy a technológiától függő mérőszámokat csak akkor kell beépíteni az SLA-ba (SLA=Service Level Agreement, szolgáltatásszint megállapodás), ha az adott szolgáltatást kizárólag ezen az egy technológián lehet nyújtani.

A szolgáltatás/technológia független QoS paraméterek azok, amelyeket gyakran (vagy akár mindig) meghatároznak az SLA-ban. Példa a rendelkezésre állás százaléka, az MTBF (Mean Time Between Failures, Meghibásodások közötti átlagos idő), az MTTR (Mean Time To Repair, átlagos javítási idő), átlagos hívás-válaszidő, stb. Ezeket gyakran „üzemeltetés hatékonysági (performance) követelmény”-nek nevezzük, és néhányat közülük a szolgáltatónak periodikusan jelenteni kell a szabályozó hatóságok felé.

Példák szolgáltatás-specifikus QoS paraméterekre

Néhány példa a szolgáltatás-specifikus paraméterekre az alábbi felsorolásban található:

- **Hang telefon:** hívás összekökapcsolási és minőségi jellemzők, mint ABR/ASR/CCR/CSR/NER, hálózati kapcsolat hibák, az ügyfelet érintő események (CAI), PSTN (nyilvános távközlő hálózat) beszéd- és 3.1 kHz-es jel hangosság (beszédjel szint), csillapítás, zaj, áthallás, visszhang, torzítás, ISDN hívásfelépítési hibák és késleltetés, terjedési idő (beleértve a két B-csatorna közötti késleltetés-különbséget), G.821 ajánlás szerinti hiba minőség, korai bontás, bontási hibák és késleltetés, CLI megbízhatóság. A digitális hálózati technológiák növekvő számával a visszhang fontossága nő, még a hívóhoz közeli célállomás (hívott) esetében is.
- **Hang az IP fölött (Voice over IP, VoIP):** a késleltetés és a visszhang az a két korlát, amelyre figyelni kell.
- **Adat:** BER, % EFS, hibás és elveszett PDU-k, UAS, digitális adat paramétereken alapuló rendelkezésre állás, csillapítás, csoportkésleltetés, zaj, impulzus zaj, analóg adat paraméterek.
- **Fax:** képminőség, karakter hibaarány, hívásmegszakadás, modem sebesség csökkenés, tranzakció ideje és rendelkezésre állás.
- **Mobil telefon:** hívás sikerességi arány, hívás eldobási aránya, zaj, visszhang, torzítás és rendelkezésre állás.
- **Hangműsor:** zaj, áthallás, sztereó csatornák közötti interferencia, torzítás és rendelkezésre állás.

- **Frame relay szolgáltatások:** Számos paramétert tartalmazhat a hozzáféréssel kapcsolatban, továbbá a PVC-kre (Permanent Virtual Circuit) vonatkozóan. Kapcsolt áramköröknél az ügyfelekkel adott esetben más jellemzőkben is meg lehet egyezni az SVC-k (Switched Virtual Circuit) létesítésével, a szolgáltatás rendelkezésre állásával, a hozzáférési vonal sebességével, a virtuális csatornánkénti cellasebességgel (meglehetősen bonyolult lehet nem valós idejű és valós idejű jelfolyamokra is), a virtuális csatornánkénti cella terjedési idő változásával (ingadozásával), a virtuális csatornánkénti hívás felépítési idővel, a virtuális csatornánkénti blokkolt hívásokkal, cella hibaarányal, cellavesztéssel kapcsolatban.
- **IP-VPN (IP Virtuális hálózati) szolgáltatás:** A szerződésnek része lehet a szolgáltatás rendelkezésre állása, IP csomag átviteli idő, IP csomagkésleltetés változása (dzsitter=jitter), IP csomagvesztési arány, IP csomag hibaarány, kihasználtság.

Szolgáltatás rendelkezésre állás

A szolgáltatás rendelkezésre állás (SA=Service Availability) százalékban kifejezve (SA%) jelzi azt, hogy a szerződésnek megfelelő szolgáltatás a szolgáltatás hozzáférési ponton (SAP=Service Access Point) üzemel-e. Az üzemelés fogalma azt jelenti, hogy az ügyfélnek lehetősége van a szolgáltatás SLA-nak megfelelő használatára.

Egy, a szolgáltatást az SAP-n befolyásoló esemény szolgáltatás-kiesésként definiálható. Ennek a kiesésnek az időtartama a kiesési idő. Ez a koncepció használható a használhatatlansági (unavailability) százalék (UA%) és a szolgáltatás rendelkezésre állási százalék (SA%) számítására, amely a legegyszerűbb esetben az alábbiak szerint tehető meg:

- $SA\% = 100\% - UA\%$,
- $UA\% = (\text{összes kiesési idő} / \text{aktív idő}) \times 100\%$.

A szolgáltatás rendelkezésre állás három dimenzióban értelmezhető:

- Időben,
- Helyszín szerint,
- Funkció szerint.

A szolgáltatás rendelkezésre állásának idődimenziója

A szolgáltatás rendelkezésre állása nemcsak az összes rendelkezésre állási időszak összege. Néha bizonyos időszakok kizárhatók a számításból. Például, ha egy üzlet zárva van az éjszaka során, és egyáltalán nincs szükség kommunikációra, ez az időszak kizárható az SLA számításából. Egy másik példa, amikor a szolgáltató és az ügyfél megállapodnak egy

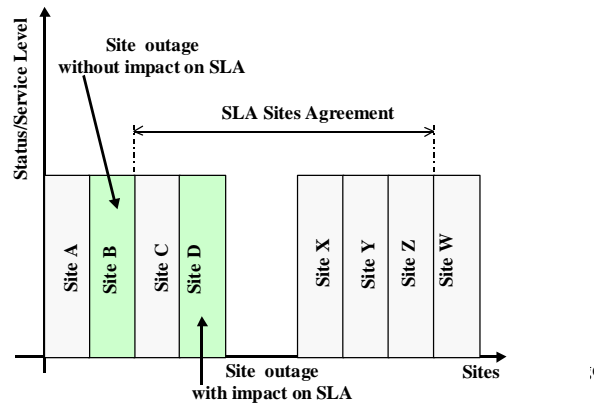


Fig. 7.5.4. Site Dimension of Service Availability

fenntartási ablakban, amely alatt a szolgáltató elvégezheti a tervezett fenntartási munkákat (az ilyen fenntartási ablak létezésének és felhasználásának feltételei ugyancsak részei kell hogy legyenek az SLA-nak).

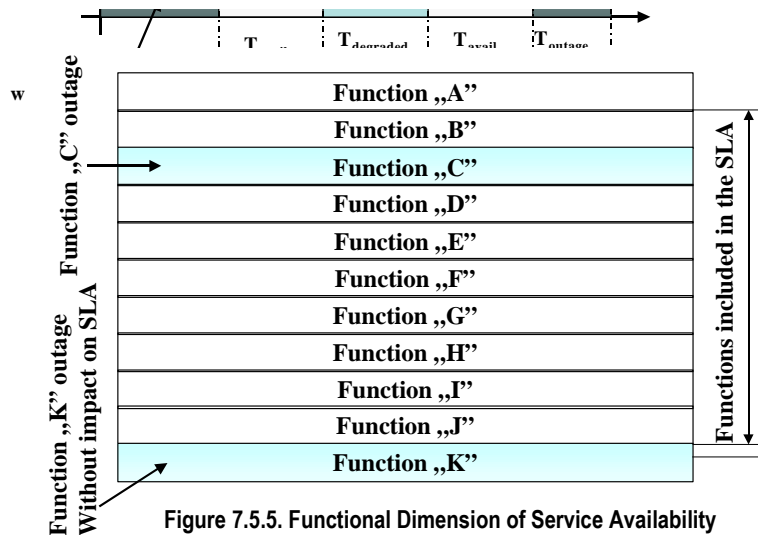


Figure 7.5.5. Functional Dimension of Service Availability

A 7.5.3. ábra erre az esetre mutat egy példát. Az

ábra egy olyan szituációt is mutat, amikor a szolgáltatás valamilyen oknál fogva csökkent minőségű (pl. a kapacitás vagy a sebesség csak részlegesen áll rendelkezésre, a teljesítmény lecsökkent, stb.). Ennek az esetnek a kezelése az SLA-ban speciális figyelmet igényel mindkét partner részéről. Egy lehetséges megoldás például, hogy az ilyen esetek bizonyos súllyal vannak számításba véve az SLA számításánál.

A szolgáltatásminőség hely szerinti dimenziója

A szolgáltatásminőségi elvárások eltérhetnek az ügyfél különböző helyszíneinél, függően a hely fontosságától, nyitvatartási/zárási időktől, stb. Ezt illusztrálja a 7.5.4. ábra.

A szolgáltatásminőség funkcionális dimenziója

A szerződött és biztosított szolgáltatásminőség függhet az ügyfélnek nyújtott funkciótól (szolgáltatástól); egy másik ügyfélnél a számításnál alkalmazott súlytényezők el is térhetnek. Egyes funkciók (szolgáltatások) kizárhatók az SLA-ból, más szolgáltatások különböző súllyal szerepelhetnek, a megállapodástól függően (7.5.5. ábra).

7.5.8. IP alapú szolgáltatások SLA kérdései

A szolgáltatás minősége (QoS) kritikus tényező az IP alapú termékek és szolgáltatások esetében. A megközelítés azonban különböző a hagyományos távközlési szolgáltatásoknál alkalmazott megközelítéstől. Ez annak a ténynek a következménye, hogy az IP alapú szolgáltatások az informatika világából származnak, és annak, hogy alapvetően csomagkapcsoláson alapulnak.

„Legjobb tudás” (Best Effort) típusú szolgáltatás

Ez az alapvető konnektivitás, minden garancia nélkül. Ámbár a „legjobb tudás” (vagy „megtesszük ami tőlünk telik”) típusú szolgáltatásnál valójában nincs QoS, az ügyfeleknek mégis nyújt valamiféle referenciát. A „legjobb tudás” megfelelő a hálózatos alkalmazások széles választékánál, úgymint pl. általános file-transzfer vagy elektronikus levelezés (e-mail).

Megkülönböztetett szolgáltatás

Ebben az esetben bizonyos forgalmakat kiemeltebben kezelünk mint a többit – gyorsabb a lekezelés, átlagosan nagyobb a sávszélesség és kisebb a veszteség. Ez egy statisztikus preferenciát jelent, nem jelent egy kemény és azonnali garanciát. A megkülönböztetett szolgáltatás megfelelő méretezéssel biztosítható, és az alkalmazások széles választékának megfelelő. Tipikusan, megvalósítható a forgalom kisszámú osztályba sorolásával, ahol minden osztály egy megkülönböztetett szolgáltatás-minőséggel (QoS) rendelkezik.

Garantált szolgáltatás

Ez a hálózati erőforrások abszolút lefoglalását egy adott megkülönböztetett forgalom számára. Ez rendszerint a sávszélességre koncentrál, és feltételezi a bufferekben a helyfoglalást a megfelelő sorbanállási alapelveknek megfelelően annak érdekében, hogy a megkülönböztetett forgalom megkülönböztetett szolgáltatási szinthez juthasson. Tipikusan a sávszélesség használatos a többi QoS paraméterrel (dzsitter, késleltetés) szemben, mivel ezt érti a legszélesebb réteg. Gyakori, hogy a sávszélességet lefoglalják egészen az egyedi forgalomfolyamokig, és ily módon az egyes folyamoknak foglalt (saját) erőforrásaik vannak. Más esetekben összegzett forgalomfolyamoknak van garantált szolgáltatás szintje.

7.6. Forgalmenedzselés

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

A távközlő hálózatok forgalmenedzselése a hálózati erőforrások ellenőrzött felhasználásával foglalkozik azon célból, hogy megakadályozzuk a hálózat „bedugulását”. Különösen abban az esetben csökken a hálózatnak a felhasználók által érzékelhető teljesítménye, amikor több forgalommal terheljük a hálózatot, mint amennyit az lebonyolítani képes. A forgalmenedzselés vezérli a felhasználók által generált és a hálózatba belépő forgalmat és megvédi a hálózatot a túlterheléstől.

7.6.1. Forgalomvezérlés és torlódás menedzselés

Azt a tevékenységet, amellyel a felhasználói forgalmat vezéreljük, folyamavezérlésnek vagy áramlásvezérlésnek (flow control) hívjuk. A forgalomvezérlésnek biztosítani kell, hogy a forgalom ne vigye telítésbe a hálózatot és ne lépje túl a hálózat kapacitását. Alapvetően mind a hagyományos, mind az új technológiák esetében három lehetőség van a forgalomáramlás vezérlésére

- Explicit (közvetlen) áramlásvezérlés. Ez az eljárás a hálózatba belépő felhasználói forgalmat korlátozza. A hálózat egy explicit (közvetlen) vezérlő üzenet küldésével korlátozza a forgalmat, és a felhasználónak vagy le kell állítania az üzenetforgalmazást, vagy az nem léphet be a hálózatba.
- Implicit áramlásvezérlés. Ez a technika a felhasználónak javaslatot tesz arra hogy állítsa le vagy csökkentse a hálózatba küldött forgalmát amikor a hálózat forgalma túllép egy adott értéket. Ilyen eset pl. hogy az implicit vezérlő üzenet figyelmezteti a felhasználót arról, hogy megsértette a szolgáltatási szintre vonatkozó megállapodását, és túlterheli a hálózatot vagy annak egy részét.
- Nincs áramlásvezérlés (torlódásvezérlés). Áramlásvezérlést oly módon is végre lehet hajtani, hogy minden olyan forgalmat eldobunk, amely túlterhelési veszélyt jelent. Ez a fajta vezérlés biztosan jó torlódásvezérlést ad a hálózat szempontjából, de valószínűleg nem felel meg a felhasználók minőségi elvárásainak.

Ezekre az alapelvekre alapozva különböző technikák használhatók a forgalom vezérlésére.

7.6.2. A különböző forgalmminták hatása

A forgalomvezérlés függ a technológiától, a hálózattól és az azon nyújtott szolgáltatástól. Az új távközlési formák széles protokollválaszték – frame relay, ATM, IP, CDOD, GSM és tradicionális TDM – alkalmazásával vannak kialakítva. Az átviteli közegek (média) és protokollok ilyen növekvő száma a hajtóerő a szélessávú, multimédiás kommunikációban.

Ez a diverzitás különböző tartásidőket, sebességet, késleltetéssel szembeni érzékenységet, stb – azaz különböző forgalmmintákat – jelent. A 7.6.1. ábra mutatja a különböző típusú hordozók és szolgáltatások jellegét és sebességét.

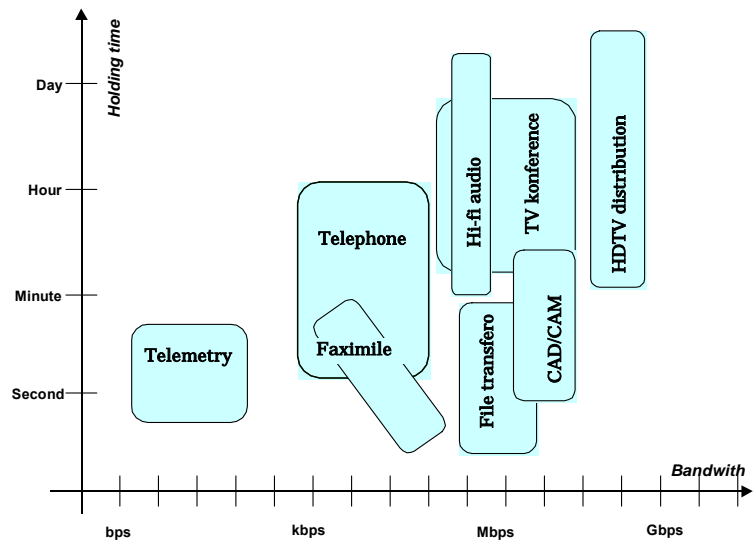


Figure 7.6.1.
Traffic Characteristics for Different Telecomm Services

A beszédkapcsolók esetében a vezérlést a kapcsoló bemenetén (tehát a szolgáltatónál/hálózat üzemeltetőnél) alkalmazzuk, de egy adatirányító (router) esetén akár a felhasználó adatirányítójában is meg lehet azt tenni. Könnyű rájönni arra, hogy különböző sebességek és különböző tartásidők esetében más-más típusú vezérlések hatékonyak akár áramkörkapcsolt hálózatokról, akár csomagkapcsolt hálózatokról van szó.

7.6.3. Forgalommedzselés beszédhálózatokban

Az áramkörkapcsolt hálózatokban minden egyes összeköttetéshez egy rögzített sáv szélesség van rendelve, és a kapcsolat teljes idejére konstans bitsebesség áll rendelkezésre. Például, egy telefonhálózatban minden kapcsolat egy 64 kbs sebességű csatornát igényel. Ha a csatorna a hívó és a hívott között létezik és szabad, akkor a kapcsolat létrejön.

A hálózat túlterhelődhet a híváskísérletek szokatlanul nagy száma, vagy a hálózat kapacitását csökkentő hálózati problémák miatt. Egy túlterhelés lehet:

- általános hálózati túlterhelés, amikor a teljes hálózat telítődik, vagy
- koncentrált túlterhelődés, amikor csak a hálózat egy része terhelődik túl – pl. egy rádiós kvíz műsor vagy más különleges esemény – pl. katasztrófa, pápalátogatás, stb.) – következtében.

A hálózat vezérléséhez a rendkívüli állapotokat detektálni kell, és a hálózaton valamilyen vezérlési, beavatkozási eljárást kell alkalmazni. Ez lehet

- védő (protective) vezérlés/beavatkozás, amikor a hálózatba belépő forgalmat korlátozzuk (a hálózatot védjük a túlterhelés ellen);
- kiterjesztő/aktív (Expansive) vezérlés/ beavatkozás, amikor a forgalom egy részét átirányítjuk pillanatnyilag szabad hálózati részek fele.

A forgalomvezérlés alkalmazását a telefonhálózaton néhány példával illusztráljuk.

A 7.6.2. ábra egy olyan esetet mutat, amikor központhibák

következtében a felépült hívások száma

drasztikusan csökkent. A felső, hullámzó görbe a felajánlott forgalom számát, az „U-görbe” a felépült hívásokat mutatja. A görbék közötti terület tisztán az üzemeltető/szolgáltató vesztesége.

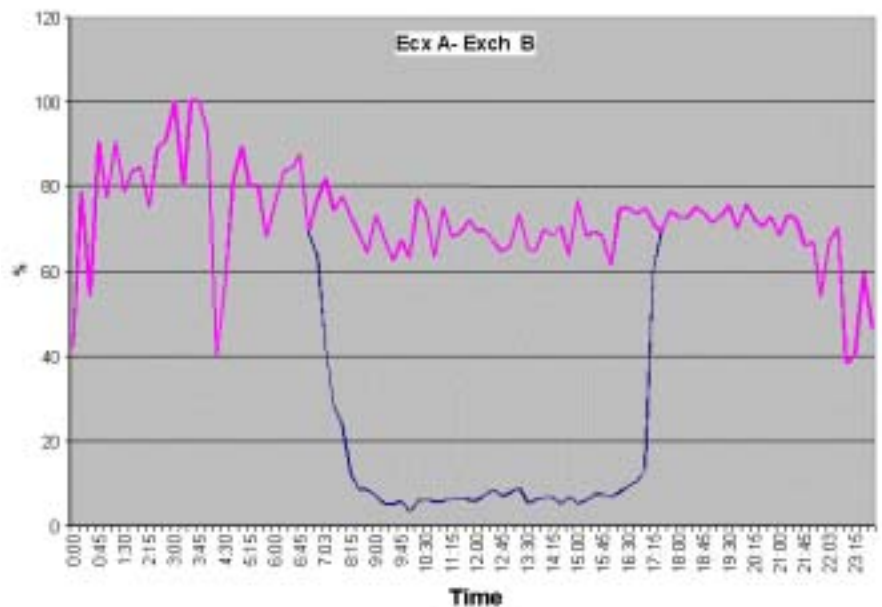


Figure 7.6.2
Traffic Management in Case of Network Failure

A 7.6.3. ábra az 1999-es napfogyatkozás hatását mutatja, amikor igen nagy tömeg utazott arra a területre, ahol a napfogyatkozást a legjobban lehetett látni. Az ott tartózkodó emberek szokatlanul nagy mobil forgalmat generáltak, amely túlterhelte volna

a mobil hálózatot, valamint a vezetékess és a mobil hálózat közötti trónköket. A hálózatok túlterhelése elkerülésének és a felépült hívások számának

maximalizása (bevétel maximalizálás) érdekében a következő beavatkozásokat hajtották létre:

- A napfogyatkozás területére irányuló, hívások egy részét átirányították (kiterjesztő vezérlés);
- Néhány központban híváskorlátozó vezérléseket alkalmaztak.

Az ábrán a felső, vízszintes vonal két, a túlterheléssel érintett központ közötti maximális forgalomátvivő kapacitást (124 áramkör, max. 124 Erlang) mutatja. Az enyhén hullámzó görbén a ténylegesen átvitt forgalom látható. Az alkalmazott vezérlés csaknem az elméleti maximumon tartotta az átvitt forgalmat. A meredeken lefelé eső görbén azt láthatjuk, hogy mi történt volna, ha nem lett volna forgalomvezérlés: az óriási mennyiségű sikertelen és megismételt híváskísérlet miatt, a hasznos forgalom a maximálisnak csak töredéke lett volna. Ez a hatás jól ismerhető a forgalomelméletből is és a gyakorlatból is.

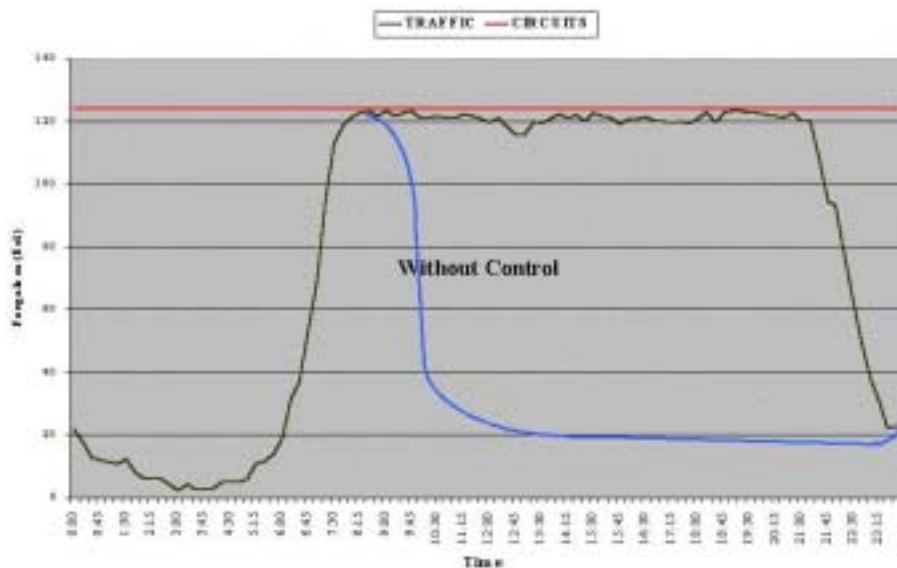


Figure 7.4.3. Traffic Management during the Solar Eclipse in 1999 (Traffic between two controlled exchanges)

7.6.4. Forgalmenedzselés ATM hálózatokban

Az ATM hálózatokban mind az áramlásvezérlést, mind a torlódásvezérlést lehet alkalmazni. A forrás és a cél közötti áramlásvezérlés azonban nem segít a

hálózaton belüli torlódás csökkentésében. Így a torlódás hatásának minimalizása érdekében a hálózat minden csomópontjának szabályoznia kell bemeneti linkjein a forgalomfolyamot.

Néhány tényező, amely az ATM hálózatokban nehezíti a forgalomvezérlési probléma megoldását:

- Vannak változó VBR (változó bitsebességű) források, amelyek sebessége néhány kbs-tól akár több Mbs-ig terjedhet;
- Egyetlen forrás többféle, különböző jellegű forgalmat is generálhat;
- Az ATM hálózatoknál foglalkozni kell mind a vonalkapcsolt minőségi mérőszámokkal mint hívásblokkoltság vagy csomagveszteség, mind a cella késleltetés változásával, a maximális késleltetéssel és a késleltetés ingadozással;
- A különböző szolgáltatásoknál eltérő és jelentősen különböző szintű QoS (Szolgáltatás minőség) elvárások vannak;
- A nagy átviteli sebességek korlátozzák a menetközbeni (valós idejű, on-fly) feldolgozás céljából rendelkezésre álló időket.

A torlódást akár preventív és akár korrektív módszerekkel kezelhetjük. A preventív (megelőző) eljárás arra törekszik, hogy megelőzze a torlódás kialakulását a hálózatban. A korrektív (javító) módszer figyeli a hálózatban a torlódásokat és ha ilyent detektál, a forrásokat a vezérlés arra kéri hogy lassítsanak le amíg a torlódás meg nem szűnik. A gyakorlatban a vezérlés hatékonysága az aktuális feltételektől függ, és a két módszer kombinációját kell használni.

Erőforrás létrehozás

Az erőforrás létrehozás (Resource Provisioning) a meglévő hálózatok fontos forgalommenedzselési funkciója. Fő szerepe hogy a kapcsolat blokkoltságát egy elfogadható szinten tartsa. Ahogy az idő halad, a hálózatban számos feltétel megváltozhat. Új erőforrásokat hozzáadva, vagy a virtuális utakat átrendezve és a szükséges erőforrásokat hozzárendelve forgalommenedzselést végezhetünk.

Hívás (Call admission) engedélyezés

Amikor egy új kapcsolat létrehozására igény jelentkezik, a hívásengedélyező eljárás dönt annak elfogadásáról. Két kérdést kell megválaszolni:

- Hogy lehet az új összeköttetés által igényelt sávszélességet meghatározni?

- Milyen módon tudjuk biztosítani, hogy a meglévő összeköttetések szolgáltatásminőségét ne csökkentse az új összeköttetés?

A fenti két kérdés megválaszolására tervezett technikának valós időben kell működnie.

Forgalomformálás (Traffic shaping)

A legtöbb VBR (változó bitsebességű) forrás aktív periódusában csúcssebességgel generálja a cellákat, míg a csendes periódusban nincs cellatovábbítás. A csúcssebességű periódus celláit a hálózatba belépés előtt tárolva a hálózat csúcsterhelése csökkenthető. Így a várakozó sor elhagyásának sebessége kisebb a cellák maximális érkezési sebességénél. Ezzel a technikával sáv szélesség megtakarítás érhető el, de a késleltetés korlátokat állít az alkalmazás elé.

Forgalom ellenőrzés (Traffic policing)

A forgalom ellenőrzés figyeli a hálózat hozzáférési pontjait. A figyelő funkciónak a lehető leggyorsabban detektálnia kell a nem megfelelően viselkedő forrásokat, és végre kell hajtania a szükséges akciókat. A többlet forgalom cellái eldobhatók, késleltethetők, valamilyen módon megjelölhetők, stb. A legtöbbet használt vezérlési eljárások a „szivárgó vödör” (Leaky Bucket) eljárás vagy az ablakozó (windowing) technikák valamelyike.

Beavatkozó (reaktív) torlódásvezérlő eljárások

Ámbár a megelőző technikák a tárolók túlcsoordulásának valószínűségét csökkentik, nem lehet teljesen elkerülni hogy időszakosan cellák vesszenek el a hálózatban. Az elveszett cellák a forrás kódolóknál az adás megismétlését eredményezik és így módon növelik a forgalmat, ami a pillanatnyi tároló túlcsoordulásokat folytonos torlódásba viszi át. A reaktív vezérlő mechanizmusok tehát szintén szükségesek.

A következő reaktív mechanizmusok vehetők figyelembe:

- Vég-től-végig jelző technikák (End-to-End Notification Techniques): Amikor egy közbelső hálózati csomópont torlódást detektál, a végpontoknak jelzést kell kapniuk annak érdekében, hogy reagálhassanak. Ennek hatására az adatforrások csökkenthetik sebességüket és ezzel csökkentik a hálózat terhelését. Három technika létezik a torlódás jelzésére:

- Becslés a végpontokon: A forrás időbélyeggel ellátott próbacellákat küld az összeköttetésen az egyirányú késleltetés (válaszidő) megméréséhez. Amikor a cél csomópont torlódást érzékel (a válaszidő megnövekedése révén) jelzést ad a forrás csomópontnak.
- Explicit vissz irányú torlódás jelentés (Explicit Backward Congestion Notification, EBCN): Ennél az eljárásnál saját trónkjein minden csomópont figyeli a sorbanállás. Amikor a sor elér egy előre definiált küszöbszintet, valamennyi, a torlódott csomóponton átmenő úttal rendelkező forrás értesítést kap erről.
- Explicit előre irányú torlódásjelzés (Explicit Forward Congestion Notification, EFCN): Minden csomópont monitorozza a sorokat, és ha a sor elér egy küszöbszintet, a csomóponton átmenő minden cellát egy bittel megjelöl. A vevők ebből tudják, hogy az összeköttetés mentén torlódó csomópont van, de nem reagálnak gyorsan. Csak ha a torlódás fennmarad, akkor értesülnek erről a források.
- Adaptív sebességvezérlés (Adaptive Rate Control): A forrás sebességét a torlódásvezérlő információtól függően változtatja. A torlódás detektálására javasolt séma az EFCN eljárás.
- Belépési paraméter egyeztetés (Incall Parameter Negotiation): ez az eljárás az overhead terhelést minimalizálja olyan forgalomnál, amely csak egy vagy néhány csomag átvitelét igényli. Egy lehetőség, hogy virtuális magánhálózatot (VPN) definiálunk a számukra.
- Dinamikus forráskódolás (Dynamic Source Coding): A forrás vagy lecsökkenti a cellakibocsájtási sebességet, vagy a kevésbé fontos cellákat – melyek más cellákból helyreállíthatók - megjelöli. Dinamikus forráskódolás esetében a forrás dönthet arról, hogy melyik eljárást alkalmazza torlódás esetén.

7.6.5. A hívásvezérlés jövője

Hívásvezérlés ma

A mai hívásvezérlés az intelligens hálózatok (IN, Intelligent Network) részét képezi. A szolgáltatásvezérlést kivették a kapcsolóközpontból, és átkerült egy kiegészítő SS7 (Signalling System 7) csomagkapcsolt hálózatba.

Ez még mindig keskenysávúak és beszéd-alapúak. Az IN kifejezetten az áramkörkapcsolt távbeszélő hálózatra készült. Az IN és az SS7 a szolgáltatáskapcsoló pontok (SSP= Service Switching Point), a szolgáltatásvezérlő pontok (SCP= Service Control Points) és a jelzésátviteli pontok (STP=Signal Transfer Point) hármására épül, amelyek átlátják a hívás sorsát számtalan hálózaton

keresztül, és amelyeket Intelligens Perifériák segítenek. Az SSP-k (szolgáltatáskapcsoló pontok) tárolt program-vezéreltek, és folyamatosan felkérlik a központ kapcsolóit az SS7 hálózattal való konzultációra, mielőtt a hívásirányítással az továbbmenne. Néhány gyors csomagkapcsoló STP-n (jelzésátviteli ponton) át, az SSP (Szolgáltatás kapcsoló pont) ezután egy kérdést küld a megfelelő SCP (Szolgáltatás vezérlő pont) felé arról, hogy hogyan kezelje a hívást. Ebben a modellben a hívásvezérlési stratégia a szolgáltatáskapcsoló pontban, a hívásvezérlés funkciónak (CCF=Call Control Function) nevezett szoftver modulban valósul meg.

A következő generációs hívásmodell

Valószínű, hogy radikális változások lesznek szükségesek a hívásmodellben, ha a szélessávú hálózatok megvalósulnak. Ez a ma alkalmazott modellnél egy nagyságrenddel nagyobb bonyolultságú kétdimenziós hívásmodellt igényel. Az ITU letette a voksot egy új, négy síkú koncepcionális elképzelés mellett, amely egy szélessávú IN folyamatot ír le. Az ITU modell minden szolgáltatást általános blokkokra bont, amelyeket szolgáltatás-független blokkoknak (SIB=Service Independent Blocks) nevezünk – és bele van ágyazva a közvetlenül alatta lévő síkba. Ez pl a globális funkcionális sík (Global Functional Plane), amelyben az alap hívásfolyamat (BCP=Basic Call Process) egy SIB-ként foglal helyet. Ebben a BCP azt definiálja, hogy a semmilyen különleges kezelést nem igénylő hívások hogyan legyenek lekezelve. Nem meglepő talán, hogy ez majdnem pontról pontra leképezi az elődöket.

A hívásvezérlés jövője

Az ITU modell olyan szolgáltatási logikára alakul ki, amelyet a SIB-ekben (szolgáltatás független blokkokban) egy karaktorsor képvisel, és a teljes hívásfolyamatot a fizikai síkon keresztül vezérlő, elosztott funkcionális síkon valósul meg. Ez egy szolgáltatási logika lesz, amely ugyanolyan alapot ad mind a hívó által kezdeményezett, mind a független SCP-k által kezdeményezett hívási eljárásoknak.

Mindamellet a régi infrastruktúrának legalább egyes részei megmaradnak, de ezért meglehetősen sok új funkcióval fogják felruházni. Az SSP új hívásvezérlő funkcióval fog rendelkezni, amely átlátja a hívásfeldolgozási folyamatokat, és emellett

hálózat összekapcsolási funkciókat is ellát; tartalmaz olyan szolgáltatás kapcsoló funkciót (SSF), amely aktiválja az IN triggereket a hívásfeldolgozás alatt, rendelkezik olyan specializált erőforrással és erőforrás funkcióval (SRF=Specialized Resource and Resource Function) amely biztosítja hogy a kapcsoló hívásfeldolgozó szoftverje képes legyen az SCP hívásvezérlő funkciójával kommunikálni, és végül van egy hívásvezérlő ügynök funkciója (CCAF=Call Control Agent Function) is, amely támogatja a hívóval történő együttműködést és az ügyfél hálózatához hozzáférését.

Az egységes fix-mobil hálózati IN architektúrával kapcsolatos munkák előrehaladtak az ETSI-ben (European Telephone Standards Institute). Az ETSI sikeresen vitt át hagyományos IN funkcionalitásokat a GSM-alapú mobil hálózatokra a CAMEL (CAMEL=Customomized Applications for the Mobile Network Enhanced Logic, Mobil hálózati bővített logika testreszabott alkalmazásai) kezdeményezés segítségével. A TINA (TINA= Telecommunications Information Networking Architecture, informatikai hálózat architektúra) konzorcium nyílt architektúrát tervez, egy elosztott számítástechnikai feldolgozó környezethez, de amely visszafelé nem kompatibilis az ITU intelligens hálózati modelljével.

Valószínűtlen azonban, hogy a szabványok körüli vita valaha is tönkreteszi azokat a piaci lehetőségeket amelyeket az innovatív hívásvezérlés a következő néhány évben eredményezni fog. A következő generációjú intelligens hálózat által ígért óriási bevételi lehetőségek azt fogják eredményezni, hogy sem a gyártóknak sem a szolgáltatók nem hagyják a vitákat a megvalósítás útjába állni.

7.7. Áramellátás

Szerző: Jankovics Zoltán

Lektor: Varjú György

7.7.1. Távközlési létesítmények és azok berendezéseinek tápellátása

A távközlési létesítmények és az azokban elhelyezett berendezések különböző kialakításúak és rendeltetésűek lehetnek, de valamennyiükben közös, hogy működésükhöz elengedhetetlenül szükséges a villamos energia. Az esetek túlnyomó többségében ez a villamos energia a közcélú villamos hálózattól származik. Néhány különleges esetben előfordul, hogy nem áll villamos hálózat a távközlési létesítmény rendelkezésére (magas hegyekben, lakott területtől távol). Az ilyen létesítmények táplálásáról a helyi adottságoknak megfelelő alternatív energiaforrások gondoskodnak (pl.: napelemek, szélgenerátorok, stb.). Ezeket a csak szakaszosan rendelkezésre álló energia miatt közbenső akkumulátoros energiatárolással egészítik ki. Magyarországon néhány kivételes esettől eltekintve a villamos energia mindenütt rendelkezésre áll.

A hálózati villamos energiával ellátás azonban nem mindig folyamatos, előfordulnak hosszabb-rövidebb ideig tartó áramszünetek, felléphetnek a táplált berendezés üzemét zavaró tranziens jelenségek. A távközlő létesítményeknek ilyen esetben is működni kell. A távközlő létesítmények energiaellátása során a fő cél a minél megbízhatóbb táplálás, ezért gondoskodni kell az energia tárolásáról, előállításáról. E feladatokat az alábbi rendszertechnikai egységekből összeállított áramellátó rendszer látja el [7.7.1]:

- A 0,4 kV-os váltakozó áramú fogadó és elosztóegység (főelosztó),
- helyhez kötött szükségáramfejlesztő,
- megszakításmentes egyenáramú áramellátó rendszer,
- megszakításmentes váltakozó áramú áramellátó rendszer.

A távközlési létesítményekben korábban az áramellátó rendszereket külön áramellátó helyiségben helyezték el (centralizált áramellátás). Napjainkban terjed a táplált berendezéssel közös helyiségben történő elhelyezés is (decentralizált, vagy kapcsolótermi áramellátás, de a szükségáramfejlesztő ebben az esetben is külön helyiségbe kerül).

A tápellátás rendszerteknikai kialakítása és rendszerteknikai egységei

A távközlési létesítmények villamos energiaellátásának központi egysége a 0,4 kV-os fogadó és elosztórendszer (főelosztó), amelynek betáplálási oldalához csatlakoznak a fő és (esetenként) a tartalék hálózati betáplálások, a helyhez kötött vagy a mobil szükségáramfejlesztők. A főelosztó kimeneti oldalához kapcsolódnak a távközlési létesítmény különféle fogyasztói, amelyek közül kiemelt fontosságúak a távközlési berendezéseket tápláló technológiai áramellátás (a megszakításmentes egyenáramú és váltakozó áramú rendszerek). A főelosztóhoz csatlakozó többi fogyasztó két csoportba sorolható: a dízeljogos (fontos fogyasztók, melyek hálózatkimaradás esetén szükségáramfejlesztőről táplálандók, pl. klímaberendezés) és a nem dízeljogos fogyasztók csoportjába.

A) A váltakozó áramú fogadó és elosztóegység

A beérkező kisfeszültségű (230/400 V-os) villamos energia fogadására és az egyes fogyasztók közötti elosztására szolgáló egység a 0,4 kV-os fogadó és elosztó egység, röviden a főelosztó. A távközlő létesítmények főelosztójának egyik sajátossága, hogy a táplálás megbízhatóságának fokozása érdekében lehetőség van több irányból érkező villamos energia fogadására, azaz kiépíthető tartalék betáplálási irány is. Hálózatkimaradás esetén a szükséges váltakozó áramú energia szükségáramfejlesztők segítségével biztosítható. A létesítmény fogyasztói ilyenkor a helyhez kötött, vagy mobil szükségáramfejlesztők segítségével táplálhatók. Ezek szintén a főelosztóhoz csatlakoznak. A távközlő létesítmény valamennyi fogyasztója a főelosztón keresztül kapja az energiát. Ezért minden egyes leágazásnak rendelkeznie kell túláramvédelemmel, lekapcsolási lehetőséggel, igény szerinti műszerezettséggel. A főelosztó lehetővé teszi az egyes betáplálási irányok közötti átkapcsolást. Ez lehet manuális (a kezelő személyzet kezdeményezésére), vagy automatikus. A hibás működtetés ellen a főelosztóba megfelelő védelmeket

(reteszelés) építenek be. A főelosztóban mérik általában a közcélú hálózathoz felvett villamos energiamennyiséget is.

A főelosztónak alapvetően két rendszertechnikai változata ismert: egysínes és kétsínes kialakítás. Az összetettebb két gyűjtősínes rendszert úgy alakítják ki, hogy valamennyi betáplálás és valamennyi leágazás mindkét gyűjtősínhez csatlakoztatható legyen, így a kívánt kapcsolási variáció hozható létre. Ez megkönnyíti a főelosztó karbantartását, javítását, elemeinek cseréjét, növeli az üzembiztonságot. A kétsínes gyűjtőrendszer rugalmasságának az ára, hogy minden kapcsolóelemből, sínből, kábelből kétszeres mennyiségre van szükség. Ennek megfelelően a főelosztó helyigénye, karbantartási igénye, valamint a beruházási költsége is számottevően növekszik. A gyakorlatban az egy és kétgyűjtősínes rendszerek egyaránt elterjedtek. A két fő rendszertechnikai kialakításnak számos variációja van. Pl. a hosszanti sínbontások alkalmazásával az egysínes rendszerek flexibilitása is jelentős mértékben növelhető.

A főelosztó mérete, a leágazások száma, az alkalmazott kapcsoló és biztosítóelemek terhelhetősége mindig a távközlő létesítmény igényeitől függ. A főelosztó rendszerint egyedi tervezésű és szerelésű berendezés. Kis, kezelőszemélyzet nélküli létesítményekben a főelosztó egyszerű fali kapcsolószekrény. Nagy létesítményekben a nagyteljesítményű, önálló berendezéscsoportot alkotó főelosztókat vagy külön helyiségben, vagy a szükségáramfejlesztővel (esetleg a technológiai áramellátással) közös helyiségben telepítik. A korszerű főelosztók modulos-fiókos kialakításúak. Az egyes szekrények sín, kábel és készülékrekesszel rendelkeznek. Fontos követelmény a főelosztóval szemben, hogy a mindenkori kapcsolási konfiguráció áttekinthető legyen és a legfontosabb paraméterek a helyszínen leolvashatóak legyenek. Az automatikus működésű főelosztóknál célszerű ha az automatika kiesik, akkor a szükséges kapcsolási műveletek manuálisan, vagy kézi vezérléssel is elvégezhetők. A főelosztók kialakításánál különösen ügyelni kell a megbízhatóságra, mert hiába van tartalék betáplálási irány, szükségáramfejlesztő, ha egy - egy megbízhatatlanul működő kapcsolóelem miatt - ezek nem tudják a berendezést táplálni.

B) A megszakításmentes egyenáramú áramellátó rendszer

A távközlési létesítmény legnagyobb jelentőségű és rendszerint legnagyobb teljesítményigényű fogyasztója a távbeszélő központ. A tápláláshoz egyenfeszültségre van szükség, ennek névleges feszültsége általában $-48 V_{dc}$. A táplálással szemben támasztott legfontosabb követelmény a megszakításmentesség, azaz a táprendszer egyetlen pillanatra sem szakíthatja meg az egyenfeszültség szolgáltatását, különben a felépített összeköttetések lebontanak (központok esetében a központot újra kell programozni, ami adott esetben akár órákig is megbéníthatja egy-egy régióban a hírközlést). A szükséges egyenfeszültséget a hálózati feszültségből egyenirányítók állítják elő. Ezek azonban csak abban az esetben tudnak egyenfeszültséget szolgáltatni, ha a megfelelő hálózati feszültség rendelkezésre áll. Mivel gondoskodni kell az egyenáramú táplálás folyamatosságáról és a megszakításmentesség önmagában a váltakozó áramú oldalról nem biztosítható, az egyenáramú energiát közvetlenül tárolni kell. Erre a célra a legalkalmasabbak a feltölthető és kisüthető kémiai áramforrások az akkumulátorok. A megszakításmentes egyenáramú rendszereket úgy alakítják ki, hogy a hálózati feszültség kimaradása esetén az egyenirányítók kieső egyenfeszültségét az akkumulátorok azonnal pótolni tudják. Ennek legegyszerűbb megvalósítási módja a következő: a megfelelő akkumulátortelepet az egyenfeszültséget szolgáltató egyenirányítóval párhuzamosan kapcsolják, így az egyenirányító a fogyasztó táplálása mellett az akkumulátor töltéséről is gondoskodik (párhuzamos cseptöltéses üzem) míg hálózat kimaradáskor a telep megszakítás nélkül átveszi a fogyasztó táplálását. A savas ólomakkumulátorok használhatóak ehhez az üzemmódhoz. Mivel a megszakításmentesség alappillére mind az egyen, mind a váltakozó áramú áramellátó rendszereknél az akkumulátor, ezért az ezen rendszereknél alkalmazott akkumulátorral az alábbiakban egy kicsit részletesebben is foglalkozunk.

Az ólomakkumulátorok a következő két nagy csoportba sorolhatók: folyadék elektrolitú akkumulátorok és kötött elektrolitú akkumulátorok. Az első típusnál elektrolitként folyadék halmazállapotú higított kénsavat használnak. Ezen akkumulátorokat a kénsav párolgása miatt külön erre a célra kialakított akkumulátorhelyiségbe kell telepíteni, s a töltés mellett karbantartást (pl. folyadékszint ellenőrzés) igényelnek. A kötött elektrolitú akkumulátornál a kénsav

vagy zselés állapotban, vagy valamilyen közszigetelőben van. Ez teszi lehetővé, hogy ezeket az akkumulátorokat zárt formában készítsék, azaz az elektrolit itt nem érintkezik a légtérrel. Az akkumulátor házára egy biztonsági szelepet szerelnek, melynek az a feladata, hogy üzemzavar esetén az akkumulátor belsejében keletkező túlnyomást levezesse. A kötött elektrolitú akkumulátorok érzékenyebbek a töltőfeszültségre, a környezeti hőmérsékletre. (Ezen akkumulátorokat, az angol elnevezésből származó rövidítés alapján VRLA akkumulátoroknak is nevezik.) A VRLA akkumulátorok a távközlési berendezéssel közös helyiségben, pl. annak a keretében is elhelyezhetőek.

Az ólomakkumulátorok esetében az alábbi (cellánkénti) feszültségzintekről beszélhetünk:

- Névleges feszültség: értéke 2V;
- Csepptöltési feszültség: Az akkumulátor töltöttségi szintjét a csepptöltéssel lehet fenntartani. Ennek értéke $2,23V \pm 1\%$.
- Gyorstöltési feszültség: A kisütött akkumulátor a gyorstöltés segítségével tölthető fel újra. Értéke, melyet, pl. a gázfejlődés korlátoz, általában 2,35-2,4 V, de a gyártók esetenként ennél nagyobb értéket is megengednek.
- Kisütési végfeszültség: Ezen feszültség alatt az akkumulátorban végbemenő folyamatok visszafordíthatatlanná válnak, az akkumulátor károsodik. Értéke kb. 1,8V.

Megjegyezzük, hogy a VRLA telepek hőmérsékletfüggő töltőfeszültséget igényelnek, s esetükben a gyorstöltés általában nincs megengedve. Az akkumulátor kapacitásától függ az időtartam, ameddig a távközlési rendszer hálózati feszültség nélkül táplálható: ezt nevezik tartalékidőnek. A távközlési rendszer folyamatos működése érdekében a tartalékidőn belül gondoskodni kell a hálózati feszültség pótlásáról. Abban az esetben, ha a fogyasztó feszültségtűrése úgy kívánja a párhuzamos csepptöltéses rendszerrel (pl. 24 cellát tartalmazó akkumulátortelep és a vele párhuzamosan üzemelő egyenirányító) összetettebb rendszert kell alkalmazni. (Pl.: ejtődiódás rendszer, soros konverteres rendszer, melyeket a szűk feszültségtűrésű analóg központoknál és egyes digitális központoknál alkalmaznak.)

Ahhoz, hogy egy adott távközlési berendezés megfelelően működjön, megfelelő tápellátás szükséges. Minden berendezésre meghatározhatóak azok a paraméterek, amelyeket az áramellátásnak teljesítenie kell. A legfontosabb paraméterek a következők:

- az áramellátó rendszer kimeneti egyenfeszültségének határértékei;
- a táplált berendezés áramigénye;
- a kimeneti egyenfeszültségre szuperponálódott zajfeszültség még elfogadható legnagyobb értéke (A zajfeszültség előírások jelentik az egyik minőségi különbséget a távközlési berendezések áramellátó rendszerei és az egyéb rendeltetésű áramellátó rendszerek között.);
- a terhelés- és üzemmód váltás okozta kimeneti feszültségváltozások (tranziensek) maximális értéke.

Ezek a táplált berendezés által az áramellátással szemben támasztott követelmények. Említést érdemelnek még az áramellátás energetikai szempontjai (pl. hatásfok, bekapcsolási áramlökések), valamint teljesítendő a vonatkozó szabványok szerinti EMC követelmények [7.7.4].

C) A megszakításmentes váltakozó áramú rendszerek

Távbeszélő központot tartalmazó távközlési létesítményekben a technológiai berendezések a közelmúltig zömében egyenáramú táplálást igényeltek. Nagy ütemben terjednek azonban az olyan, elsősorban számítástechnikai jellegű távközlési célú berendezések, amelyek 230 V-os váltakozó áramú tápellátást igényelnek, s ezek a tápellátás folyamatosságára szintén érzékenyek. Az ilyen igények kielégítésére szolgálnak a megszakításmentes váltakozó áramú rendszerek.

A szünetmentes energiaigény itt is megköveteli az energia közbenső, akkumulátoros tárolását. Szükség van azonban a tárolt egyenfeszültséget hálózati feszültségű, frekvenciájú és hullámformájú (szinuszos) egy- illetve háromfázisú váltakozó feszültséggé alakító berendezésre, inverterre. Az inverter a megszakításmentes váltakozó áramú rendszer meghatározó eleme. Abban az esetben, amikor a megszakításmentes váltakozó áramú igény lényegesen kisebb az egyenáramú teljesítményigénynél energiatárolóként az egyenáramú rendszer (48V-os) akkumulátora alkalmazható.

Az érzékeny fogyasztókat folyamatosan üzemelő inverter táplálja (inverteres alapüzem). Ha van hálózati feszültség, az inverter a hálózattal szinkronban működik. (Így hálózat kimaradás esetén a tápfeszültségben nem lép fel feszültségugrás.) Telepüzemben az inverter szabadon fut. Abban az esetben, ha az inverter meghibásodik, vagy kikapcsolják, az inverter szerepét a hálózat veszi át. Az átkapcsolásnak itt sem szabad feszültségugrást eredményeznie, ezért elektronikus

egység által vezérelt gyors elektronikus átkapcsolót (általában tirisztoros megoldású) alkalmaznak (elektronikus by-pass). A rendszerek rendelkeznek mechanikus átkapcsolási lehetőséggel (mechanikus by-pass) is, amelyre szerviz célokból lehet szükség. Ezt a kapcsolót megfelelő reteszelésekkel kell ellátni. (Nem kapcsolható össze az inverter kimeneti feszültsége a hálózattal.)

Ha a kívánt teljesítmény összemérhető az egyenáramú rendszer teljesítményével gazdaságtalan lenne a 48V-os akkumulátorok használata (nagyértékben meg kellene növelni a cellák kapacitását). Ehelyett a rendszert ellátják saját akkumulátorteplel és töltőberendezéssel. A váltakozó áramú rendszerek akkumulátorteplei nagyobb feszültségűek (200...400 V-osak), ami nagyobb cellaszámot (100...200) jelent. A nagyobb feszültség lehetővé teszi, hogy azonos teljesítményt kisebb kapacitású cellák segítségével tároljanak, ami gazdaságosabb, mint kisebb cellaszámú, de nagyobb amperóra kapacitású telepek alkalmazása.

D) Szükségáramfejlesztők

A közcélú villamos hálózat adott időn túl történő kimaradása esetén a kiemelt fontosságú fogyasztókat szükségáramfejlesztőkről táplálják. A szükségáramfejlesztő lényegében kisméretű villamos erőmű, amely belsőégésű motorral meghajtott váltakozó áramú generátorból áll. A gyakorlatban általában elterjedt szükségáramfejlesztők 0,4 kV-os háromfázisú váltakozófeszültséget állítanak elő, erőgépként dízelmotort alkalmaznak. A szükségáramfejlesztők kétféle kivitelét alkalmazzák a távközlési létesítményekben: a nagyobb, jelentősebb létesítmények beépített - helyhez kötött - szükségáramfejlesztővel rendelkeznek, míg a kisebbekhez csak mozgatható - röviden mobil - szükségáramfejlesztők csatlakoztathatók.

A korszerű szükségáramfejlesztő motorrésze könnyűfém öntvényből készült, turbófeltöltésű dízel-motor; a gyors indíthatóság és terhelhetőség érdekében a hengereket a hűtővíz segítségével előfűtik (hőntartás). A motor indításáról, a fordulatszám szabályozásáról, az üzemanyag adagolásáról, stb. automatika gondoskodik, melynek fontos funkciója még a működési zavarok, hibák kijelzése és továbbítása a felügyeleti rendszerhez. Hálózatkimaradás esetén az automatika

(általában 1-2 perc késleltetés után) indítja a szükségáramfejlesztőt. A generátor váltakozófeszültségű, háromfázisú kialakítású.

A helyhez kötött szükségáramfejlesztőket gyakran a főelosztóval közös helyiségbe telepítik. Ez azzal jár, hogy meg kell oldani a kipufogógáz elvezetését, valamint a helyiség hangszigetelését. A dízelmotor indítását külön akkumulátortelep végzi, amely saját töltőberendezéssel rendelkezik. A főelosztó és a szükségáramfejlesztő kialakításának összhangban kell lennie, mivel az automatikus indítású szükségáramfejlesztő előnyei csak automatikus főelosztó segítségével használhatók ki.

A mobil szükségáramfejlesztő kialakítása lényegében megegyezik a helyhez kötött berendezésekével.

7.7.2. Tápellátás a vezetékes távközlési hálózatban

A hagyományos vezetékes távközlési rendszereknél az egyes előfizetőket fémes vezetők kötik össze a legközelebbi központtal. A fémes vezetőt (pl. érpárat) a távközlésre és az összeköttetések felépítéséhez szükséges jelzések átvitelére használják. Az ehhez szükséges energiát a központban telepített áramellátó berendezések biztosítják, vagy az a fémvezetőjű hálózaton át jut el a táplált berendezéshez.

E pontban a hagyományostól eltérő vezetékes hálózatok tápellátási megoldásait tekintjük át.

A fényvezetős előfizetői hálózatokban és a fém erű digitális hálózatokban hasonló jellegű tápellátási megoldásokat alkalmaznak. (Ezen megoldásokat a fényvezetős előfizetői hálózatokra ismertetjük.)

A. A fényvezetős előfizetői hálózatok tápellátása

Fényvezetős kábeleknél a kábel két végpontja között nincs fémes kapcsolat. A kapcsolódó berendezések elektronikus áramköröket tartalmaznak, működésükhöz villamos energia szükséges. A távközlési létesítményekben elhelyezett berendezések esetén a táplálás megoldott: a távbeszélő központok (48V-os, egyenfeszültségű) megszakításmentes áramellátó rendszerei - az egyéb

átviteltechnikai berendezések energiaellátása mellett - gondoskodnak az optikai rendszerek berendezéseinek táplálásáról is.

Egyedi megoldást az utcai kabinetekben, az előfizetőnél és az előfizető közelében elhelyezett berendezések megszakításmentes táplálása igényel. A fényvezető hálózat aktív berendezései a hálózat különböző, egymástól földrajzilag távoli helyein találhatóak.

Távtáplálás esetén a berendezések a működésükhöz szükséges energiát vagy a legközelebbi megszakításmentes áramellátási helyről, vagy a hálózat egy másik aktív egységének áramellátó rendszerétől (PN: Power Node, tápellátási csomópont) kapják. A távtáplálás feltétele, hogy a távtápláló és a távtáplált berendezést fémes (távtápláló) kábel is összekösse.

A távtáplálásnak tehát két fő változata van:

- a központi táplálás (centralised powering), amikor a berendezéseket a távközlési létesítményben elhelyezett távtápláló tápegység (RPU: Remote Power Unit) látja el tápenergiával, valamint a
- csoport táplálás (cluster powering), amikor a hálózatban elhelyezett berendezésekhez (pl. utcai kabinetekhez) tartozó áramellátó berendezések (PN) táplálják az előfizetőket, vagy a saját táplálással nem rendelkező, de táplálást igénylő hálózati berendezéseket (ONU-kat).

A távtápláló feszültséget a távtápláló tápegységek (RPU) szolgáltatják. Ezek kimeneti áramkörei a szekunder áramkörök.

A távközlésben alkalmazott feszültség értékei biztonsági szempontok alapján szabvány szerint [7.7.5 -7.7.6] az alábbi csoportokba sorolhatók:

- Biztonsági feszültségű áramkör (SELV: Safety Extra Low Voltage): olyan áramkör, amelynél üzemi körülmények között az egyenfeszültség nem haladja meg a $60V_{dc}$, a váltakozó feszültség pedig a $42,4 V_{ac}$ értéket, továbbá egyszeres hiba esetén a feszültség 0,2 másodpercnél hosszabb ideig nem haladja meg az üzemi feszültségre megadott legnagyobb értékeket, valamint egyáltalán nem haladja meg a $120V_{dc}$ egyenfeszültség és a $71 V_{ac}$ váltakozó feszültség értéket.
- Távközlési hálózati feszültségű TNV1 (TNV: Telecommunication Network Voltage) áramkör: olyan áramkör, amely megfelel a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó követelményeknek, de a távközlési hálózat felől túlfeszültségnek van kitéve.
- Távközlési hálózati feszültségű TNV2 áramkör: olyan áramkör, amelynek üzemszerű működési feszültsége meghaladja a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó határértéket és a távközlési hálózat felől nincs túlfeszültségnek kitéve.

- Távközlési hálózati feszültségű TNV3 áramkör: olyan áramkör, amelynek üzemszerű működési feszültsége meghaladja a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó határértéket és a távközlési hálózat felől túlfeszültségnek van kitéve.
- Korlátozott áramerősségű áramkör (távtápláló áramot korlátozó áramkör): olyan áramkör, amely a szigetelés átütése, vagy bármely alkatrész meghibásodása esetén is megfelel többek között a következő követelményeknek:
 - Bármely két pontja közé kapcsolt $2000\ \Omega$ értékű ellenálláson átfolyó, legfeljebb 1 kHz frekvenciájú áram értéke állandósult állapotban nem haladja meg a 0,7 mA váltakozó, vagy a 2 mA egyenáram értéket.
 - A legfeljebb 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültségű részekben az áramkör kapacitása nem nagyobb 0,1 μF -nál.
 - A 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültséget túllépő, de a 15000 V csúcsértéket vagy egyenfeszültséget meg nem haladó részekben tárolt töltés ne legyen nagyobb 45 μC -nál.
 - A 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültséget túllépő, de a 15000 V csúcsértéket vagy egyenfeszültséget meg nem haladó részekben az elérhető energia ne legyen nagyobb 350 mJ-nál.

Központi táplálás esetén a távtápláló tápegység primer oldala a 48V-os áramellátó rendszerhez kapcsolódik. Így egyúttal a távtáplálás szünetmentessége is megoldott. Ilyen megoldást alkalmaznak, pl. a (digitális) PCM rendszereknél.

Csoport táplálás esetén a távtáplálást végző hálózati berendezésnek saját áramellátó rendszerrel kell rendelkeznie. Ennek bemeneti energiaforrása a közüzemű villamos hálózat. Hálózatkimaradás esetén is folyamatos táplálás szükséges, ezért az áramellátásnak akkumulátortelepeket is tartalmaznia kell. Az áramellátó rendszernek a távtápláláson kívül a helyi berendezések táplálását is el kell látnia, ezért gyakran több, különféle feszültségű fogyasztói kimenetet is tartalmaz. A telepfeszültség 48V-tól eltérő is lehet.

Helyi táplálás esetén a berendezések primer energiaforrása a közüzemű villamos hálózat. Mivel a berendezéseknek hálózatkimaradás esetén is üzemelniük kell, ezért megszakításmentes áramellátó rendszert kell alkalmazni. Az áramellátás kialakítása attól függ, hogy hová telepítik a berendezést, valamint hogy egy vagy több előfizetőt szolgál ki.

A következő kérdésekkel kell foglalkozni helyi áramellátás telepítésekor:

- az energiahálózathoz történő csatlakoztatás,

- milyen környezetbe kell telepíteni a berendezéseket (utcai kabinet, stb.),
- akkumulátortelep kiválasztása és elhelyezése,
- akkumulátortelep tartalékideje.

A fényvezetős hálózat berendezéseinek nagy része nem a klímatisztított épületekben található, hanem utcai kabinetekbe, lépcsőházakba, stb. telepítik őket. Ezért különösen ügyelni kell a tápellátó berendezések kiválasztásakor, telepítésekor a környezeti követelmények betartására (pl. a melegedési problémák megelőzése érdekében nagyon fontos a megfelelő üzemi hőfoktartomány).

Az akkumulátortelegek kiválasztása és telepítése is különös figyelmet érdemel. Lényeges szempont, hogy csak karbantartásmentes akkumulátor építhető be a fényvezetős hálózat berendezéseibe. Az előfizetői berendezésekbe a VRLA típusú akkumulátortelegeken kívül NiCd telepek is alkalmazhatók. A VRLA akkumulátoroknál azonban figyelembe kell venni az ajánlott működési hőmérséklettartományt (általában 20°C környéke), mert ennél magasabb hőmérsékleten az élettartam drasztikusan csökken, kisebb hőmérsékleten pedig nem vehető ki a telepből a teljes töltésmennyiség. Az alsó hőfoktartomány is korlátozott. Ezért valamilyen módon gondoskodni kell arról, hogy az utcai kabinetek telepei is kiegyenlített hőmérsékleti viszonyok között üzemeljenek. (Pl. a telepek föld alatti aknába történő telepítésével, vagy a kabinet hűtésével-fűtésével.)

Míg a távközlési létesítmények áramellátó rendszerei szinte korlátlan hálózatkimaradást át tudnak hidalni, a helyi áramellátással üzemelő ONU-k esetében az áthidalási idő kizárólag a beépített akkumulátorok tartalékidejével azonos (kivéve a mobil dízelről történő üzemeltetés). Ezért lényeges az akkumulátorok tartalékidejének helyes megválasztása. Ez a helyi villamos energiahálózat megbízhatóságának függvénye. Figyelembe kell venni az adott területen az áramkimaradások előfordulásának gyakoriságát, az áramkimaradások átlagos időtartamát. Nagy városokban a villamos hálózat megbízhatóbb, mert az energia eljuttatása a fogyasztókhöz (jórészt) időjárástól védett föld alatti kábelekkal történik, a távolságok kisebbek (hibaelhárítási idő lecsökken). Legrosszabb a helyzet a kis, távoli falvakban és tanyaszerű helyeken, ahol az elosztó és fogyasztói hálózat is légvezetékes, a fogyasztók messze vannak a hibaelhárító személyzettől. Célszerű tehát más-más tartalékidejű telepet alkalmazni nagyvárosokban, kisvárosokban, falvakon, tanyákon telepített berendezéseknél.

B. KTV hálózat tápellátása

A kábeltelevíziós (KTV) hálózat hierarchikus felépítésű, több jellemző részre tagolható, s ezen tagolásnak megfelelően eltérő az alkalmazott táplálási mód is. A KTV hálózatban általában koaxiális kábeleket alkalmaznak, bár lehet fényvezető kábeles is. A hálózat a passzív elemeken kívül vonalerősítőket és házerősítőket is tartalmaz. A vonalerősítők energiaellátása általában távtáplálással történik. A házerősítők táplálása helyi- és távtáplálással egyaránt megoldható. Meg kell említeni a kábeltelevíziós fejállomások táplálását, amelyet mindig az egyedi igényeknek megfelelően kell kialakítani. Ez minden esetben helyi táplálású. Az egyes berendezések igényelhetnek 230V AC vagy 48V DC táplálást. A szünetmentes egyenfeszültségű táplálás a távközlési létesítményekben telepített fejállomások esetén a létesítmény 48V_{dc} áramellátó rendszeréről megoldható. Szünetmentes váltakozófeszültségű táplálási igény esetén - amennyiben a létesítményben nincs szünetmentes váltakozófeszültségű hálózat - a táplálás egyedi szünetmentes tápegységekkel (Uninterruptable Power Supply, UPS) is megoldható.

A KTV erősítők távtáplálása: A kábeltelevíziós hálózat trónk (vagy fővonal), vonali és az elosztó hálózati síkjában alkalmazott erősítőket általában a koaxiális kábelen keresztül továbbított váltakozó feszültséggel (max. 60V) távtáplálják. A házhálózatokban alkalmazott házerősítőket helyileg táplálják.

Az alkalmazott tápfeszültség: A KTV hálózatokban távtáplálási célra egyenfeszültséget a korrózióveszély miatt gyakorlatilag nem alkalmaznak. Figyelembe véve az erősítőmodulok táplálásához alkalmazott 24V-os stabilizált belső tápfeszültséget, valamint a villamos biztonságtechnikai előírásokat, max. 60V váltakozó feszültséget használnak a távtápláláshoz. Az erősítők beépített tápegységei ezt a 60V-os váltakozó feszültséget alakítják át stabil egyenfeszültséggé. A bemeneti váltakozófeszültség alsó határa az alkalmazott erősítő konstrukciójától függően 27...40 V. A távtápláló feszültséget általában ferreazonanciás stabilizátorral állítják elő. Ennek kimenetén közel négyszög (trapéz) alakú kimenőfeszültség jelenik meg, amely kiválóan alkalmas mind a bemeneti feszültség ingadozásából, mind a terhelésváltozásokból eredő kimeneti feszültség-ingadozások csökkentésére.

Ferrorezonanciás tápegységek: A ferrozonanciás elven működő váltakozó feszültségű stabilizátor olyan speciális transzformátor, amelynél a stabilizáló hatás a vasmag telítésbe vezérlése által jön létre. Ehhez a transzformátor szokásos primer és szekunder tekercsén kívül egy harmadik tekercs is szükséges, amelyre párhuzamosan egy kondenzátort kapcsolnak. Ez a harmadik tekercs a kondenzátorral hálózati frekvenciára (50Hz) hangolt rezgőkört alkot. A stabilizáló hatás úgy jön létre, hogy mielőtt a szinuszos bemeneti feszültség elérné csúcserőértékét, a vasmag telítésbe kerül, így a kimeneten gyakorlatilag már nem tud változni a feszültség. Hasonló módon, a terhelésváltozások hatására sem változik a kimeneti feszültség amplitúdója számottevő mértékben. Ennek az ára, hogy a kimeneti feszültség nem szinuszos, hanem trapéz hullám alakú. A ferrozonanciás stabilizátorok előnye viszonylagos egyszerűségük és ebből adódik megbízhatóságuk és olcsóságuk. Ezért alkalmazzák a KTV hálózatokban jelentős részben ilyen tápegységeket. Hátrányuk a viszonylag nagy bekapcsolási áramlökések (ami többek között a vasmag előmágnesezettségi állapotától, azaz az előző kikapcsolás pillanatától is függ), ezért a bemeneti túláramvédelmet ellátó kismegszakítókat különös gonddal kell kiválasztani. A berendezés hatásfoka kb. félteljesítés esetén éri el a 90%-ot.

7.7.3. A távközlési berendezések tápellátási interfésze

A mind műszaki, mind gazdasági szempontból optimális áramellátás megvalósíthatóságának egyik alapfeltétele, hogy a táplált berendezések tápellátási interfészének paraméterei egységesek legyenek. (A tápellátási interfész az a két funkcionális egység közötti közös határfelület, amelynél a tápegység a távközlési berendezéshez csatlakozik.) A tápellátási interfész paramétereinek szabványosításával biztosítható a tápláló és a táplált berendezés kompatibilitása, a berendezések üzemszerű működéséhez szükséges feltételek abban az esetben is, amikor az áramellátó berendezés többféle távközlési berendezést táplál. A paraméterek egységesítése lehetővé teszi azt, hogy (hosszú távon) a meglévő áramellátó rendszerekhez lehessen csatlakoztatni az újonnan telepítendő távközlési berendezéseket külön illesztő egység (pl. DC-DC konverter) alkalmazása nélkül, továbbá hogy azonos műszaki jellemzőkkel rendelkező tápegységek legyenek alkalmazhatóak minden távközlési berendezésnél. A tápellátási interfész jellemzőit

az ETSI 300 132 szabványsorozat [7.7.2 - 7.7.3] írja elő. (A követelmények a 230 V-os váltakozófeszültségről, valamint a 48V-os egyenfeszültségről táplált berendezésekre vonatkoznak. Az ettől eltérő rendszerekre (pl. 27 V-os egyenfeszültségű rendszer) nincs nemzetközi előírás. Ugyanígy a távtápláló rendszerek sem egységesítettek.)

A váltakozó áramú interfész előírásai

A váltakozó áramú, 230 V-os névleges feszültségű UPS-ről táplált berendezések tápellátási interfészére az ETS 300 132-1 szabvány szerint az alábbi főbb követelmények érvényesek:

- A tápfeszültség-tartomány 207-253 V (a nullavezető és a fázisvezető között), a frekvenciatartomány 48-52 Hz.
- A berendezés nem károsodhat (sem a hardver, sem a szoftver), ha a tápfeszültség értéke 0 - 207 V között van. A frekvenciatartomány ebben az esetben 45 - 55 Hz közötti lehet.
- A tápfeszültség üzemi tartományba történő visszatérésekor a berendezéseknek specifikációjuknak megfelelően kell működniük, anélkül hogy bármilyen közbeavatkozás lenne szükséges.
- A szekunder feszültség szabályozása miatti, előírt határértékeken belüli feszültség ingadozást a távközlési berendezésnek a működési jellemzőinek a megváltozása nélkül el kell tudni viselnie.
- A berendezésnek meg kell felelnie többek között a bekapcsolási áramlökésre, a bemeneti áram felharmonikus tartalmára, a túlfeszültségálló-képességre, a rádiófrekvenciás zajra vonatkozó követelményeknek is.

Az egyenáramú interfész előírásai

A tápellátási interfészre vonatkozó, az ETS 300 132-2 szabvány szerinti legfontosabb paraméterek az alábbiak szerint foglalhatók össze, egyenáramú tápellátást igénylő berendezések esetére:

- A -48 V névleges egyenfeszültségű táplálás feszültségtartománya az interfésznél normál üzemmódban : -40,5..... -57V
- A -48 V névleges egyenfeszültségről üzemeltetett távközlési berendezés nem károsodhat a következő - névlegestől eltérő - feszültségértékeknél: 0..... -40,5V és -57... -60V.
A névleges feszültségállapotok helyreállítása után a rendszernek kézi beavatkozás nélkül a normál üzemi állapotának megfelelően kell működnie.
- A berendezésnek teljesítenie kell a fenti szabványban a tranziensekre, feszültségváltozásokra, valamint a 20 kHz alatti súlyozott és széles sávú

zavartűrésre és zavarkibocsátásra előírtakat. (A 20 kHz feletti követelményeket az EMC szabványok tartalmazzák.)

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés:	Angol megnevezés:	Magyar megnevezés:
ONU	Optical Network Unit	optikai hálózati egység
PN	Power Node	tápellátó csomópont
RPU	Remote Power Unit	távtápláló egység
SELV	Safety Extra Low Voltage	biztonsági feszültség
TNV	Telecommunication Network Voltage	távközlési hálózati feszültség

Irodalom

- [7.7.1] Janklovics Z. - Gerdai G. : Távközlési célú áramellátás; Magyar Távközlés, 1997. augusztus
- [7.7.2] ETS 300 132-1 Equipment Engineering; Power supply interface at the input to telecommunications equipment; Part 1: Operated by alternating current (ac) derived from direct current (dc) sources.
- [7.7.3] ETS 300 132-2 Equipment Engineering; Power supply interface at the input to telecommunications equipment; Part 2: Operated by direct current (dc).
- [7.7.4] ETSI EN 300 386 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements.
- [7.7.5] EN 60950 Safety of information technology equipment, including electrical business equipment
- [7.7.6] EN 41003 Particular safety requirements for equipment to be connected to telecommunication networks

7.8. Elektromágneses összeférhetőség

Szerzők: Janklovics Zoltán, Lénárt Ferenc

Lektor: Varju György

7.8.1. EMC fogalmak, alapelvek

Annak érdekében, hogy egy berendezés az adott környezetben minőségromlás nélkül működjön, szükséges a különböző berendezések, valamint üzemi környezetük elektromágneses összehangolása. Az elektromágneses összeférhetőség (kompatibilitás) vagy az angol nyelvű megnevezése alapján általánosan használt EMC rövidítés egy olyan szakterületet ölel fel, amelynek célja a berendezések és azok üzemi környezetete közötti „illesztetlenség” megszüntetése, vagy legalább a lehető legkisebbre csökkentése az elfogadott előírások, szabványok és szabályozások alapján. Az EMC fogalmát a Nemzetközi elektrotechnikai szótár EMC- re vonatkozó kötete [7.8.1] az alábbiak szerint adja meg: „Valamely berendezésnek vagy rendszernek az a képessége, hogy a saját elektromágneses környezetében kielégítően működik anélkül, hogy a környezetében bármi számára elviselhetetlen elektromágneses zavarást idézne elő”.

Az elektromágneses zavarás (EMI) valamely készülék, berendezés, vagy rendszer működőképességének csökkenése elektromágneses zavar következtében. Elektromágneses zavar minden olyan jelenség, amely valamely készülék, berendezés vagy rendszer működőképességét rontja, vagy élő vagy élettelen dologra káros hatást fejt ki. Az EMI jelenség, a bekövetkező teljesítményromlás az alábbi 3 tényezőtől áll:

- zavar forrás, mely az elektromágneses zavart kibocsátja;
- zavarnyelő, azaz a zavart készülék, amelynek működőképessége romlik;
- közöttük lévő, csatolási útnak nevezett közeg.

A működőképesség romlás meghatározása a következő: Valamely készülék, berendezés vagy rendszer nem kívánt eltérése a rendeltetésszerű működéstől.

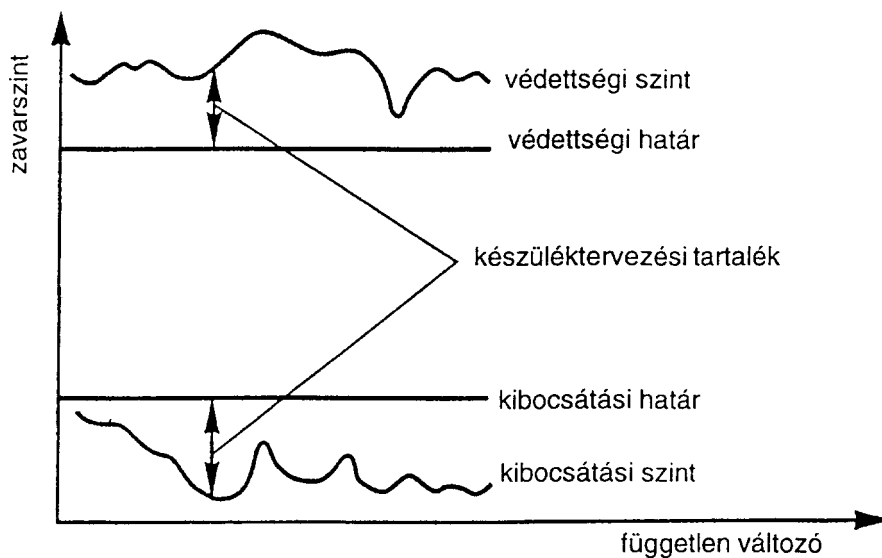
Lényeges az, hogy a meghatározásban a „nem kívánt” jelző szerepel, és nem a „bármely”. Ezért a vizsgálatokhoz specifikálni kell a működőképességre vonatkozó nem kívánt eltérés fajtáját (L. működőképességi kritériumok).

A mindennapi gyakorlatban rendszerint sok mesterséges és természetes forrás bocsát ki elektromágneses zavart, amelyek olyan elektromágneses környezetet hoznak létre, amelyben potenciális zavarnyelők találhatók. A különböző lehetséges helyzetek miatt az elektromágneses környezet rendkívül összetett.

Az EMI a következő két szempontból kapcsolódik az EMC-vel:

1. A zavarkibocsátás (emisszió), amely meghatározza azt a feltételt, amely mellett egy adott villamos vagy elektronikus rendszer megfelelően működik anélkül, hogy olyan mértékű elektromágneses zavart keltene, amely más rendszerekben működési rendellenességet okoz;
2. A zavartűrés (immunitás), amely meghatározza azt a feltételt, amely mellett egy adott villamos vagy elektronikus rendszer adott elektromágneses környezetben működési rendellenesség kockázata nélkül megfelelően működik.

Az elektromágneses összeférhetőség biztosításának alapelve kissé leegyszerűsítve a következők szerint szemléltethető. Egyetlen zavarforrás és egyetlen zavarnyelő esetén a kibocsátási és a zavartűrési szint egy lehetséges kombinációja látható a 7.8.1. ábrán a hozzá tartozó határértékekkel valamely független változó (pl. frekvencia) függvényében.



7.8.1. ábra Egyetlen zavarforrásra és egyetlen zavarnyelőre vonatkozó határértékek és szintek valamely független változó függvényében

A 7.8.1. ábrán a kibocsátási szint mindenütt kisebb a megengedett értéknél és a zavartűrési szint mindenütt nagyobb a legkisebb megkívánt értéknél, s ezért a zavarforrás és a zavarnyelő megfelel a követelményeknek. Az ábrán van egy tartalék a mért szint és a határérték között. Ez „készüléktervezési” határértéknek nevezhető, s mint járulékos tartalék arra szolgál, hogy a tervezés során biztosítható legyen a határoknak való megfelelés, amit az EMC vizsgálatok során ellenőriznek. A zavartűrési határ és a kibocsátási határ közötti tartomány az összeférhetőségi tartomány. Ezen belül helyezkedik el az összeférhetőségi szint.

Ha a kibocsátási és zavartűrési szinteket úgy tervezték meg, hogy a fennálló elektromágneses jelenségnek jól megfeleljenek, a 7.8.1. ábrán látható helyzet áll elő, amikor az elektromágneses összeférhetőség megvalósul. Az ábra azt mutatja, hogy a zavartűrési szint magasabb, mint a zavartűrési határérték, amely nagyobb, mint a kibocsátási határérték, ami viszont magasabb a kibocsátási szintnél. [7.8.2]

A probléma két kulcskérdése a zavarkibocsátás és a zavartűrés, amelyek összehangolása szabályozási feladat.

7.8.2. Az EMC jelenségek szerinti felosztása

A zavarjelenségek a következő csoportokba sorolhatók :

- A frekvencia szerint:
 - kisfrekvenciás (9 kHz alatti) zavarok;
 - nagyfrekvenciás (9 kHz feletti) zavarok.
- A zavarjelenség terjedési (csatolás) módja szerint:
 - vezetett zavarok;
 - sugárzott zavarok.

Ezeket felül megkülönböztethetők a zavarok időtartamuk szerint is:

- folyamatos;
- rövid idejű (tranziens).

Az alábbiakban megadunk néhány példát a zavarás alapvető jelenségeire:

	kisfrekvenciás zavarjelenség:	nagyfrekvenciás zavarjelenség:
vezetett zavarjelenség:	harmonikusok, feszültségváltozás és ingadozások	indukált folytonos hullámú feszültségek, gyors tranziensek
Sugárzott zavarjelenség:	hálózati frekvenciájú mágneses terek	elektromágneses folytonos vagy tranziens terek

Speciális jelenségek:

- Elektrosztatikus kisülés (ESD, összetett - vezetett és sugárzott - jelenség);
- Nagy amplitúdójú elektromágneses impulzus (nukleáris elektromágneses impulzus, NEMP / HEMP)
- Villámcsapás elektromágneses impulzusa (LEMP).

A szabványok a villámcsapás elektromágneses impulzusainak hatásait a vezetett és a sugárzott jelenségek közé sorolják be, mivel a jelenségeket inkább fizikai jellemzőik, mint forrásuk alapján csoportosítják. (Kivétel az ESD és a HEMP jelensége.)

7.8.3. Az EMC szabályozás

A fejlett ipari országokban az EMC mind a műszaki mind pedig a jogi szabályozás része. Ennek keretében az állam a termékekre kötelezően betartandó technikai követelményeket és ezek betartását biztosító magatartásformát ír elő. Az állam csak ott alkalmaz műszaki szabályozást, ahol a hibás termék nagy kockázatot jelentene az élet-, az egészség-, a környezet- és a vagyonbiztonság szempontjából.

A jogszabályok követelményeket fogalmaznak meg és megfelelést írnak elő a gyártók és a forgalmazók számára. Ezek a jogszabályok a megfelelés igazolásának módjára is tartalmazzak előírásokat.

Az Európai Unióban az egységes EMC szabályozás megvalósítása érdekében 1989. május 3-án adták ki 89/336/EEC számon az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó irányelvet [7.8.3] (továbbiakban EMC Direktíva). Az EU-ban 1996.-ban érvénybelépett EMC Direktíva meghatározza az alkalmazásának körét, valamint mindazokat az intézményi, személyi, szabványosítási, minőségtanúsítási, törvényi, stb. feltételeket, amelyek teljesítése az EMC követelményeknek való megfeleléshez és termékek esetén a megfelelést tanúsító CE jel elnyeréséhez szükségesek. Említést érdemel az, hogy az EMC Direktíva pontos értelmezése nem egyszerű feladat. Ennek megkönnyítésére az EU magyarázó dokumentumot adott ki [7.8.4].

A hazai EMC rendelet a 89/336/EEC irányelven alapuló 31/1999(VI.11) GM-KHVM együttes rendelet az elektromágneses összeférhetőségről, mely 1999-ben lépett hatályba [7.8.5]. (A rendeletben hivatkozott honosított nemzeti szabványok

aktualizált listája időről időre megjelenik a Szabványügyi Közlöny mellékleteként. Figyelemre méltó, hogy az első lista 96 szabványt tartalmazott. Ez is jelzi a problémakör összetettségét.)

Az EMC rendelet jelentősége egyrészt az, hogy egységes védelmi követelményeket támaszt mind a zavarkibocsátás, mind a zavartűrés esetében a teljes frekvenciatartományban az EMC teljes területén, másrészt az, hogy megfelel az Európai Unió jogharmonizációs irányelvének, továbbá az Európai Unió EMC szabványainak.

A rendelet meghatározza e területen a védelmi követelményeket és ellenőrzési feladatokat. Előírja, hogy a „.....berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy

a) az általuk kibocsátott elektromágneses zavarok ne haladják meg azt a szintet, amely még lehetővé teszi a távközlő, rádió-távközlő és más berendezések rendeltetésszerű működését;

b) olyan megfelelő szintű saját zavartűréssel rendelkezzenek elektromágneses zavarokkal szemben, amely a rendeltetésszerű üzemet lehetővé teszi.”

Továbbá legfontosabb védelmi követelményként megadja, hogy a berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy annak az elektromágneses környezetnek megfelelő szintű elektromágneses zavartűréssel rendelkezzenek ahová szánták azokat, annak érdekében, hogy zavartalanul üzemeljenek a renDELETEH kapcsolódó szabványoknak megfelelő berendezések által kibocsátott zavar szint mellett.

Az EMC Direktíva alkalmazásának nem egyetlen, de kétségkívül az egyik legfontosabb előfeltétele a megfelelő EMC szabványrendszer megalkotása.

Az EMC szabványok rendszere a következő 3 típusú szabványból áll [7.8.6]:

a) *Alapszabványok* adják meg a zavaró jelenségekre vonatkozó definíciókat és a jelenségek leírását, a részletes vizsgálati és mérési eljárásokat, a vizsgálati eszközöket és az alapvizsgálatok mérési összeállítását.

Az alapszabványokat nem tartalmazza a harmonizált szabványok listája, mivel a termékek megfelelőségi nyilatkozata szempontjából nem az alapszabványok a mértékadóak.

(A fenti kritériumoknak megfelelő alapszabványokat tartalmazza, pl. az IEC 1000-4-X sorozat.)

b) *Általános szabványok* megadják az EMC követelményeket (határértékeket), valamint egy adott környezetben üzemelő berendezésre alkalmazható szabványosított vizsgálati eljárásokat.

c) *Termékcsalád szabványok* határozzák meg részletesen az adott berendezések emissziós és immunitási követelményeit.

Az EMC szabványrendszer összetettsége miatt rövid áttekintést adunk a szabványok jelenlegi jelölési gyakorlatáról:

Az IEC-ben az EMC szabványok részére az IEC 1000-X-Y jelzetet vezették be. E sorozat 2. alosztás (X) szerinti részeinek témakörei (- az IEC számozásának megfelelően -) a következők:

1. Általános megfontolások, fogalom meghatározások.
2. Környezet leírása, osztályozása, összeférhetőségi szintek.
3. Határértékek zavarkibocsátásra és zavartűrésre, amennyiben erről nem rendelkezik termékcsalád szabvány.
4. Vizsgálati és méréstechnikai alapszabvány.
5. Irányelvek a létesítésre és a zavarcsökkentési óvintézkedésekre.
6. Az 1000-es és 61000 jelzetű általános szabványok.
7. Egyebek

EN 61000-X-Y jelzetűek azok az európai szabványok, amelyeket a megfelelő IEC 1000-X-Y jelzetű IEC szabványok átvételével léptettek életbe.

(Újabban az IEC is áttért a IEC 61000-X-Y jelzetre, azaz az egyes testületek által kiadott, egymásnak megfelelő szabványok csak a betűjelzetben térnek el egymástól.)

EN 60XXX sorozat jelzetűek az IEC-től átvett nem IEC 1000-es sorozatú CENELEC szabványok. (Ide tartoznak pl. a háztartási és hasonló készülékek által a táphálózatban okozott zavarokkal foglalkozó EN 60555 sorozatú szabványok.)

EN 55XXX sorozat jelzetűek a CISPR dokumentumokból átvett, rádiófrekvenciás zavarokkal foglalkozó európai szabványok. (Ide tartoznak pl. a CISPR 11, 13, 14, 15 és 22 előírásoknak megfelelő EN 55011, EN 55013.....EN 55022 jelzetű zavarkibocsátási termékcsalád szabványok.)

EN 50XXX sorozatjelzetűek azok az EMC szabványok, amelyeket a CENELEC maga dolgozott ki. Ilyen általános dokumentumok a lakóhelyi, kereskedelmi és kisipari környezetre, valamint az ipari környezetre megalkotott

zavarkibocsátási (EN 50081-1, 2) és zavartűrési (EN 50082 -1, 2) szabványok. (Ezek az általános szabványok jelennek meg folyamatosan a 61000-6-Y jelzetű szabványokként.)

A távközlésre vonatkozó szabványokat jelentős részben az ETSI dolgozza ki. Ezek vagy ETSI szabványként ETS 300... jelzettel vagy CENELEC szabványként EN 300... jelzettel kerülnek kiadásra. Utóbbi szabványok elsősorban azok, amelyek harmonizált szabványként az EMC direktívához kapcsolódnak.

7.8.4. Követelmények

A berendezésekre vonatkozó követelmények többségét az ETSI műszaki bizottsága (Elektromágneses összeférhetőség és rádió spektrum ügyek – ERM) dolgozta ki. A vezetékes távközlési hálózatok berendezéseinek jelentős részére vonatkozó követelményeket a harmonizált szabványok jegyzékében szereplő EN 300 386-2 szabvány (Elektromágneses összeférhetőség és rádió spektrum ügyek; Távközlési hálózat berendezései; EMC követelmények; 2. rész: termékcsalád szabvány) [7.8.7] adja meg. E szabvány hatálya kiterjed a kapcsoló berendezésekre, a nem rádió átviteltechnikai berendezésekre (pl.: multiplexerek, SDH, PDH, ATM, DCC rendszerek), a tápellátás berendezéseire és a felügyeleti berendezésekre. (E szabvány mellett más termékszabványok is tartalmazznak EMC előírásokat. Pl. külön előírás vonatkozik a kábeltelevízió rendszerre.) A szabvány szerinti követelményeket oly módon határozták meg, hogy a készülékek zavartűrése megfelelő legyen. Kis valószínűséggel előfordulhatnak olyan esetek, ahol a zavarás szintje nagyobb, mint az e szabvány szerinti zavartűrési szint. Ezekben az esetekben speciális zavarcsökkentési intézkedéseket kell fogyanatosítani.

A szabvány a berendezéseket a telepítési környezet szerint két kategóriába sorolja:

- Távközlési központba (létesítménybe) és
- nem távközlési létesítménybe telepített berendezések.

Ez utóbbiba tartoznak, pl. az előfizetői telephelyekre, az utcai kabinetekbe telepített berendezések. Ezekben az esetekben a nem ellenőrzött környezet miatt szigorúbbak az előírások.

A következőkben - nem törekedve a teljességre – nézzük meg, hogy a szabvány milyen EMC vizsgálatokat ír elő. Az egyes vizsgálatok a vizsgálandó portoknak megfelelő, alábbi bontásban adhatók meg:

- A berendezés kabinetjének (szekrény) vizsgálata (L. 7.8.1. táblázat);
- Kültéri távközlő kábelek csatlakozási pontjának vizsgálata (L. 7.8.2. táblázat);
- Épületen belüli jelvezetékek csatlakozási pontjának vizsgálata;
- Váltakozófeszültségű tápellátás csatlakozási pontjának vizsgálata;
- Egyenáramú tápellátás csatlakozási pontjának vizsgálata.

	Környezeti jelenség	Vizsgálati szintek és jellemzők	Hivatkozás	Működési kritérium	Megjegyzések
Zavartűrés:					
1.	Elektrosztatikus kisülés	Érintéses kisülés: 4 kV Átütéses kisülés: 4 kV	EN 61000-4-2	B	
2	Rádiófrekvenciás elektromágneses tér amplitudó modulált	80 – 1000 MHz 3 V/m 80 % AM (1 kHz)	EN 61000-4-3	A	
Zavarkibocsátás:					
3.	Sugárzott Elektromágneses tér 10 m-nél	30–230 MHz : 40 dB (μ V/m) 230-1000 MHz : 47 dB (μ V/m)	EN 55022		Nagy kiterjedésű rendszereket az ETS 300 127 szerint kell vizsgálni
Ellenálló képesség:					
4.	Elektrosztatikus kisülés	Érintéses kisülés: 8 kV Átütéses kisülés: 15 kV	EN 61000-4-2	R	

7.8.1. táblázat Távközlési központban elhelyezett berendezések EMC vizsgálata. Vizsgált kapu (port): kabinetek

A zavartűrés és zavarkibocsátás mellett e szabványban szerepelnek az „ellenállóképesség”-re vonatkozó követelmények is. (Az ellenállóképesség azt jelenti, hogy a távközlési berendezések károsodás nélkül képesek elviselni bizonyos villamos, mágneses és elektromágneses jelenségek hatását.) A zavartűrésre és az ellenállóképességre vonatkozó követelményeknek való megfelelés ellenőrzésére a megfelelőségi, működési kritériumok szolgálnak. (Az „A” kritérium a folytonos jelenségeknél, a „B” és „C” kritérium a tranziens jelenségeknél és az „R” kritérium az

ellenállóképességi (Resistibility) vizsgálatoknál alkalmazandó.) A megfelelőségi kritériumok lényeges elemei a következők:

- „A” kritérium: A rendszernek folyamatosan kell működnie; működőképesség romlást, vagy funkcióvesztést általában nem enged meg;
- „B” kritérium: A vizsgálatot követően a rendszernek folyamatosan kell működnie; működőképesség romlást, vagy funkcióvesztést általában nem enged meg. Vizsgálat közben működőképesség romlás előfordulhat, azonban a működési módban, vagy a tárolt adatokban változás nem következhet be.
- „C” kritérium: Ideiglenes funkcióvesztés megengedhető, azonban a berendezésnek öngyógyuló módon kell megjavulnia.
- „R” kritérium: A berendezésnek a vizsgálatot károsodás, vagy egyéb zavarok (pl. szoftver sérülés) nélkül el kell viselnie és meghatározott paraméterek szerint kell működnie a tranziens elektromágneses jelenség megszűnését követően. A vizsgálat a védelem működését és a biztosító kioldását okozhatja. Ezek elhárításával az üzemszerű működésnek helyre kell állnia. („Kézi” beavatkozás megengedett.)

	Környezeti jelenség	Vizsgálati szintek és jellemzők	Hivatkozás	Működési kritérium	Megjegyzések
Zavartűrés:					
1.	Gyors tranziensek	0,5 kV; 5/50 ns hullámforma 5 kHz ismétlési frekvenciával	EN 61000-4-4	B	
2.	Lökőhullám	1 kV; 10/700 µs hullámforma	EN 61000-4-5	B	
3.	Vezetett, folyamatos rádiófrekvenciás jel	0,15 – 80 MHz; 3 V; 80% AM (1 kHz)	EN 61000-4-6	A	
Zavarkibocsátás:					Nem alkalmazható
Ellenállóképesség:					
4.	Lökőhullám	4 kV; 10/700 µs hullámforma	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén; primer védelemmel
5.	Lökőhullám	1 kV; 10/700 µs hullámforma	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén
6.	Erősáramú indukálás	300 V; 50 Hz; 200 ms	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén

7.8.2. táblázat Távközlési központban elhelyezett berendezések EMC vizsgálata. Vizsgált kapu (port): távközlő kábel

Életvédelmi előírások: Az élővilág evolúciójának kezdete óta elszenvedi elektromágneses környezetének hatásait. A technikai fejlődés következtében ehhez széles spektrumú, egyre növekvő intenzitású mesterséges sugárzás adódik. A természetes RF sugárzás, amely elsősorban a Napból kiindulva éri a Földet, 0.01 mW/m^2 -nél kisebb intenzitású. Ezzel szemben az ember által keltett rádiófrekvenciás zaj (közkeletű elnevezéssel „elektroszmog”) szintje a háztartásokban tapasztalható néhányszor tíz $\mu\text{W/m}^2$ -től az egyes munkahelyeken előforduló néhányszor tíz W/m^2 -ig terjed [7.8.8].

Annak érdekében, hogy az elektromágneses terek ne okozzanak egészségkárosodást, nemzetközi és nemzeti szabványok rögzítik az intenzitásra megengedett határértékeket. A szintek meghúzásának gondolatmenete általában az, hogy megfigyelések és kísérletek eredményeit kiértékelve megállapítják az idegrendszer hibás működését és/vagy a testfelszínen, vagy a belső szervekben nem kívánt mértékű felmelegedést kiváltó térerősség, vagy teljesítménysűrűség értékét, majd valamilyen biztonsági faktorialosztják azt.

Az említett hatásokhoz kapcsolódva meg kell jegyezni: az epidemiológiai vizsgálatok eredményeivel foglalkozó mértékadó írások fontosnak tartják leszögezni, hogy eddig egyetlen korrekt elemzés sem tudott összefüggést kimutatni a rádiófrekvenciás behatás és a rákos megbetegedés kockázatának növekedése között.

Az újabb ajánlások, előírások a térerősség és teljesítménysűrűség helyett, vagy mellett a SAR (**S**pecific energy **A**bsorption **R**ate, a teljes test, vagy valamely testrészek által elnyelt teljesítmény, melyet a testszövet tömegegységére vonatkoztatva, W/kg -ban adnak meg) határértékét rögzítik.

Magyarországon az 1987 elején kiadott, 1993-ban módosított MSZ 16260-86 szabvány van érvényben. Határértékei a 7.8.3.a...b táblázatban láthatók [7.8.9].

Övezet	Villamos térerősség, V/m		
	30 kHz - 3 MHz	3 - 30 MHz	30 - 300 MHz
Veszélytelen	3	3	3
Biztonsági	50	30	20
Munka-	120	60	40
Korlátozott időtartamú munka	960/t*	480/t*	320/t*
Veszélyes	1000	600	400

* Ahol t egy naptári nap alatt az övezetben tartózkodás összidőtartama órában, de ez nem lehet több, mint 8 óra.

7.8.3.a táblázat Az MSZ16260-86 szerinti elektromos térerősség határértékek

Övezet	Teljesítménysűrűség, mW/cm ²	
	Álló sugárzó	Forgó, vagy pásztázó sugárzó
Veszélytelen	-	-
Biztonsági	0,01	0,1
Munka-	0,1	1
Korlátozott időtartamú munka	$(0,08 / t^*)^{1/2}$	$(8 / t^*)^{1/2}$
Veszélyes	10	100

* Ahol t egy naptári nap alatt az övezetben tartózkodás összidőtartama órában, de ez nem lehet több, mint 8 óra.

7.8.3.b táblázat Az MSZ16260-86 szerinti teljesítménysűrűség határértékek

A történeti hűség kedvéért érdemes felidézni a CENELEC által megalkotott ENV 50166 előszabvány sorsát. 1994-ben, még prENV 50166 jelzettel a CENELEC tagok között körözték véleményezés céljából. 1995-ben két részben, európai előszabványként jelent meg:

- ENV 50166-1 Human exposure to electromagnetic fields, Low frequency (0 Hz to 10 kHz)
- ENV 50166-2 Human exposure to electromagnetic fields, High frequency (10 kHz to 300 GHz)

Bő terjedelemben taglalta a kis és nagyfrekvenciás elektromágneses terek közvetlen és közvetett hatását, a lehetséges forrásokat, az egyidejűleg működő különböző források hatásának összegzését, a mérési módszereket és természetesen a határértékeket.

Mivel az 1997-es hosszabbítás után 1999-ben sem véglegesítették, ekkor hatályát veszítette. 1997 és 1999 között magyar nemzeti előszabványként is kiadták. Határértékei sok esetben ma is jó támpontként használhatók.

Az Európai Unió Egészségügyi Minisztereinek Tanácsa 1999. júniusában luxembourgi ülésén foglalkozott a népeiséget érő nemionizáló elektromágneses sugárzás határértékeire vonatkozó ajánlással. Áttekintették az ICNIRP előkészítő munkáját [7.8.10], az ajánlás bevezetéséhez kapcsolódóan megfogalmaztak néhány irányelvet [7.8.11]. Az egyik legfontosabb szerint a tagállamokra hagyják a sugárforrások besorolását és korlátozását. Az 1999. július 12-én Brüsszelben tartott értekezleten az ajánlást 1999/519/EC jelzettel elfogadták [7.8.12]. Az ajánlásban rögzített határértékek elsősorban a lakosságra vonatkoznak, a munkahelyi értékeket a tagállamokban - az Uniós Szerződés szellemében - politikai döntéshozatal révén kell meghatározni.

Az ajánlás problémakezelésében, megfogalmazásaiban visszaköszönnek az ENV 50166 fordulatai. Kétféle korláttal találkozhatunk.

A bázis korlátok ill. határértékek (basic restrictions) úgy adódtak, hogy a kutatások szerint akut (idegrendszeri és/vagy hő-) hatásokat kiváltó intenzitásértékek 1/50-ed részét vették.

A bázis korlátok frekvenciabontása az alábbi megfontolásokhoz igazodik:

- 0 és 1 Hz között a mágneses fluxus és a tér által gerjesztett áramok korlátozása a szív- és érrendszeri és a központi idegrendszerben jelentkező hatások visszaszorítását célozza,
- az 1 Hz és 10 MHz között létrejövő áramok határértékeinek betartása az idegrendszer funkcióinak hibátlan ellátását teszi lehetővé,
- a 100 kHz és 10 GHz közötti SAR korlátok a teljes és lokális testmelegedés veszélyét küszöbölik ki,
- a 10 és 300 GHz között érvényes teljesítménysűrűség limit a testfelszínen és a közvetlen alatta elhelyezkedő szövetek túlmelegedését akadályozza meg.

A határértékeket a 7.8.4. táblázat tartalmazza.

* az áramirányra merőleges 1 cm^2 felületen átlagolva

** frekvencia; Hz

*** minden SAR adat 6 percre átlagolva

A referencia szintek (reference levels) olyan, jól mérhető fizikai mennyiségekben megadott korlátok, melyek betartása esetén a gerjesztő tér és a gerjesztett emberi test legszorosabb csatolása során sem fordulhat elő a bázis határértékek túllépése. A 7.8.5. és 7.8.6. táblázatban összefoglalt referencia szintek

Frekvencia	Mágneses fluxus, mT	Áramsűrűség (rms*), mA/m ²	Teljes test SAR (átlag), W/kg	Lokális SAR (fej,törzs), W/kg	Lokális SAR (végtagok), W/kg	Teljesítménysűrűség,(S), W/m ²
0 Hz	40	-	-	-	-	-
0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f**	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
0.1-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

7.8.4. táblázat Az EU ajánlás szerinti határértékek

másik fontos szerepe, hogy támpontot adnak a 7.8.2. pontban részletezett szabványcsoportokban rögzített kibocsátási határértékek megállapításához.

* a frekvenciák a vizsgált frekvenciasávnak megfelelő mértékegységben

- Érdekességként, a képviselt szemlélet jellemzésére idézzük még az ajánlás szövegének két kiragadott, de fontos pontját:
- A lakosságot érő elektromágneses sugárzás határértékének meghúzásakor mérlegeljük, hogy a sugárzást kibocsátó eszköz működése milyen előnyöket jelent az életminőség, a telekommunikáció, az élet- és vagyonbiztonság terén.
- A tagállamok a sugárzásból eredő kockázat tudatosítása és a védelem erősítése érdekében megfelelő módon informálják az érintetteket és teyék

Frekvencia	Elektromos térerősség, V/m	Mágneses térerősség, A/m	Mágneses indukció, μT	Ekvivalens sík-hullám teljesítménysűrűsége, W/m ²
0-1 Hz	-	3.2×10 ⁴	4×10 ⁴	-
1-8 Hz	10 000	3.2×10 ⁴ /f ²	4×10 ⁴ /f ²	-
8-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	-
0.25-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8-3 kHz	250/f	5	6.25	-
3-150 kHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	-
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0.73/f	0.92/f	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
0.4-2 GHz	1.375 f ^{1/2}	0.0037 f ^{1/2}	0.0046 f ^{1/2}	f/200
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

7.8.5. táblázat Az EU ajánlás szerinti referencia szintek

Frekvencia	Maximális érintési-áram, mA
0 Hz-2.5 kHz	0.5
2.5-10 kHz	0.2 f*
100 kHz-110 MHz	20

* kHz

7.8.6 táblázat Az EU ajánlás szerinti érintési áramok

meg a szükséges intézkedéseket.

A területet szabályozó nemzeti szabványok összehasonlításához hasznos segítséget nyújt a [7.8.13] és [7.8.14] szakirodalom. A mobil telefonokkal és bázisállomásokkal kapcsolatos megfontolásokat itt nem részletezzük, de megadjuk a témával foglalkozó legismertebb forrást [7.8.15]. Szintén csak felhívjuk a figyelmet a lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásaival foglalkozó magyar szabványra [7.8.16].

7.8.5. Vizsgálatok

Az EMC megfelelés igazolására szolgál a laboratóriumi körülmények között elvégzett típusvizsgálat. Az EN 61000-4-X sorozatú alapszabványok a vizsgálati és mérés technikai előírásokat adják meg. E sorozat keretében a következő témájú szabványok kerültek eddig kiadásra, amelyek jól tükrözik a figyelembe veendő jelenségek sokféleségét:

1. Vizsgálatok áttekintése;
2. Elektrosztatikus kisüléssel szembeni zavartűrés vizsgálata,
3. Sugárzott rádiófrekvenciás tér vizsgálata;
4. Villamos gyors tranziens / burst vizsgálat;
5. Lökőhullámmal szembeni zavartűrés vizsgálata;
6. Vezetett rádiófrekvenciás vizsgálat;
7. Villamosenergia-rendszerek és hozzájuk kapcsolódó berendezések felharmonikusainak és közbenső harmonikusainak mérései;
8. Hálózati frekvenciás mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
9. Impulzus jellegű mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
10. Csillapodó rezgésű mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
11. Feszültségletörésekkel, rövid idejű feszültségváltozásokkal szembeni zavartűrés vizsgálata;
12. Oszcillálóhullám-csomaggal való vizsgálat;
14. Feszültségingadozás hatásával szembeni zavartűrés vizsgálata;

15. Flicker vizsgálat;

16. Vezetett közös módusú zavarokkal szembeni zavartűrés vizsgálata a 0-150 kHz-es frekvenciatartományban.

17. HEMP hatásával szembeni zavartűrés vizsgálata.

(A felsorolás nem teljes, a szabványsorozatban további szabványok fognak még megjelenni.)

A vezetékes távközlési hálózatok vizsgálatairól a 7.8.4.1. pontban volt szó. A vezeték nélküli rendszerekre felsorolásszerűen megadunk néhány, az ETSI által kidolgozott, mind határértékeket, mind mérési módszereket tartalmazó szabványt:

EN 300 279: Magáncélú földi mobil rádió (PMR) berendezések vezetett és sugárzott zavarjelei

ETS 300 329: DECT eszközök emissziós és immunitási vizsgálatai

ETS 300 339: Mérési módszerek és limitek azon rádióberendezésekre és kapcsolódó eszközökre, melyekről nem rendelkezik harmonizált EMC szabvány

ETS 300 340: ERMES vevők emissziós és immunitási vizsgálatai

EN 300 341: Földi mozgó rádiószolgálatok berendezéseinek emissziója

ETS 300 342: GSM és DCS rendszerek emissziós és immunitási vizsgálatai

EN 300 385: Fix rádióösszeköttetések EMC mérései és határértékei

EN 300 390: Földi mozgó rádiószolgálatok beépített antennájú rádióinak emissziója

ETS 300 447: VHF FM műsorszóró adók zavarkibocsátása és érzékenysége

EN 300 673: VSAT földi berendezések EMC mérései

ETS 300 717: Közcélú analóg cellás rendszerek hordozható eszközeinek EMC vizsgálatai

ETS 300 826: 2.4 GHz-es szélessávú rendszerek és HYPERLAN

EN 300 827: TETRA eszközök EMC mérései és határértékei

7.8.6. Irányelvek a kompatibilitás biztosítására

A berendezéseknek sokféle típusa létezik és különböző megközelítésekkel elérhető az EMC követelményeknek való megfelelés. Az IEC 61000-5-1 szabvány [7.8.17] olyan általános megközelítést javasol, amelynek alkalmazása esetén speciális zavaróhatás-csökkentő óvintézkedési eljárásokra feltehetőleg nincs

szükség, ha a berendezés az alkalmazandó kibocsátási és zavartűrési előírásoknak megfelel.

A berendezések elektromágneses összeférhetőségét biztosító eljárásban kétfajta megközelítés lehetséges, attól függően, hogy milyen korán érvényesíthetők az EMC szempontok a tervezésben, kivitelezésben:

- Nagyobb létesítés esetén a kezdeti szakaszban az adott elektromágneses zavarnak megfelelő speciális összeférhetőségi szint határozható meg külön-külön a létesítés, valamint a berendezés környezeti tényezőire. Az előírt általános óvintézkedési eljárások alkalmazásával a berendezéseket és telepítési előírásaikat az előre meghatározott szintek szerinti zavartűrési és kibocsátási határértékeknek megfelelően választják meg.
- A tervezés későbbi fázisaiban, további berendezés telepítésekor, vagy kereskedelemben beszerezhető olyan berendezés kezdeti telepítésekor, amelynek EMC-jellemzői megváltoztatására nincs lehetőség, illesztési (mismatch) hiba léphet fel a helyszín általános, és *de facto* összeférhetőségi szintje és a berendezés képessége között. Ilyen esetben olyan óvintézkedési eljárásokat kell választanunk, amely a környezet és a berendezés zavartűrési szintjei közötti eltérést a legkisebbre csökkenti.

Az elektromágneses zavarást vezetett vagy sugárzott zavarjelek idézik elő. Valamely berendezés egyidejűleg mind kibocsátó, mind zavarnyelő (potenciális „áldozat”) lehet.

Az elektromágneses összeférhetőséggel kapcsolatban három fő terület vehető figyelembe:

- kibocsátók: zavarforrások, amelyeket befolyásol a berendezés konstrukciója;
- csatolási utak: ezeket befolyásolja a telepítési gyakorlat;
- zavarnyelők: ezeket befolyásolja a berendezés konstrukciója.

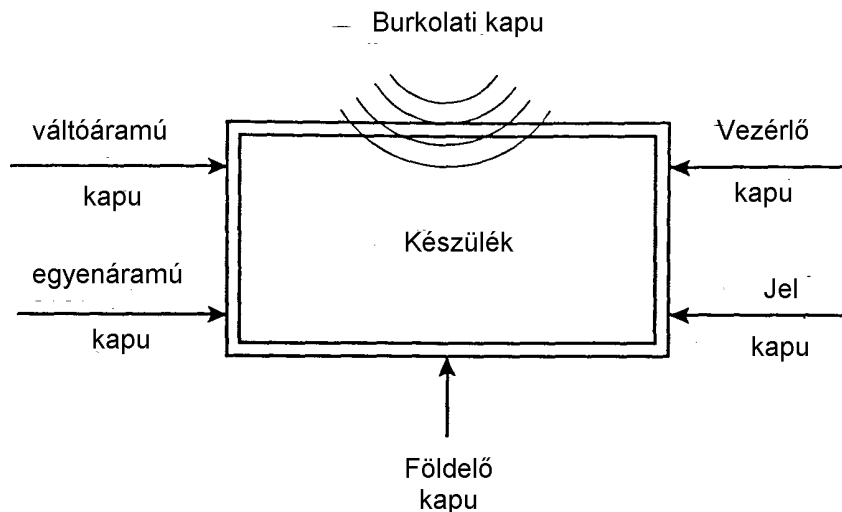
Az elektromágneses összeférhetőség biztosítása érdekében, szükség szerint, háromféle intézkedést kell tennünk:

- a kibocsátónál: a kibocsátás csökkentése;
- a csatolásnál: a csatolás csökkentése;
- a zavarnyelőnél: a zavartűrés növelése.

Annak érdekében, hogy a környezet és a készülék közötti kölcsönhatás elemzésével az alkalmazandó védelmi módig eljussunk a készülék kapukat (a készülék interfésze a külső elektromágneses környezettel) kell vizsgálni. A különböző elektromágneses zavarok ezeken a kapukon keresztül jutnak be a készülékbe, illetve ezeken keresztül hagyják el azt. Ezeknek a kapuknak a meghatározásával a

védekezés lépései célzottan igazíthatók az adott elektromágneses jelenség természetéhez, csatolási módjához, a készülék funkcionális elemeire gyakorolt hatásához (a zavartűréshez), vagy a környezetre gyakorolt hatásához (a kibocsátáshoz).

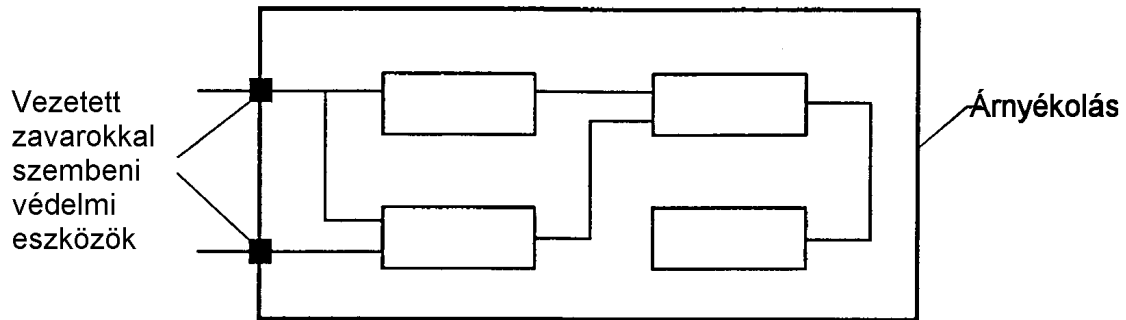
A 7.8.2. ábra az elektromágneses zavarok bemeneti kapuit mutatja be.



7.8.2. ábra: Az elektromágneses környezettel kapcsolatban álló berendezés kapuk

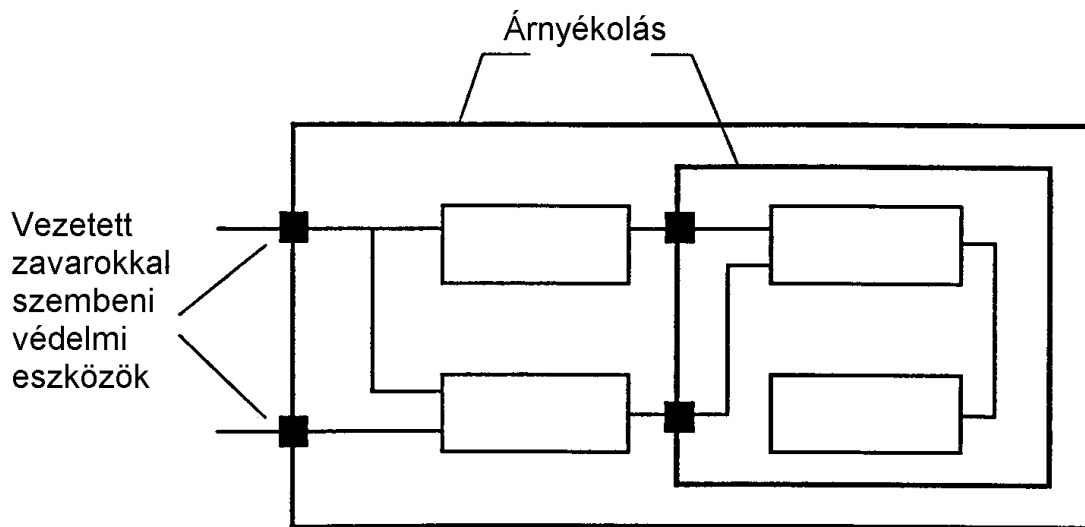
Az elektromágneses összeférhetőség biztosítása érdekében megfelelő óvintézkedési lépéseket kell tenni a készülék (rendszer, létesítmény) minden egyes kapuján.

Valamely létesítmény EMC zavartűrő képességének biztosítására két általános módszer van, a globális védelem (7.8.3. és 7.8.4. ábrák), vagy a megosztott védelem (7.8.5. ábra). Bizonyos esetekben sürgősen lehetnek az óvintézkedési eljárások, így például akkor, amikor a berendezés a rá ható zavar szintjéhez képest megfelelő mértékű zavartűrési szinttel rendelkezik.



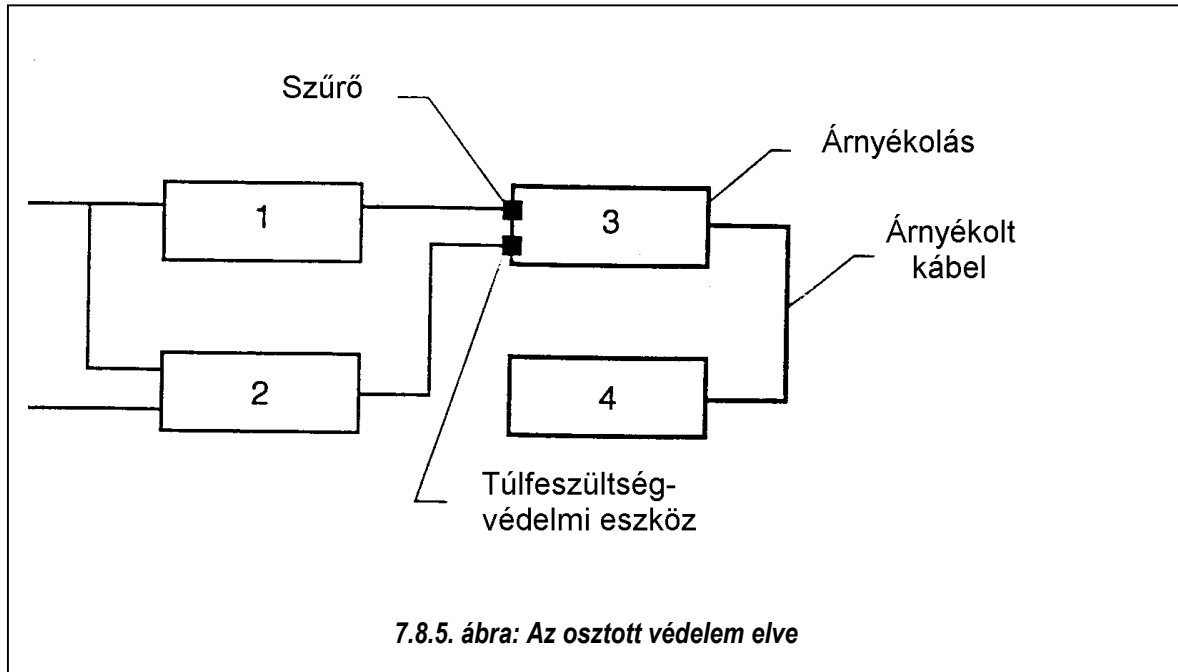
7.8.3. ábra: Általános védelem egyszeres védőborítással

MEGJEGYZÉS: Az egyszeres védőborítás elvének megfelelően a hálózati szűrők, a túlfeszültség-levezető eszközök és az árnyékolás a teljes létesítményt védi. Nem alkalmaznak egyedi védelmet az egyes egységeknél, kivéve, ha belsőleg generált zavarról van szó.



7.8.4. ábra: Általános védelem többszörös védőborítással

MEGJEGYZÉS: A többszörös védőborítás elve szerint az egyes egységeknél nem alkalmaznak egyedi védelmet, azonban az egységek zavarérzékenységi szintjének/szintjeinek megfelelően az elektromágneses védőborítások kaszkád



elrendezésűek.

MEGJEGYZÉS: Az osztott védelem elvének megfelelően az 1. és 2. egységeket nem védik, csak a 3. és 4. egységet, amelyek érzékeny elektronikát tartalmaznak. Ez utóbbiak védelméhez speciális burkolatokat, szűrőket, vagy más védelmi eszközöket és árnyékolt kábeleket alkalmaznak.

Rövidítések jegyzéke

CENELEC	European Electrotechnical Standardization Committee Európai Elektrotechnikai Szabványosítási Bizottság
CISPR	International Special Committee on Radio Interference Rádiózavarás Nemzetközi Különleges Bizottság
EMC	Electromagnetic Compatibility Elektromágneses összeférhetőség
EMI	Electromagnetic Interference Elektromágneses zavarás
ERM	Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum Matters Elektromágneses összeférhetőség és Rádió spektrum Ügyek (ETSI Műszaki Bizottság)
ESD	Electrostatic Discharge Elektrosztatikus kisülés
ETSI	European Telecommunications Standards Institute Európai Távközlési Szabványosítási Intézet
ICNIRP	(International C ommission on N on-Ionising R adiation P rotection) A Nemionizáló Sugárzások Elleni Védekezés Nemzetközi Bizottsága
IEC	International Electrotechnical Commission Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
ITU	International Telecommunication Union Nemzetközi Távközlési Egyesület
NEMP	Nuclear Electromagnetic Impulse nukleáris elektromágneses impulzus
SAR	Specific energy Absorption Rate Specifikus energia elnyelési tényező

Irodalomjegyzék

- [7.8.1] MSZ IEC 50(161) Nemzetközi elektrotechnikai szótár 161. Kötet: Elektromágneses összeférhetőség (1994)
- [7.8.2] MSZ IEC 1000-1-1: Elektromágneses összeférhetőség (EMC) 1. rész: Általános előírások, 1. főfejezet: Az alapfogalmak és meghatározások alkalmazása és értelmezése
- [7.8.3] Directive 89/336/EEC (Electromagnetic compatibility), (1989)
- [7.8.4] Guide to the application of directive 89/336/EEC, (1997)
- [7.8.5] A gazdasági miniszter, valamint a közlekedési, hírközlési és vízügyi miniszter 31/1999. (VI.11.) GM-KHVM együttes rendelete az elektromágneses összeférhetőségről
- [7.8.6] CENELEC Report: R210-001 EMC standardisation for product committees (January, 2000)
- [7.8.7] EN 300 386-2: Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements; Part 2: Product family standard (1997-12)
- [7.8.8] WHO: Electromagnetic Fields and Public Health, Fact Sheet N183, <http://www.who.int/inf-fs/en/fact183.html>
- [7.8.9] MSz 16260-86, A nagyfrekvenciás elektromágneses tér megengedett határértékei
- [7.8.10] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Preprint scheduled to appear in Health Physics April 1998, Volume 74, Number 4, pp. 494-522
- [7.8.11] European Union, Council of Health Ministers: Adoption of a recommendation on the limitation of exposure of general public to electromagnetic fields
http://europa.eu.int/comm/health/ph/news/old/electro_en.htm
- [7.8.12] COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), (1999/519/EC) Official Journal of the European Communities, 30.7.1999
- [7.8.13] Mátay G., Zombory L.: A rádiófrekvenciás sugárzás élettani hatásai és orvosbiológiai alkalmazásai, Egyetemi tankönyv
Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000
- [7.8.14] Thuróczy Gy.: A mobil hírközlés sugáregészségügyi kérdései, Magyar Távközlés, IX. évfolyam, 7. szám, 1998. július, 26-33. oldal
- [7.8.15] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Health Issues Related to the Use of Hand-Held Radiotelephones and Base Transmitters, Health Physics April 1994, Volume 70, Number 4 pp. 587-593
- [7.8.16] MSz 16261, Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai
- [7.8.17] MSZ IEC 61000-5-1: Elektromágneses összeférhetőség (EMC) 5. Rész: Létesítési és zavarcsökkentési irányelvek, 1. Főfejezet: Általános megfontolások. EMC alapszabvány

7.9. Eszköz- és rendszerválasztási megfontolások

Szerző: Nagygyörgy Gábor

Lektor: Kántor Csaba

7.9.1. Bevezető

Az alábbi fejezet célja a rendszer kiválasztás fő műszaki szempontjainak rövid ismertetése, de felhívjuk a figyelmet néhány olyan tényezőre, ami a műszaki követelmények mellett a kiválasztást befolyásolja. Ilyenek a szállító gazdasági, piaci megbízhatósága, az élettartam költségek stb.

Egy távközlési rendszer kiválasztásakor a tervező első feladata a rendszer fő funkcióinak meghatározása, vagyis annak eldöntése, mire van szükség. Ez általában a marketing felmérésen alapuló műszaki elemzést, rendszertervezést foglal magában. Az elkészült nagyvonalú majd később a részletezett rendszerterv alapján ajánlati felhívást ad ki a vevő. A beérkezett ajánlatok műszaki és gazdasági elemzésével választható ki a legalkalmasabb távközlési rendszer. A rendszerválasztás tehát egy olyan műszaki és gazdasági tervező és elemző folyamat, melyben a vásárló a piaci viszonyok figyelembe vételével összhangba hozza igényeit és lehetőségeit. A következő fejezetben ennek a folyamatnak a fő tevékenységeit és a választás szempontjait tekintjük át. Tisztázzuk először, mit értünk rendszer alatt.

Rendszer (A): Rendszer az egymással szerves összefüggésben lévő objektumok összessége, a közöttük fennálló kapcsolatokkal, ezek struktúrájával és dinamikájával együtt.

Távközlő rendszer (B): Végberendezések, kapcsolás- és átviteltechnikai eszközök valamely együttesének szervezett összessége a szolgáltatás lehetővé tételére.

7.9.2. A rendszerválasztás műszaki szempontjai

Az alább ismertetett tervezési folyamat egy teljesen új rendszer kifejlesztésének folyamata. A gyakorlatban legtöbbször már meglévő rendszerhez illesztünk új rész rendszereket, vagy meglévő rendszereket bővítünk. Ekkor a leírt választási, specifikálási folyamat bizonyos lépései értelemszerűen elmaradnak.

7.9.2.1. Nagyvonalú rendszerterv

A rendszertervezéskor a távközlési rendszer jellemzőit - a műszaki követelményeket - főlülről lefelé határozzuk meg. Ez azt jelenti, hogy először a teljes info-kommunikációs összeköttetést modellezzük végponttól végpontig („magas szintű modell”, „makromodell”, „nagyvonalú rendszerterv”), majd a terv alapján lefelé haladva meghatározzuk, kiosztjuk a rendszerelemek, berendezések követelményeit.

A nagyvonalú rendszertervben elő kell írni a jelzések, jelszintek, áramköri jellemzők értékeit, előfizetőtől előfizetőig. A makromodellben a végberendezések és a hálózati erőforrások összessége egységes egészet alkot, a rendszerelemeknek esetleg nincs is saját követelményük. A nagyvonalú (magas szintű) jellemzőket gyakran ITU-T, az ETSI vagy más szabványos mintarendszerek, referencia modellek írják elő, de készíthetünk saját, nem szabványos modelleket is. Referenciahálózati követelményeket tartalmaznak a nemzeti szabályozó hatóság (HÍF) által kiadott alapvető műszaki tervek is. A szabványos referencia modellek esetenként a rendszerelemek paraméter kiosztására is ajánlást tartalmaznak. A referencia modell útmutatása szerint kell a tervezőnek az aktuális rendszert megterveznie. A nagyvonalú tervezést a könyv más fejezetei részletesen tárgyalják. A modellalkotás rendkívül időigényes feladat, a szabványosító szervek több év alatt dolgoznak ki megfelelő referenciamodelleket. A nem szabványos rendszerek tervezése tehát jelentős időt igényel és növeli a távközlési szolgáltató kockázatát (lásd később).

Nagyvonalú rendszer funkcionális követelmények

A kiválasztás legfontosabb szempontja a rendszer által szolgáltatott működés (funkciók) megvalósítása. A tervezőnek az ügyfél igényeit kell számszerűsíteni, műszaki követelményekké változtatnia. Ilyen **ügyféligények** az információmennyiség, az adatok elérési sebessége, az adatok sérülésmentessége, az összeköttetés

használhatósága, megbízhatósága, a forgalom várható nagysága, a használati kényelem stb. Ezek mellett a távközlési szolgáltató saját gazdasági érdekei, valamint törvényi és hatósági előírások további funkcionális igényeket határoznak meg: az olcsó és jól szervezhető üzemeltethetőséget, és karbantarthatóságot, a számlázási lehetőségeket, az előfizető biztonságát, a környezet zajszennyezését stb. A funkcionális igények alapos elemzésével - különféle tervezési megfontolások útján, a szabványok követelményeit figyelembe véve - lehet felépíteni a rendszer logikai szerkezetét (architektúráját) és meghatározni a rendszer egészének átfogó műszaki követelményeit. Az esetek jelentős részében a tervező talál a funkcionális igények kielégítésére alkalmas szabványos mintarendszert.

Nagyvonalú rendszer műszaki követelmények

A nagyvonalú rendszerterv a végponttól végpontig tartó összeköttetést modellezi, követelményei az összeköttetés egészének műszaki jellemzőit írják le. A rendszertervek legfőbb követelmény csoportjait általában szabvány írja elő. A fő követelmény csoportok:

- *A rendszer felépítése, azaz logikai és funkcionális architektúrája.* Ez tartalmazza a rendszer alkotóelemeit is, az alrendszerek, berendezések helyét és kapcsolatát. A távközlési vállalatnak nem csak távközlési funkcióra van szüksége, hanem az előfizetők kiszolgálását- és a hálózat üzemeltetését támogató rendszerekre is. Korszerű távközlési rendszert ma már csak hálózatvezérlő, üzemeltetés támogató és számlázó rendszerekkel együtt terveznek, illetve vásárolnak. A szállítónak meg kell adnunk a beszerezni kívánt rendszerekhez a nagyvonalú rendszertervet (referencia modellt, architektúrát), melynek alapján a rendszer-, és a rendszerelemek követelményeit előírtuk.
- *Az átvitt jelek minősége:* jelszintek, jelsebesség, jelalak, jeltorzulás és modulációs zaj, csillapítás, stb.
- *Az összeköttetés folytonossága:* zavarérzékenység, kiesések.
- *Az üzenetek irányítása, kezelése:* jelzések és protokollok, szinkronizálás.
- *Hálózatvezérlés:* forgalomirányítás, felügyelhetőség, riasztások és biztonsági jelzések stb.
- *Előfizető kiszolgáló képesség* (előfizetők száma, forgalmi kapacitás,) és kiterjeszthetőség, forgalmi terhelhetőség és túlterhelhetőség.
- *Alrendszerek általános követelményei,* mint pl.: a távközlő rendszerhez kapcsolódó felügyeleti rendszer, tarifa és számlakezelő rendszer általános követelményei.

- *Biztonsági rendszer követelmények:* hozzáférés ellenőrzés és korlátozás, biztonsági rendszeradminisztrálás stb.
- *Interfész követelmények* (beillesztési követelmények) a meglévő rendszerek, vagy más platformok illetve a hálózat vezérlő és a számlázó rendszer felé,
és ezen túl minden olyan – itt nem említett - műszaki követelmény, amit a megépített hálózatnak és platformnak összességében teljesítenie kell a folyamatos távközlési összeköttetés létrehozásához és fenntartásához, az előfizető megfelelő kiszolgálásához.

Mivel a távközlési rendszerek legtöbbször különféle környezetben elhelyezett berendezésekből és a köztük lévő közvetítő közegekből állnak, a nagyvonalú tervekben csak ritkán lehet a rendszer egészének telepítési körülményeire is követelményeket adni. Az általános rendszerterv telepítési követelményei az első megvalósításra és az elterjesztésre vonatkoznak. A jó távközlő rendszer az igényeknek megfelelően kis lépésekben fokozatosan, esetleg előfizetőnként, csatornánként is bővíthető. A rendszer lehetőleg legyen olyan szerkezetű, hogy az első telepített szakaszok is teljes funkcionalitást biztosítsanak.

7.9.2.2. Részletes rendszerterv: a rendszerelemek követelményei

Rendszerelemek általános követelményei

Az általános hálózati követelményekből, tervezési megfontolások útján elkészíthető a **részletes rendszerterv**. A részletes tervezés során levezethetők, kioszthatók az alrendszerek, rendszerelemek, modulok követelményei. A rendszerelemeknek és moduloknak először szintén az általános működési követelményeit határozzuk meg úgy, hogy az illeszkedjen a rendszer egészének működéséhez. A rendszerelemek a fizikai hálózat elemei, egyben távközlő-berendezések is. Ezért a részletes rendszertervezés során már a rendszerelemek fizikai megjelenésére, **konstrukciójára**, valamint a **telepítési követelményeire** vonatkozó elvárásokat is meg kell határoznunk. A rendszerelemek lehetnek hardver-és szoftver elemek, illetve ezek együttese.

A rendszerelemek követelményeit az alábbi csoportosításban határozzuk meg:

- A rendszer általános működési követelményeiből a rendszerelemre kiosztott átviteli vagy jelfeldolgozási követelmények (pl. beiktatási csillapítás, megengedett kiesés, zaj, stb.),
- Egyedi működési követelmények, (pl. jel processzálás, zavarkibocsátás stb.)
- Szoftver követelmények és
- A berendezések:
 - Felépítésére,
 - Elhelyezésére,
 - Üzemeltetésére
- Telepítésére vonatkozó konstrukciós, szállítási és építési környezeti követelmények.

Szoftver követelmények

Objektumorientált szemlélettel megközelítve egy távközlő rendszernek a szoftverei a berendezésekkel egyenértékű rendszerelemek, saját tulajdonságokkal, jellemzőkkel. A szoftver kiválasztásnak és a **szoftver követelmények** megfogalmazásának nagyon jelentős szerepe van az egész info-kommunikációs rendszer működése, minősége szempontjából. A távközlő rendszer szoftver elemeit és követelményeit a nagyvonalú és a részletes rendszertervek alapján, ugyanolyan részletességgel kell előírni, mint a berendezés konstrukciós előírásoknál is az már megszokott. A téma szakirodalmát és szabvány fedettségét a [C] hivatkozás bőségesen ismerteti.

A távközlő berendezések szoftverei nagyon gyakran szabványon alapulnak (például a protokollok), ekkor a részletes rendszerkövetelmény helyett elég a szabványra hivatkozni.

Az általános szoftver követelmények: hordozhatóság, könnyű használhatóság, újrafelhasználhatóság, pontosság, tesztelhetőség, fenntarthatóság, módosíthatóság (javító-, adaptáló-, tökéletesítő módosítás), megbízhatóság, hatásosság, integritás, végül a dokumentáltság mélysége.

A szoftver előírásnál a következő fő szempontokra kell tekintettel lenni:

- Milyen platformon működnek a szoftver.
- Milyen szoftver rendszerekkel kell együttműködni, melyek a szoftver interfész követelmények
- Elő kell írni a szoftver távfelügyelhetőségét, távletölthetőségét.

- Célszerű, ha a szoftver elég intelligens ahhoz, hogy felismerje és esetleg meg is akadályozza a téves vezérlési utasításokat. Egyes felmérések szerint a modern távközlő hálózatok kiesésének 40%-a ugyanis téves parancskiadásból ered.
- A szoftver megbízhatósága és a megbízhatóság biztosításának az elvart feltételei.
- Milyen a szoftver biztonsága (safety)
- Különös gonddal kell ügyelni a szoftver védettségére (security). A szoftvernek legyen olyan védelmi rendszere, mely a támadásokat felismeri, regisztrálja és esetleg el is hárítja. Ma legkockázatosabb üzemeltetési probléma a rosszindulatú támadások a távközlő rendszerek ellen. A sikeres támadások elsősorban erkölcsi kárt okoznak, hosszú távon azonban az előfizetők elpártolását eredményezhetik.
- Követeljük meg a szoftver-támogató szervezet meglétét. Ez gyakran többszintű szervezet, ami mindig 365 napos és 8760 órás szolgálatot adjon, azaz folyamatos segítséget biztosítson a rendszer üzemeltetőjének.
- Követeljük meg a szoftver üzemeltetők képzését is.

7.9.2.3. Üzemeltetési követelmények

Hálózatfelügyeleti alrendszer

A távközlőhálózat rendelkezzen **hálózatfelügyeleti alrendszerrel**. Az üzemeltetési rendszer tegye lehetővé a „távriasztásokat”, valamint a távdiagnosztikát, hibafelderítést és hibahely meghatározást, a hibás szakaszok forgalmának átirányítását más szakaszokra. Ezen túl a hibaelhárítást támogassa hibaelhárítási-feladat kiadó, és eredmény-visszajelentő rendszerekkel (pl. workflow programokkal.) Mérlegelni kell a hálózat üzemeltetés és a távközlő-rendszer kiépítés ütemezésének (a skálázásnak) a felügyeleti alrendszer kiépítésére gyakorolt hatását.

A távközlő-rendszer távfelügyeletéhez az szükséges, hogy minden rendszerem illeszkedjék a hálózat-felügyeleti alrendszerhez. Elő kell írni a felügyeleti interfész típusát. A berendezéseknek is támogatniuk kell a távdiagnosztikát, távoli hibafelderíthetőséget, rendszeres üzemi tesztelést (észlelhető üzemszünet nélkül).

Használhatóság, megbízhatóság

A szolgáltatások használhatóságát a hálózat megbízhatósága befolyásolja. A kevésbé megbízható rendszerelemekből is létre lehet hozni, megfelelő

használhatóságú szolgáltató hálózatot, melegtartalékolással, kerülőutas hálózattal. A rendszerelemek megbízhatósága és a hálózat megbízhatóság összefüggéseit és tervezési szempontjait könyvünk 7.1 fejezete részletesen tárgyalja.

A rendszer felépítéséből és a szolgáltatás használhatósági követelményeiből általában számítható, kioszthatók a rendszerelemek, berendezések megengedett kiesési paraméter értékei. A berendezés megbízhatóság gazdasági kérdéseket is felvet, a megbízhatóbb berendezés gyakran drágább. Az egyes elemekre kiosztott megbízhatóságot az előfizetői igények mellett az üzemeltetési élettartam-költség szempontok is befolyásolják: olcsóbb az üzemeltetése az alacsonyabb kiesési gyakoriságú berendezésnek. A rendszertervezőnek módjában áll optimalizálni a teljes rendszer várható összköltségét a rendszerfelépítés módosításával (kerülőutak, tartalékolások stb.).

Számlázási alrendszer

Zöldmezős rendszer fejlesztéskor részletes számlázási rendszertervet is kell készíteni. Ennek részletei – értelemszerűen - csaknem megegyeznek az itt ismertetett távközlő-rendszer kiválasztási szempontokkal.

Már meglévő számlázási rendszer ismeretében azt írjuk elő, hogy az új távközlő-rendszer megfelelő interfésszel rendelkezék a tarifa és számlázási alrendszerek felé.

7.9.2.4. Berendezések konstrukciós követelményei

Felépítés

A rendszerelemek szerkezeti felépítése vegye figyelembe a beépíthetőség szempontjait. A beépíthetőség távközlési technológiai épületekbe elsősorban gazdasági és üzembiztonsági szempontok alapján bírálható el. A beépíthetőség fontos jellemzője a szerelhetőség. Az üzemeltethetőséget, fenntarthatóságot támogatja a moduláris felépítés, az alkatrészek könnyű cserélhetősége, az elemek elrendezése, megközelíthetősége, stabilitása, felboríthatóság elleni védelme. A kábelek elhelyezési lehetőségét a távközlési épületekben és az előfizetőnél is elő kell írni. Fontos szempont a hűtőblokk felépítése, és illeszkedése az épület

klimatizáláshoz. Az előfizetőnél elhelyezett hálózatelemeknek a fentiekén túl fokozott biztonsági és esztétikai követelményeket is teljesíteniük kell.

A távközlési épület beruházás igényét csökkenthetjük a berendezések kis méretével, a megfelelő alakjával (szélesség mélység magasság arányok), a kis súly- és padlóterheléssel. Ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy a kisebb méretű berendezésben a térfogategységre eső fajlagos disszipált hő nagyobb lehet, ami fokozott hűtési igénnyel járhat.

Az előfizetőnél elhelyezett hálózatvégsődtető (termination) berendezések is legyenek lehetőleg minél kisebb méretűek és védettek a környezeti behatások ellen.

A távközlési épületekben a berendezések jól védettek. A közterületen, szabadterben és az előfizető közelében elhelyezett berendezések burkolatával szemben viszont szigorú védelmi követelményeket kell érvényesíteni: ütés, csepegő víz, por, rovarok és illetéktelen behatolás, feltörés, illetéktelen vonalhasználat ellen nyújtson védelmet.

Környezetállóság

A rendszerelemnek előírászerűen kell működnie az elhelyezési helyszínen. A kiválasztás szempontja, hogy a berendezések tűrjék az üzemi környezeti feltételeket épületen belüli klimatizált vagy nem klimatizált térben, szabadtéri és földalatti, stabil vagy mobil elhelyezés esetén is. Elő kell írni a berendezések környezetállóságát szállítás, tárolás közben is. A környezetállóságot szabványokra hivatkozva lehet a legegyszerűbben előírni. Az európai klíma viszonyokra környezetállósági követelmény választékot állított össze az ETSI 300 019 szabvány sorozat, mely a közismert IEC 723 szabvány sorozat választékát szűkíti. A szabványok a környezeti hő és légállapot (napsütés, működés hőcsapdában stb.), mechanikai-, légköri-, biológiai behatások, vegyi hatások (talajvíz és gázok és szennyezők stb.) követelményeire adnak ajánlást.

Környezetvédelmi szempontok

Ma már nagyon erős a társadalmi elvárás annak érdekében, hogy a távközlő-rendszer szabadban elhelyezett berendezései tájba illeszkedők legyenek. A berendezéseket lehetőleg nemlátható helyre kell telepíteni, de ha ez nem lehetséges, pl. rádiós berendezéseknél, akkor álcázott burkolatú berendezést kell

választani. Fontos kiválasztási szempont az, hogy a telepítés és az üzemeltetés során csekély legyen a szennyező hulladék mennyiség. A rendszer elemek nem tartalmazhatnak radioaktív anyagot (pl. ionizátorban sem), a szerelési hulladék nem lehet mérgező, de a nagyfrekvenciás jelkibocsátás (sugár veszély) is fontos környezetvédelmi szempont lehet.

EMC

Az elektromágneses összeférhetőséget szabványok és jogszabályok írják elő. Hazánkban a Gazdasági miniszter rendeletében felsorolt zavar-kibocsátási szabványokat kell teljesítenie a berendezéseknek. A rendszerelemeknek a zavar érzékenységét is elő kell írni a szabványokkal összhangban, mégpedig az elhelyezési környezet kívánalmai szerint. Az elektromágneses zavarok a távközlési és az energiaellátó interfészeken is behatolnak, illetve azokon át kijuthatnak, ezért EMC előírásokat minden ilyen interfészre érvényesíteni kell. A kiválasztás fő szempontjai: zavarérzékenység (sugárzott, vezetett / kis-, nagyfrekvenciás), zavarkibocsátás (sugárzott, vezetett / kis-, nagyfrekvenciás, modulált), kisülések elleni védelem, gyors tranziensek (burst) és lökések (surge) elleni védelem.

Energiafogyasztás, -ellátás

Az energia egyre drágul, és az informatikai rendszerek napi használati ideje nő az on-line szolgáltatások terjedése miatt. Ezért egyre fontosabb kiválasztási szempont a kis energiafogyasztás. A rendszerelem energia igénye illeszkedjék a hálózat meglévő energiaellátó lehetőségeihez a távközlési épületekben, központokban, a hozzáférési szakaszon (egyenáramú ellátás, távtáplálás) és az előfizetői telephelyén (kisfeszültségű váltóáramú ellátás). Az energia ellátó interfész követelményeit a meglévő energiaellátó rendszer ismeretében írjuk elő. Ezek:

Tápfeszültség értékek, működés normál és szabványon kívüli feszültségtartományokban, feszültség-szabályozás, energia felvétel. Ezen túl elő kell írni az említett EMC zavar elleni védelmet (zaj kibocsátás, zaj elleni védelem), továbbá a tranzienst zavarok elleni védelemet (pl. villámvédelem), távdiagnosztizálhatóságot, érintésvédelemet.

Itt különösen figyelni kell az előfizetőnél elhelyezett rendszerelemek (NTU, végberendezés) szünetmentes energia ellátására. A végberendezések lehetnek

távtáplálásúak a szolgáltató hálózatról, vagy helyi táplálásúak. Az utóbbi esetben az előfizetői igények és a törvényes előírások alapján kell a szükséges szünetmentes energia ellátást megkövetelni. Figyelemmel kell lenni arra, hogy az energia költség az előfizetőt vagy a szolgáltatót terheli-e.

Földelés

Távközlési épületben telepített berendezéseknek az érvényes nemzeti földelési szabvány követelményeit kell teljesíteni. Az előfizető telephelyén, régi építésű lakóházakban gyakoriak az elavult földelési megoldások és többféle földelési rendszer üzemel az ország különböző tájain. Ezért célszerű megkövetelni, hogy az előfizető telephelyén működő berendezéseknek több földelési rendszerhez illeszkedő változata legyen, ne kelljen a szolgáltatónak a rendszer létesítésekor az előfizetői épület földelését átépítenie.

Hűtés

A berendezés által disszipált energia olyan hőmérsékletemelkedést okozhat, mely az előírt működést veszélyezteti. Ezért a használhatóságot befolyásoló fontos szempont a megbízható hűtőrendszer kialakítása. A hűtés jelentős energiát fogyaszt, ezért figyelni kell a hűtési rendszer gazdaságosságára is. Ha ismertek az elhelyezési körülmények, meg kell követelni, hogy a berendezés hűtő rendszere illeszkedjék az épület hűtő rendszeréhez.

Biztonsági szempontok

A távközlő központ épületekben és építményekben de különösen az előfizető telephelyén, lakásában elhelyezett rendszerelemeknek a biztonsági - élet, egészség, vagyoni kár elleni védelmet szolgáló - jellemzőit általában kötelezően betartandó szabványok írják elő. Ezek:

- Villamos biztonsági szempontok, pl.: Érintésvédelem
- Burkolatok felületi hőmérséklete
- Burkolat alakja: mechanikusan sérülést ne okozzon
- A tűzvédelemmel kapcsolatos előírások:
 - berendezés tűzállósága, és
 - tűzveszélyessége (=tűz okozó képessége)

- nagyméretű berendezés elemei között tűzhatárolás megléte

A sugárzott energia veszélyessége és a sugárzás leárnyékolása. Követelmény az, hogy lézer ne juthasson a szembe, de árnyékolni kell a nagyfrekvenciás kisugárzás ellen is.

Szállítási, csomagolási követelmények

A rendszergyártótól követeljük meg, hogy berendezésének mérete, súlya, kialakítása tegye minél könnyebbé a berendezés helyszínre szállítását, helyére emelését telepítéskor. A „szállítás állóság”-ot mint a szállítástűrő képességet a környezetállósági szempontok között említettük. Csomagolástól elvárjuk, hogy a csomagolóanyag ne legyen környezetszennyező, és megfelelően védje a berendezést, alkatrészt stb. a környezeti hatásoktól. Érzékeny tartalék egységek pótalkatrészek csomagolása elektromágneses zavarok ellen is védje a terméket. A csomagolásnak tartalmazni kell az azonosító címkéket.

7.9.3. Egyéb szempontok

Üzemeltetés, karbantartás támogatása

A rendszer üzemeltetését akár a tulajdonos, akár a szállító, vagy más partner végezheti. Ezt a munkát a szállító szaktanácsadással, tartalék anyag-, eszköz-, berendezés szállítással, javító műhellyel, raktárakkal, távfelügyelettel, rendszertámogató központ üzemeltetésével segítheti. A műszakilag megfelelő rendszerek közül azt célszerű választani, melynek szállítója a legelőnyösebb kiszolgálást kínálja, lehetőleg a szállított rendszer egész működőképes élettartama során. A megkívánt működőképes élettartamot a vásárló meghatározhatja, a szállítóval szerződésben rögzítheti.

Oktatási, képzési követelmények

A távközlési, informatikai rendszerek működése egyre bonyolultabb. A kiválasztás során ügyelni kell, hogy a szállító kiképezze az üzemeltetésben dolgozókat, sőt megfelelő ismertetőket, leírásokat szállítson az előfizetők számára is. Itt kell megemlíteni a rendszerelemek megfelelő dokumentációjának megkövetelését is.

A gyártó, szállító minősége

A törvény szerint a vásárló felelős az általa beszerzett rendszer minőségéért. Ez a felelősség nem hárítható át a gyártóra, szállítóra. A távközlő-rendszerek tehát olyan minőségű gépekből, szoftverekből és más rendszerelemekből épülnek, melyek minőségéért a távközlési szolgáltató (vásárló, hálózattulajdonos) felel. A vásárolt áruk minőségét a beszállítói minőségügyi rendszerek működtetése biztosítja, ami a gyártó minősítését is magában foglalja. Ennek ismertetése nem tárgya könyvünknek, további tanulmányozására az ISO 9000 szabványsorozat és a bőséges szakirodalom ajánlható. (Pl.: D)

7.9.4. A rendszerválasztás kockázatai

Az alábbiakban nem törekedhetünk teljességre, csak néhány jelentős kockázati tényezőre hívjuk fel a figyelmet. A kockázatok csökkentése céljából, a vásárló átfogó kockázatelemzés után a rendszerválasztás irányelveire útmutatót, vagy szabályokat alakíthat ki.

Ha a tervezőnek nem kiforrottak az elképzelései, mert nagyon innovatív rendszert keres, amire az adott időpontban nincs szabványos megoldás, akkor a választás kockázata nő. Előfordulhat, hogy a jövőben a műszaki fejlődés más irányba fordul, és a kiválasztott rendszer nagyon hamar elavul. A szabványon kívüli rendszerek üzemeltetése, továbbfejlesztése, kiegészítése is mindig költségesebb, mint az elterjedt szabványokon alapuló rendszereké.

A rendszerválasztás egyben legtöbbször a szállító, gyártó kiválasztását is jelenti és a vásárlónak viszonylag hosszú távú elkötelezettségét eredményezi a gyártóhoz és rendszereihez. Ezért nagy gazdasági kockázatot jelent a szállító partner megfelelő megválasztása. A választott rendszer üzemeltetése, fenntartása, javítása nagymértékben függ a tartalék és pótalkatrész ellátástól, a szállító vevőszolgálatától. Hasonlóan gondolni kell a rendszer műszaki továbbfejlesztésének később felmerülő szükségére. Nem megfelelő szállító választásakor tetemes többlet költséget okozhat a gyártó műszaki lemaradása, vagy megszűnése, a más céggel történő utólagos ráfejlesztés. A rendszerválasztás szempontja tehát az is, hogy a gyártó jól kvalifikált, tőkeerős cég-e vagy sem.

A nem megfelelő követelmény-megadás jelentős vásárló oldali kockázatot hordoz. A követelmények nem megfelelősége többféle lehet. Nem adunk elegendő követelményt, vagy a szükségesnél több paramétert írunk elő; nem elég szigorú-, esetleg túlzottan szigorú követelményt érvényesítünk a rendszer kiválasztásakor. Különösen a rendszer szoftver elemeinek megfelelő előírása / kiválasztása fontos, mert a korszerű rendszerek működési hibáinak egyre nagyobb hányada ered a szoftver hibákból. Az alul specifikált rendszer vásárlásakor előfordulhat, hogy nem veszünk meg később fontosnak minősülő funkciókat, vagy éppen fordítva, lehetséges, hogy felesleges rendszertudást is vásárolunk, ami ár és költségtöbbletet okoz, de hasznosítani nem tudjuk. A specifikációs kockázatot értékelemzéssel lehet csökkenteni.

Ha a beszerzési árak túlzott súlyt adunk a kiválasztás szempontjai között, előfordulhat, hogy olcsó, de műszakilag nem a legmegfelelőbb rendszert választjuk, ami funkcióját nem tölti be, és/vagy nem jól illeszkedik más, meglévő rendszerekhez.

7.9.5. A versenyeztetés

A közcélú távközlő-rendszerek elemeinek kiválasztására és a hálózatok létesítésére a törvény versenyeztetési eljárást ír elő. Adott szolgáltatás infrastruktúráját műszaki és gazdasági szempontok mérlegelése alapján kell megválasztani. Az ajánlatkérés során a vásárló gazdasági és a fentebb ismertetett műszaki igényeit fogalmazza meg.

Az ajánlatok kiértékelése

A közbeszerzési törvény kellő rugalmasságot enged meg a hálózat létesítőnek, aki nem kizárólag a rendszer ára alapján választhat. A törvény nem kötelezi az ajánlatkérőt arra, hogy a meglévő rendszereihez nem illeszkedő, vagy elavult rendszereket vásároljon, akkor sem, ha ezek ára a legkedvezőbb. Az ilyen, műszakilag alkalmatlan rendszerek kiválasztásának elkerülésére különféle értékelési módszerek léteznek. Az egy ismert eljárás során két ajánlati fordulót rendeznek. Az elsőben a vásárlók a rendszerrel kapcsolatos műszaki-gazdasági igényeiket fogalmazzák meg. A műszakilag alkalmas ajánlatokat kiválasztják és a legmegfelelőbb szállítóktól kérnek árajánlatot. Ezeket újabb fordulóban értékelik.

Az élettartamköltség

A legelterjedtebb eljárás során a műszaki-gazdasági és az árajánlatok kiértékelése egy fordulóban zajlik. Fontos, hogy az ajánlatok értékelésekor helyes súlyozási arányt alakítsuk ki a rendszer ára és műszaki képességei között. A gazdasági szempontok mérlegelésekor nem a rendszer beszerzési árát, hanem az egész működési élettartama során ráfordítandó karbantartási, javítási költségeket és a beszerzési árat együttesen figyelembevevő **élettartamköltséget** célszerű összehasonlítani. Az élettartamköltség ugyan jelentősen függ a szolgáltató (vásárló) szervezettségétől, hatékonyságától, de az nyilvánvaló, hogy ugyanaz a hálózatüzemeltető a különböző rendszerek üzemeltetésekor azonos gazdasági alapon végzi az összehasonlítást. (Belátható, hogy a kisebb karbantartás-igényű rendszer élettartamköltsége is kisebb.)

Irodalomjegyzék

[7.9.1] (Informatikai tankönyv)

[7.9.2] Távközlő Rendszerek megbízhatósága. Szótár, értelmező szótár. Híradástechnikai tudományos egyesület 1974

[7.9.3] Magee, Tripp: Guide to software engineering standards and specifications (Artech House, Boston 1997)

[7.9.4] Ince, D.: ISO 9001 and Software Quality Assurance, McGraw-Hill, 1994

[7.9.5] Távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások (jelen könyv) 7.8. fejezete

8. SZABÁLYOZÁS

A távközlés elmúlt évtizedekben végbement hatalmas fejlődése nemcsak a technológiát, a hálózatokat, a szolgáltatásokat és az alkalmazásokat formálta át, hanem a távközlési szektor szereplőinek struktúráját is. Húsz évvel ezelőtt a monopol helyzetben levő, állami tulajdonú, nemzeti vállalatok voltak jellemzőek, amelyek egyben az igazgatási funkciót is ellátták. Jelenleg a versenykörülmények kibontakozásának, az állami tulajdonosi szerep visszavonulásának, újabb szolgáltatók megjelenésének, transznacionális szolgáltatók és szolgáltatói szövetségek feltűnésének és tulajdonosi összetételük folyamatos átrendeződésének vagyunk tanúi. A többszereplős piac kialakulását a technológiai fejlődés kényszerítette ki. Csak liberalizált versenypiaci körülmények között válhattak a kutatás-fejlesztés eredményei igazán kiaknázhatóvá, jöhetett létre és fokozódhat tovább a szolgáltatások és alkalmazások sokszínűsége, a magán tőke bevonása és mindezek révén a távközlés használóinak jobb kiszolgálása.

Ugyanakkor a versenynek, különösen, ha az még kialakulatlan, korlátai is vannak. A piaci mechanizmusok nem tudják megfelelően kezelni a felhasználók, általánosabban a közérdek egyes elvárásait. A legfontosabb és legjellemzőbb elvárások az alábbiak:

- a versenytől várt előnyök valóban jelenjenek meg, azaz színre tudjanak lépni újabb szereplők, a domináns helyzetben levők ne éljenek vissza erőfölényükkel, az árak úgy alakuljanak, mintha tökéletes verseny lenne;
- az alapvetőnek tekintett távközlési szolgáltatások köre bárki számára elfogadható áron elérhető legyen (egyetemes szolgáltatások);
- az elkülönült távközlő hálózatok összekapcsoltak, a szolgáltatások együttműködőek legyenek, teljesüljenek a szolgáltatásokra és alkalmazásokra vonatkozó minőségi és biztonsági elvárások;
- a távközlés korlátos erőforrásait, mint a vezeték nélküli kapcsolatokhoz szükséges frekvenciát, vagy a hálózaton való irányítást lehetővé tevő címzést, stb. koordináltan és hatékonyan használjuk fel.

Távközlésben a verseny által biztosított gazdasági hatékonyság szükségszerűen kiegészül a közérdek szempontjainak érvényesítésével, amelynek legjobb módszereit szakértői közösségek, nemzetközi szervezetek egyaránt kutatják [8.0.1], [8.0.2], [8.0.3], [8.0.4]. Az állam feladata a gazdasági érdek és a közérdek közötti egyensúly kialakítása, általános és távközlés-specifikus törvények útján. A

törvények, rendeletek végső soron a társadalompolitikai szándékokat tükrözik, a szabályozás él a jogi keretek közötti szakmai mozgás lehetőségével. Egy ország távközlési piacának és szolgáltatásainak fejlődésére távközlést érintő törvényei és szabályozásai meghatározó befolyással rendelkeznek.

A távközlési versenypiac jogi megteremtése, a liberalizáció együttjár a szolgáltatóktól független, szakmai alapokon nyugvó szabályozó hatóságok létrehozásával, amelyek feladata a piacralépés elősegítése, a verseny „sportszerűségének” biztosítása, a közérdek szempontjainak érvényesítése és a felhasználó-barát fejlődés előmozdítása. Az első ilyen szervezetek több mint fél évszázaddal ezelőtt létesültek (pl. a Federal Communications Commission, FCC az Amerikai Egyesült Államokban), jelenleg már több mint 100 nemzeti szabályozó hatóság működik. Az európai közösség tagországainak hatóságai közös irányelvek keretei között végzik tevékenységüket, pl.: [8.0.5],[8.0.6],[8.0.7],[8.0.8],[8.0.9]. Ezekkel az irányelvekkel konform hazai törvényi szabályozásunk is [8.0.10].

A fejlődés ma már a távközlési, informatikai és média szektorok mind teljesebb összefonódásához, egy technológiájában egységes, új szinergikus megoldásokat eredményező, szervezeteiben is integrálódó szektor kialakulásához vezet, amely szektor az információs társadalom pillérét képezi és kiköveteli az összeolvadó szektorok szabályozásának konvergenciáját [8.0.7], [8.0.8], [8.0.9]. A szabályozás új formái is kialakulnak, mint a piaci szereplők önszabályozása és a szabályozóval való közös-szabályozás.

A fejezet először a távközlésszabályozás három történeti modelljét (a természetes monopólium időszaka, a versenykörnyezet kialakítása, a konvergencia kibontakoztatásának időszaka) vázolja fel és levezeti a szabályozás területeit és formáit. Ezt követően a piacsabályozás egyes kérdéseibe nyújt betekintést, ahol a szabályozás elsődlegesen a piac szereplőinek viselkedését kívánja befolyásolni. Ide tartozik a piacra lépés és piacelhagyás szabályozásának ügye, a jelentős piac erővel való visszaélés lehetőségének korlátozása, egyes árak képzésének szabályozása, az egyetemes szolgáltatásnyújtás kérdésköre.

A könyv jellegének megfelelően mélyebben foglalkozik a rendszerszabályozási kérdésekkel. A műszaki szabályozás a hálózatok integritását, a szolgáltatások együttműködését kívánja biztosítani. Részletesebben kitérünk a hálózatok összekapcsolását, hálózatokhoz való hozzáférést és hálózatok

átengedését elősegítő szabályozási kérdésekre. A szűkös erőforrásokkal való gazdálkodás körében az azonosítók (számok, nevek, címek) és a frekvenciaspektrum felosztásának, kiosztásának és használatának alapszabályait mutatjuk be. Végezetül az infokommunikációs alkalmazások biztonságsszabályozásába pillantunk be az elektronikus aláírás bemutatásával.

Dr. Sallai Gyula, fejezet szerkesztő

Irodalomjegyzék

- [8.0.1] *Melody, William H.* (szerk.): Telecom Reform. Principles, Policies and Regulatory Practices. p.557. Technical University of Denmark , Lyngby, 1997.
- [8.0.2] *Intven, Hank* (szerk.): Telecommunications Regulation Handbook. The World Bank (InfoDev Program) és McCarthy Tétrault, Washington DC, November 2000.
- [8.0.3] *World Trade Organization*: Reference Paper on Regulatory Principles, attached to the General Agreement on Trade in Services, Geneva 1997
- [8.0.4] *International Telecommunication Union*: Trends in Telecommunication Reform 1999: Convergence and Regulation. Geneva, 1999.
- [8.0.5] *European Parliament and the Council*: Directive on Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment and the Mutual Recognition of their Conformity. 1999/5/EC, Brussels, March 1999
- [8.0.6] *European Commission*: Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council on a Regulatory Framework for Radio Spectrum Policy in the European Community (2000) 407, Brussels, 2000
- [8.0.7] *European Commission*: Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and its Implications for Regulation. Towards an Information Society Approach. COM(97)623. Brussels, 3 December 1997
- [8.0.8] *European Parliament and the Council*: Directive on a Community Framework for Electronic Signatures. COM(1999)93. Brussels, 17 January 2000.
- [8.0.9] *European Commission*: Proposal for a Common Regulatory Framework for Electronic Communications Networks and Services. COM (2001) 380. Brussels, 4th July 2001
- [8.0.10] *Magyar Parlament*: 2001. évi XL. törvény a Hírközlésről. Elfogadva: 2001. június 12. Általános hatálybalépés: 2001. december 23.

8.1. A szabályozás modelljei

Szerző: dr. Schmideg Iván

Lektor: dr. Sallai Gyula

A távközlés szabályozásán a távközlés piaci folyamatainak történő befolyásolását értjük a kormányzat számára fontosnak tartott célok elérése érdekében jogi, közgazdasági eszközökkel. A kormányzati célokat meghatározza az illető ország gazdasági, szociális, kulturális, geopolitikai helyzete, fejlettsége és a távlati politikai célkitűzések. A leggyakoribb szabályozási célok:

- alapvető távközlési szolgáltatásokhoz való hozzáférés elősegítése egyéb híján közösen használt eszközök (pl. nyilvános telefon, teleház, stb.) segítségével, vagy az egyetemes szolgáltatás bevezetésével, azaz hozzáférés biztosításával legalább minden háztartás számára, elérhető áron
- versenypiac kialakulásának elősegítése, amely által növekszik a távközlési szolgáltatások hatékonysága és választéka, javul a minősége, csökkennek árai,
- hiányzó, vagy tökéletlen versenypiac esetén a piaci erővel való visszaélés, megakadályozása,
- a távközlési hálózat fejlesztése érdekében beruházást serkentő környezet kialakítása,
- a távközlési piac iránti bizalom elmélyítése átlátható szabályozási és engedélyezési folyamatokkal,
- a fogyasztó jogainak védelme,
- hatékony összekapcsolási rendszer kialakítása, annak érdekében, hogy a távközlés felhasználói számára minél szélesebbkörű hozzáférést biztosítson,
- a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrások (frekvencia, szám, út) felhasználásának optimalizálása.

A távközlést az egyes országok jogrendjüktől, gazdasági fejlettségüktől, kultúrájuktól függően általában különböző módon szabályozzák. Az eltérő távközlés-szabályozási megoldások változásának, fejlődésének legfontosabb törvényszerűségeit célszerű az egyedi megoldások közös jellemzői alapján felállított szabályozási modellek alapján vizsgálni. A szabályozás három történeti modelljét különböztethetjük meg:

- a természetes monopólium időszak

- a versenykörnyezet kialakításának időszaka,
- a tartalom és a továbbítás konvergenciája, és a hálózat alapú információs társadalom megvalósulásának időszaka.

8.1.1. A természetes monopólium időszaka

Az Egyesült Államokban hozzávetőleg a 60-as évek végéig, az Európai Unió országaiban a 80-as évek végéig jellemző volt a távközlési (akkor még döntő mértékben telefon) szolgáltatók monopol helyzete. A szolgáltatók tulajdonosait és ennek következményeként a szabályozás megoldását tekintve két jellemző modellt vizsgálhatunk: az amerikai és az európai változatot. Az amerikai modellben az országos távközlési szolgáltató (AT&T) államilag támogatott és ugyanakkor államilag szabályozott monopóliumként működött, mellette még kis helyi távbeszélő szolgáltatók működtek. Az európai modellben az általában postával közös vezetésű távközlési szolgáltatók (a PTT-k), állami tulajdonú – egyedüli nemzeti - vállalként működtek, a szabályozási célokat az állam tulajdonosként igyekezett érvényre juttatni.

A monopol szabályozási struktúrát hosszabb ideig mind közgazdasági, mind szociális szempontból megfelelő megoldásnak tartották. E szabályozási modell fenntartásának közgazdasági indokait abban látták, hogy a távközlést természetes monopóliumnak tekintették és feltételezték, hogy kihasználva a méretgazdaságosságból származó előnyöket hatékonysága maximális és, elkerüli az átviteli infrastruktúra megkettőzését, esetleg megtöbbszörözését.

A kormányzatok szociális elvárásainak, az egyetemes hozzáférés biztosításának úgy tett eleget a monopol távközlési szolgáltató, hogy *ellátási kötelezettséget* vállalt. Hangsúlyozni kell a különbséget, hogy ez nem jelentette *egyetemes szolgáltatási kötelezettség* vállalását, azaz bárki számára meghatározott szolgáltatásokhoz való hozzáférés megengedhető áron való biztosítását. Az ellátási kötelezettség teljesítésekor az egyetemes szolgáltatás “megengedhető árának” alkalmazása helyett a lakossági előfizetők számára kedvezőbb árakat keresztfinanszírozással (a nemzetközi és helyközi díjak jóval költség fölötti, és a helyi beszélgetési és előfizetési díjak költség alatti árazásával) tették lehetővé.

Az amerikai modellben a monopólium a szükséges tőke bevonását is elvégzi, így a távközlés fejlesztését nem a kormánynak kellett megoldania az adófizetők

pénzéből, amit a modell előnyének tekintenek. Ugyanakkor az Egyesült Államokban a közszolgáltatások (gáz, villany, víz) állami szabályozásának, az állam politikai célkitűzéseinek szabályozással történő megvalósítása már nagyon régi hagyományokkal rendelkezik, és már a 19. század végén megkezdődött a magánkézben lévő távközlési szolgáltatók állami szabályozása is, elsősorban együttműködésük és az ország védelmi képességének biztosítása érdekében.

A mélyebb gazdasági vizsgálatok azonban a monopóliumon alapuló távközlés szabályozási modellek számos nehézségét is feltárták. Az alapvető gondot a "szabályozói fogság" ("regulatory capture" [8.1.1]) jelentette, amelyen azt értik, hogy sem a szabályozó nem volt képes optimális döntéseket hozni az államilag támogatott monopóliummal szemben, sem az állami távközlési szolgáltató nem hozhatott gazdaságilag optimális döntéseket a folyamatos politikai befolyásolás ellenében.

8.1.2. A versenykörnyezet kialakítása

Az USA modell

Az Egyesült Államokban több oldalról is komoly kihívások érték a monopol modellt. Új szolgáltatási lehetőségként jelentkezett a távadat-feldolgozás, amelynek bevezetését az iparágban természetesen kialakult – a szolgáltató AT&T és a berendezésgyártó Western Electricből létrejött – vertikális monopólium akadályozta. Ez a nagy felhasználók (bank, szállítás stb.) érdekeit sértette, akik felismerték, hogy a monopol struktúra új szolgáltatásoktól fosztja meg őket, és költségmegtakarításukat akadályozza. A távközlési berendezéseket érintő jelentős innovációk: (a vezeték nélküli átviteli új technológiái, a műholdas technológiák, a kapcsoló- és a végberendezéseket érintő új technológiák) bevezetését is gátolta a monopol helyzetben lévő szolgáltató, az AT&T. Az amerikai távközlés-politika nem a szektor alapvető átalakítását tűzte ki célul, hanem a távközlési monopólium fokozatos felszámolását kívánta elérni. Az amerikai távközlési szabályozó, az FCC (Federal Communications Commission) a piaci szereplők nyomására, amely a monopol korlátozások megszüntetésére irányult, a 60-as évek vége és a 70-es évek közepe között egyre több piaci résztvevő számára engedélyezte távközlési berendezések szállítását, illetve alternatív szolgáltató számára szolgáltatások (speciális távolsági szolgáltatások, műholdas és adatátviteli szolgáltatások) nyújtását.

Az amerikai távközlés-politika tehát fokozatosan tolódott el a monopólium feltétel nélküli védelmétől a monopólium jogosultságának felülvizsgálatáig. A végeredmény 1984-ben az AT&T bírói döntéssel történő szétdarabolása volt az amerikai trösztellenes törvény alapján; a per folyamán az AT&T nem tudta bebizonyítani, hogy a monopol korlátozások akár az ágazat, akár a fogyasztók érdekét szolgálnák. (Nem meglepő, hogy a szétdarabolás élharcosai között volt található a Motorola és a Hughes, akik alapvetően érdekeltek voltak az új távközlési eszközök, ezen belül elsősorban a műholdas hírközlés eszközeinek akadályoztatás-mentes piacra jutásában).

Jelen tapasztalataink alapján kézenfekvő az a felismerés, hogy az Egyesült Államokban a régi, a monopolhelyzetű szolgáltatói struktúra erózióját az a folyamat indította el, melyet ma konvergencia néven illetünk.

Az USA-ban az 1996-os távközlési törvény, mely a piacot teljesen liberalizálta, az FCC vonatkozó döntéseinek hatályba lépésével a szektor minden szereplőjére kihatott. A legjelentősebb intézkedései: széles körű összekapcsolási kötelezettséget írt elő, felhatalmazást adott a távközlési szolgáltatások viszonteladására, szolgáltatásonkénti külön (unbundled) árazásával. A már piacon lévő helyi távközlési szolgáltatók és az AT&T szétvágása után törvényi erővel létrehozott Bell regionális üzemeltetők (RBOC = regional Bell operating company) számára ismét lehetővé tették a megtiltott távolsági szolgáltatások nyújtását, amennyiben egy sor előírt követelménynek megfelelnek. Ezek között szerepel az összekapcsolási kötelezettség, valamennyi szolgáltatásuk viszonteladásának lehetővé tétele, diszkriminációmentes és szolgáltatásonkénti külön árazott hozzáférés biztosítása a helyi hurokhoz, átvitelhez, kapcsolási funkciókhoz, a számukra biztosított útjoghoz, valamint az adatbázishoz és jelzésrendszerhez természetesen térítés ellenében.

Az európai modell

Az európai modell szerint működő országokban (az észak-európai országok kivételével) gondot okozott, hogy a PTT-k alacsony hatékonysággal működtek. Jellemzően vagy az államkassza befizetői voltak, vagy a postai bevétel hiányát a távközlési bevételekből finanszírozták, gyakori volt, hogy a PTT-k menedzsmentjét nem szakmai alkalmasság alapján, hanem politikai megfontolások alapján választották. Szolgáltatást nyújtottak a közösség számára, de nem egyetemes szol-

gáztatást. Elkerülhetetlen feladattá vált az átpolitizált, bürokratikus PTT adminisztrációnak hatékony kereskedelmi szervezetté történő alakítása, amelynek új távközlés-politikán valamint új szabályozási elveken és megoldásokon kellett alapulnia.

A távközlési versenykörnyezet kialakítására az első lépést az Európai Unió 1984-ben kezdeményezte, azzal a szándékkal, hogy a távközlési szektort egy elhatározott fejlődési pályára állítsa, melynek legfontosabb elemei: közös szabványok létrehozása; közös európai szintű kutatások az üzemeltetők és az ipar bevonásával; strukturális átalakítási alapokból finanszírozott fejlesztési programok beindítása a legelmaradottabb régiók távközlési infrastruktúrájának felzárkóztatására; a nemzetközi távközlési fórumokra egységes, egyeztetett európai állásfoglalások kialakítása.

Az Európai Unió további lépésének az 1987-ben a Bizottság által kiadott Zöld Könyv [8.1.2] tekinthető, melynek kibocsátásával Unió-szintű vitát indítottak el a távközlés szabályalkotásának környezetéről, azzal az alapvető szándékkal, hogy a távközlés szabályozását az európai közös piac igényeihez alakítsák. A vita összegezéséeként 1988-ban kiadott Tanácsi határozat [8.1.3] az Európai Unió távközlés-politikájának sarokpontjait alábbiakban jelölte meg:

- Létre kell hozni a távközlési végberendezések nyílt, az egész Közösségre kiterjedő piacát; a típusjövahagyások kölcsönös elismerésével,
- Fokozatosan létre kell hozni a távközlési szolgáltatások nyílt, közös piacát, segítve az egész Európára kiterjedő, a piaci és a szociális igényeket kielégítő szolgáltatások kialakulását, melynek alapvető elemeként biztosítani kell a Közösség egész területét ellátó távközlő hálózat egységes működését az érintett nyilvános hálózatok összekapcsolásával.
- Az elmaradott régiókat fel kell zárkóztatni, hogy magas szintű távközlő hálózatokkal rendelkezzenek.
- Folytatni kell az erőfeszítéseket a távközlési szektor közös szabványainak kidolgozására, amelyen belül szükséges közös díjszabási elvek meghatározása,
- Ki kell alakítani olyan egységes piacot, amelyben a távközlési igazgatások(!) és további szolgáltatók egyenlő eséllyel versenyezhetnek. Ennek érdekében különösen fontos:
 - az üzemeltetés és szabályozás szétválasztása,
 - a megfelelő – elsősorban verseny – szabályok alkalmazása a távközlési igazgatásokra és más szolgáltatókra,

- áttekinthető fiskális szabályok megalkotása,
- a távközlési szolgáltatások piacának teljes megnyitása;
- Elő kell segíteni az európai együttműködések különösen a kutatás-fejlesztés területén, hogy erős európai jelenlétet lehessen biztosítani a távközlési piacon;
- Megfelelő szociális környezetet kell kialakítani az eljövendő távközlésfejlesztéshez:
 - Biztosítani kell a résztvevők közötti párbeszédet és a szociális konszenzust az élet- és munkakörülmények, az új távközlési technológiák által gerjesztett várható változásai mellett.
 - Lépéseket kell tenni, hogy e változó elvárások mellett dolgozóknak is legyen joguk és képességük személyes adataik védelmére.
- Közös állásfoglalás kell a műholdas hírközlésről, amelyik megfelelő környezetet biztosít ennek az új információ átviteli eszköznek a fejlődéséhez
- Koordinált Közösségi álláspontot kell kialakítani a távközlés nemzetközi kérdéseiről, így pl. az ITU üléseire és a WTO (World Trade Organization) távközlést érintő tárgyalásaira.

Az európai távközlési piac verseny számára történő megnyitását 1990-ben két irányelv tette kötelezővé a tagországok számára, az úgynevezett ONP (Open Network Provision = nyílt hálózatbiztosítás) és a Szolgáltatás Direktíva [8.1.4], [8.1.5]. Ezen irányelvek a tagországoknak előírták a távközlési szervezeteiknek biztosított különleges jogok megszüntetését, a különleges jogokkal rendelkező szolgáltatók számára hálózataik kereskedelmi alapon való hozzáférhetővé tételét. Az Unió országai számára a szabályozás alapjául a nyílt hálózatbiztosítás elvét fogadták el. Ennek célja, hogy a közösen használható távközlési infrastruktúra azonos feltételek mellett álljon rendelkezésre mindazoknak, akik annak felhasználásával szolgáltatni szándékoznak, ezáltal verseny valósuljon meg anélkül, hogy minden piacra lépőnek a költséges infrastruktúrát ismételt ki kelljen építenie. Lerögzítették azt is, hogy a tarifáknak átláthatóknak kell lenniük azoknál a szolgáltatásoknál, amelyeket kizárólagos jogok alapján nyújtanak. Másfelől előírták 1990 végéig az érték-növelt, és 1993. január 1.-ig az adatátviteli szolgáltatások teljes liberalizálását. A telefon szolgáltatást azért nem nyitották meg a verseny előtt, mert a távközlési vállalatok árstruktúrája egyáltalán nem tükrözte a költségeket és így várható volt, hogy a versenyző szolgáltatók az igen jövedelmező nemzetközi telefon szolgáltatást célozták volna meg és jelentős piaci részesedést szerezhettek volna csupán a torz árstruktúra miatt. Ugyanakkor szorgalmazták a tarifa kiegyenlítést.

Az Európai Bizottság 1993-ban kiadott Fehér Könyve a "Növekedésről, Versenyképességről és Foglalkoztatottságról" [8.1.6] a távközlés-politikát állította az Unió általános politikájának középpontjába. Ezt követően az Európai Unió döntéshozói a felgyülemlett szociális és gazdasági gondok megoldására – az Egyesült Államok és Japán példáját követve – 1994-ben új stratégiát fogadtak el, melynek lényeges eleme az információs társadalom kiépítése, melytől az európai versenyképesség javítását, a gazdasági növekedés felgyorsítását, a tagállamok közötti gazdasági és társadalmi kohézió növekedését, a közszolgáltatások költségeinek csökkentését ugyanakkor színvonalának emelését és ettől is az állampolgárok javuló életminőségét várták. Az információs társadalomhoz vezető utat az Európa Tanács 1994-es Korfu-i ülésén támogatóan elfogadott "Bangemann jelentés" [8.1.7] vázolta fel. Leszögezi, hogy "Európának szakítania kell az információs forradalom beköszöntése előtti időkre érvényes alapelveken nyugvó politikával. Az új piacok keletkezésének kulcskérdése a teljes versenyt megengedő új szabályozási környezet". A szabályozástól meg kell követelni a versenykörnyezet kialakítását és annak védelmét, kiszámíthatóságát, ezáltal elősegítve a stratégiai tervezhetőséget és a beruházási kedvet. Kiemelt feltételként fogalmazza meg a távközlési üzemeltetők mentesítését a politikai befolyásolás alól.

Az Európai Unió információs politikáját meghatározó, a távközlés teljes liberalizálását és az ehhez elengedhetetlen szabályozási keretek biztosítását célzó törekvések egyik fontos mérföldköve az Európa Tanács 1993-as határozata [8.1.8], melyek értelmében a távbeszélő szolgáltatást 1998 január 1.-ig a tagállamokban liberalizálni kell. (átmeneti időszakot biztosítva Spanyolország, Írország, Görögország, Portugália és Luxemburg részére).

Az 1994-ben elfogadott, iránymutatónak tekinthető Tanácsi döntés [8.1.9] a távközlési piac liberalizálásához elengedhetetlen szabályozási keretrendszer legfontosabb elemeit az alábbiakban állapítja meg:

- egyetemes szolgáltatás biztosítása és annak finanszírozása
- összekapcsolási szabályok lefektetése
- szolgáltatások engedélyezésének feltételei és eljárásai
- egyenlő esélyekkel történő piacra lépés
- tisztességes verseny.

Meg kell említeni, hogy az amerikai és az európai modellben használt megoldásokhoz közel álló megoldásokat rögzít az 1997-ben aláírt távközlési WTO egyezmény a hivatalos nevén a GATS (General Agreement on Trade in Services) negyedik eljárás szabálya melyben akkor 69 ország, amelyek a világ távközlési forgalmának 90%-át bonyolítják, elkötelezte magát, hogy a távközlési piacot liberalizálja. Ez az egyezmény volt az első sokoldalú kereskedelmi megállapodás, amelyik kötelező érvényű összekapcsolási szabályokat rögzített az alábbiak szerint:

A "jelentős szolgáltató" (Major Supplier, ami olyan szolgáltatót értelmesező, aki akár lényeges infrastruktúrája, akár piaci részesedése következtében domináns pozícióban van) való összekapcsolást biztosítani kell:

- a hálózat bármelyik technikailag megvalósítható pontján,
- késlekedés nélkül,
- nem diszkriminatív és átlátható feltételek mellett (ide értve a minőségi jellemzőket és a díjakat),
- eszközönként és szolgáltatásonként külön árazva (unbundled), hogy szükségtelen összetevők vásárlásának költsége elkerülhető legyen,
- minden szokásostól eltérő összekapcsolási pontban, ha az összekapcsolást kérő megfizeti a költségeit,
- nyílt eljárás alkalmazásával.

A természetes monopólium időszakából a versenykörnyezet kialakításáig való átmenet állandó korrekciókkal, hosszabb idő alatt valósulhat csak meg. Az amerikai modellben a korrekciókat az FCC döntéseinek bíróság előtt való megtámadása és az elmarasztaló bírósági ítéleteket követően az FCC módosító döntése jelenti.

Az Európa-i modellben viszont a szokásos gyakorlat az, hogy a Bizottság tagállamonként felülvizsgálja és közzéteszi, hogy a liberalizálást célzó szabályozási feladatokat, az irányelvek hazai jogrendjükbe illesztését és azok végrehajtását az illető ország hogyan teljesítette. (Report on the Implementation of the Telecommunications Regulatory Package). Eddig hat ilyen vizsgálat készült a következő időpontokban: 1997. május, 1997. október, 1998. február, 1998. november, 1999. július, 2000. május. A felülvizsgálatokat, azok tanulságai alapján általában az addigi szabályozási eszközök (irányelv, döntés, ajánlás, állásfoglalás) módosítása, illetve új jogi eszközök kiadása követte.

A teljes piaci liberalizáció előtt a legmarkánsabb változtatásokat 1997-es irányelv tartalmazza [8.1.11] Az aszimmetrikus szabályozás érdekében itt jelenik meg

először a többletkötelezettségekkel terhelt "jelentős piaci erővel" (SMP = Significant Market Power) rendelkező szolgáltató fogalma, mint aki nagyobb, mint 25% részesedéssel bír egy meghatározott, releváns piacon (Megjegyzés: a nemzeti szabályozó hatóság nem csak ezt az egyetlen jellemzőt veheti figyelembe, amikor a jelentős piaci erőt meghatározza). Ezen szolgáltatók számára előírja - a nemzeti szabályozó hatóság által jóváhagyandó - referencia összekapcsolási ajánlat (RIO = Reference Interconnection Offer) kiadását, kötelezi őket a számviteli szétválasztásra, továbbá eljárást ad az egyetemes szolgáltatási kötelezettséggel járó igazoltan méltánytalan többletterhek megosztására.

Informatív annak áttekintése, hogy melyek azok a szabályozási kulcselemek, amelyek részletes vizsgálatát az Európai Unió Bizottság kiemelten fontosnak tartja. A hatodik jelentésben ezek az alábbiak voltak:

Változások az előző felülvizsgálat óta; a nemzeti szabályozó hatóság és a fellebbezések; engedélyezés; összekapcsolás (RIO); helyi hozzáférés (LLU, WLL, 3.5 GHz, 26 GHz); egyetemes szolgáltatás, fogyasztóvédelem; mobil szolgáltatások (3G: UMTS, TETRA; MVNO); tarifák; költség elszámolás; bérelt vonalak; számozás (szolgáltató választás, számhordozhatóság); újtjog; adatvédelem; Internet.

8.1.3. Szabályozás az információs társadalomra való felkészülés időszakában

Az Európai Unió 1998-as liberalizáción túlmutató távközlés-politikájának megalapozását a Bizottság 1997 végén kiadott "Zöld Könyv a távközlési, média és informatikai ágazatok konvergenciájáról és annak szabályozási kihatásairól" c. vitaindító anyagától számíthatjuk [8.1.10]. Ennek egyik lényeges megállapítása, hogy a technológia fejlődés eredményeként ugyanazt a szolgáltatást különböző átviteli eszközök alkalmazásával lehet nyújtani, a szabályozás pedig hagyományosan az átvitel módja szerint történik (pl. vezetékes telefon, műsorsugárzás, Internet). Ez ahhoz az ellentmondáshoz vezet, hogy ugyanazt a szolgáltatást az átvitel módjától függően szabályozzák, amely anomáliának felszámolását javasolta a vitaanyag. Ezt új, egyszerűsített, mindössze egy általános keretirányelvből [8.1.12] és négy specifikus irányelvből (engedélyezésről [8.1.13] hozzáférés és összekapcsolásról [8.1.14] egyetemes szolgáltatásról és a felhasználók jogairól [8.1.15] és az adatok

védelméről a távközlésben [8.1.16]), valamint az előfizetői hurok átengedésére vonatkozó rendelkezésről [8.1.17] és az európai rádióspektrum politikát tartalmazó dokumentumokból [8.1.18] álló szabályozási keretrendszer kidolgozásával javasolták elérni. Ez egyben lehetőséget ad arra is, hogy a sok módosítás és kiegészítés következtében már eléggé áttekinthetetlené vált irányelv-rendszert korszerűsítsék. A keretrendszert a Bizottság 2001 júliusában elfogadta, 2002. január 1.-i hatálybalépést tervezve. Az új keretrendszer legfontosabb szabályozási irányelvei az alábbiak:

- a távközlési piac “utolsó mérföldjének” liberalizálása a helyi hurok átengedésével, ami olcsóbb és gyorsabb Internet hozzáférést tesz lehetővé,
- rugalmas törvénykezési mechanizmus bevezetése, amelyik képes együtt fejlődni a technológia és piac változásaival, visszaszorítva a szabályozást, ha kialakul a verseny piac,
- a piacra-lépés megkönnyítése, a szabályozás európai szintű erős koordináció és harmonizáció az unió egész területén az egyenlő esélyek megteremtése végett,
- a szabályozás erősödő versenyhez való illesztése, a piaci erő alapján végzett szabályozás hatályát - az Unió verseny-törvényében meghatározott - domináns pozícióban lévő szolgáltatóra korlátozva
- az egyetemes szolgáltatási kötelezettség fenntartása, az Információs Társadalomból való kirekesztés elkerülése érdekében.

Az új irányelv rendszer elkészítésének és politikai támogatottságának alapjául szolgált az “eEurope kezdeményezés”, szolgált, melyet Romano Prodi, a Bizottság elnöke 1999 decemberében hozott nyilvánosságra, és amelyet a Lisszabon-i Európa Tanács-i értekezlet hagyott jóvá 2000 márciusában [8.1.19]. Ez az Internet eufória idején készült anyag a(z USA-val szembeni) lemaradás okaiként a drága távközlést (a verseny hiányát), a “digitális on-line írástudás gyengeségét”, a vállalkozói kultúra hiányát és a közszolgálati szféra elégtelen szerepét jelölte meg. Megoldásként az európai ifjúság számára a digitális korszak kínálta előnyök biztosítását az alábbiakkal kívánta elérni: olcsóbb Internet hozzáférés; az elektronikus kereskedelem bevezetésének felgyorsítása; gyors Internet a kutatók és a diákok számára; intelligens kártya (smart card) a biztonságos elektronikus hozzáférés érdekében; kockázati tőke a hi-tech kis- és középvállalkozások számára; a mozgás és egyéb korlátozottak számára az új elektronikus technikák hozzáférhetővé tétele; on-line egészség védelem; intelligens szállítás; a kormányzati szolgáltatások on-line elérhetősége.

Az Európai Unió sem az információs társadalmi szolgáltatások (amelyeket az igénybevevők egyedi kérése alapján, térítés ellenében, távolra elektronikus eszközök segítségével nyújtanak) [8.1.20], sem annak infrastruktúrájának szabályozása esetében nem foglalkozik a tartalom szabályozásának kérdéseivel.

Irodalomjegyzék

- [8.1.1] Melody W. H. :Policy Objectives and Models of Regulation. in Telecom Reform Principles, Policies and Regulatory Practices ed. W. H. Melody. Technical University Denmark 1997 Lyngby.
- [8.1.2] European Commission: Towards a dynamic European economy: Green Paper on the development of the common market for telecommunications services and equipment, COM(87) 290 final, 30.07.1987
- [8.1.3] Council Resolution on the Development of the Common Market for Telecommunications Services and Equipment up to 1992 (88/C 257/01) 1988 June
- [8.1.4] Council Directive of 28 June 1990 on the establishment of the internal market for telecommunications services through the implementation of open network provision (90/387/EEC; OJ L192/1, 24.07.90)
- [8.1.5] Commission Directive of 28 June 1990 on competition in the markets for telecommunications services (90/388/EEC; OJ L192/10, 24.07.90)
- [8.1.6] White Paper on Growth, Competitiveness, Employment - The challenges and ways forward into the 21st century, COM(93) 700, 05.12.1993
- [8.1.7] Europe and the Global Information Society: Recommendations to the European Council. High-level Group on the Information Society, (Brussels May 26. 1994)
- [8.1.8] Council Resolution of 22 July 1993 on the Review of the Situation in the Telecommunication Sector and the Need for Further Development in that Market, 93/C213/01; OJ C213/1 (6 August 1993)
- [8.1.9] Council Resolution of 22 December 1994 on the principles and timetable for the liberalization of telecommunications infrastructures (94/C 379/03)
- [8.1.10] Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and the Implications for Regulation. COM(97) 623, 3.12.97.
- [8.1.11] Commission Directive 97/33/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 1997 on interconnection in Telecommunications with regard to ensuring universal service and interoperability through application of the principles of Open Network Provision (ONP)
- [8.1.12] Commission Directive of the European Parliament and of the Council on a common regulatory framework for electronic communications networks and services COM (2001) 380. Brussels 4. 7. 2001
- [8.1.13] Commission Directive of the European Parliament and of the Council on the authorisation of electronic communications networks and services COM (2001) 372
- [8.1.14] Commission Directive of the European Parliament and of the Council on access to, and interconnection of, electronic communications networks and associated facilities. COM (2001) 369
- [8.1.15] Commission Directive of the European Parliament and of the Council on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services. COM(2000)392; COM(2001) 503 Amendment
- [8.1.16] Commission Directive of the European Parliament and of the Council on the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector. COM(2000)385
- [8.1.17] Regulation of the European Parliament and of the Council of 5th December 2000 on unbundled access to the local loop. (2000/ 185COD)

[8.1.18] Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council on a regulatory framework for radio spectrum policy in the European Community, COM(2000) 407

[8.1.19] eEurope, An Information Society For All Communication on a Commission Initiative for the Special European Council of Lisbon, 23 and 24 March 2000

[8.1.20] Commission Directive 2000/31/EC of the European Parliament and of the Council on certain legal aspects of information society services, in particular electronic commerce, in the Internal Market.

8.2. A verseny lehetősége a távközlési szektorban

Szerző: Pápai Zoltán

Lektor: Bánhidi Ferenc

8.2.1. A távközlési iparág alapvető gazdasági jellemzői

A távközlés számos tekintetben nem különbözik bármely más iparágtól, de bizonyos vonatkozásokban nagyon is sajátos. Mint minden „hálózatos iparágnak” ennek is alapvető eleme hálózat, amely fizikailag is összeköti a vertikális és horizontális struktúra minden elemét. A távközlési hálózat ráadásul egy olyan kétirányú kommunikációs hálózat, amely minden végpontot összekötheti az összes többivel. A fizikai hálózat jellemzői és a kétirányúság alapvetően meghatározza az iparág gazdasági jellemzőit.

A fogyasztók megszerzése érdekében minden távközlési szolgáltatónak szüksége van egy hálózatra, és a hozzáférésre más hálózatokhoz, melyeken keresztül elérheti a fogyasztókat, s a fogyasztók igénybe vehetik szolgáltatásait. A hálózat egy kiterjedt és nagy értékű eszköz, s aki hálózattal akar rendelkezni, annak tőkét kell befektetnie, mielőtt megkezdje a szolgáltatást. Ez a beruházás ráadásul elsüllyedt költségnek tekinthető, mivel a fizikai eszközök nem igazán használhatók fel más iparágakban más szolgáltatásokra. A jelentős költségek miatt az iparágba való belépés tőke igényes, s a befektetési kockázat magasabb, mint azokban az iparágakban, amelyekben olyan eszközöket használnak, amelyek könnyen konvertálhatók, s alkalmasak más javak előállítására. A befektetők a profitra figyelnek, s a megszerzhető profit motivál a befektetésre. Ha a várható nyereség más iparágakkal összevetve alacsonyabb, akkor a befektetők odébbállnak. Profitszerzési lehetőség nélkül elmarad a beruházás, s ennek következtében elmarad a műszaki fejlődés, s a szolgáltatás romlása is bekövetkezik. A magas fix költségek belépési korlátot jelentenek, ráadásul párhuzamos második hálózat létesítése gyakran nem is kívánatos.

Ha az iparágban versenyt szeretnének, az infrastruktúra természetes monopólium gazdasági jellemzőivel rendelkező elemei esetében a duplikáció helyett

más megoldást kell keresni. Ha a szűk keresztmetszetet jelentő eszközökhöz való hozzáférést a potenciális versenytársak számára is biztosítjuk, az elősegíti a belépést a szolgáltatási lánc azon szegmenseibe, ahol lehetséges a verseny. Az iparági szakértők széles körben osztják azt a nézetet, hogy az elemek átgondolt szétválasztása és a hozzáférés jól megtervezett biztosítása előidézi a verseny áldásos eredményeit: az emberek választási lehetőséget kapnak, az árak csökkenhetnek, a minőség javul. Lehetővé válik a hozzáférés a szétválasztott hálózati elemekhez, továbbra is szükség van a hozzáférés biztosításával mások számára elérhetővé tett eszközök fejlesztésére és megújítására ezért folyamatosan ösztönzi a befektetést.

A hálózatok összekapcsolásának követelménye természetesen nem öncél, hanem a „hálózati externáliák” kiaknázásának racionális eszköze. A hálózati externália abból adódik, hogy a hálózat minden tagja nyer akkor, amikor egy újabb tag csatlakozik a hálózathoz. Ráadásul minél nagyobb egy hálózat, annál több célpont (ember vagy gép) érhető el, s annál nagyobb a hálózat értéke. Társadalmi szempontból tehát kívánatos, hogy a különálló hálózatok összekapcsolódjanak. A szabályozás segíthet az összekapcsolások előmozdításában, mivel egyes esetekben az egyik fél érdekében állhat, mások összekapcsolási igényének elutasítása. Ennek az a magyarázata, hogy a különböző összekapcsolt hálózatok sok tekintetben versenyeznek egymással. Egy nagyobb hálózathoz való csatlakozás általában vonzóbb egy még nem csatlakozott fogyasztó számára. A méret tehát versenyelőny, ami kihasználható még több fogyasztó megszerzésére, s ezáltal a kezdeti előny növelésére (l. még 8.3.2. és 8.5.1. szakaszokat).

8.2.2. A verseny értelmezése

A társadalmi jólét előmozdításán munkálkodónak el kell kerülnie a mindenhatóság illúziójának csapdáját. A gazdasági tevékenység olyan összetett, hogy aligha képzelhető el, hogy a jobb eredményt erünk el közvetlen kontrollal vagy a társadalmi tervezéssel, mint a piaci mechanizmusra támaszkodva. A piac tevékenysége tulajdonképpen egy felfedezési folyamat, s aligha helyettesítő és működtethető bármilyen tervezéssel. Emiatt általában jó ötletnek tűnik, hogy még azokban az iparágakban is megfontoljuk a verseny alkalmazásának lehetőségét, amelyet korábban monopóliumok voltak. E demonopolizációs folyamat

megvalósítását hívjuk liberalizációnak. Ennek az átmenetnek a verseny kezdeményezése és elindítása a célja, a társadalmi jólét előmozdítása érdekében.

A verseny csak egy eszköz, ami igen gyakran, de nem mindig a legjobb eszköze a közérdek előmozdításának. A verseny bizonyos esetekben káros is lehet, mivel kevesebb haszonnal jár, mint amekkora kárt vagy veszteséget okoz. Ilyen eset amikor egy tevékenység természetes monopólium. A működőképesség nem biztosítható erőszakkal vagy a reménybeli szereplők bármilyen ösztönzöttsége nélkül. A szabályozónak a háttérben kell maradnia, s tartózkodnia kell a piaci folyamatba történő minden indokolatlan beavatkozástól. A működőképes verseny jobban fegyelmez bármely szabályozónál. Ezért támogatni kell a versenyt, a belépési korlátok enyhítésével, a piaci hatalom hatásának ellensúlyozásával, biztosítva a hozzáférést a szűk keresztmetszetet jelentő eszközökhöz.

A verseny természetesen teremt győzteseket és veszteseket. A veszteség az ár, amit a szolgáltatások minőségének javulása és a gazdasági hatékonyság növelése érdekében a társadalomnak meg kell fizetni. A verseny ugyanakkor személytelen, a legjobbnak és leghatékonyabbnak osztja a dicsőséget, s nem sajnálja az elhullókat és lemaradókat. A vesztesek „a rendszer költségei”, s ez nem más, mint a társadalom által a hasznok érdekében hozott áldozat.

A verseny megoldja a termeléshez használható erőforrások hatékony elosztását. A kompetitív kimenetel ráadásul egyben jóléti optimum is, ha költségek az output növekedésével nem csökkennek. A dinamikus megközelítés a folyamatra figyel, s a dinamikus hatásokat hangsúlyozza, azaz az innovációt, a minőségjavulást és a technológiai fejlődést. A statikus modell könnyen érthető, s viszonylag könnyen kezelhető, ám a horizontja túl szűk olyan piacok vonatkozásában, amelyek összetettek, s a technológiai fejlődés üteme jelentős és a kereslet igen gyorsan változik. Jelenleg a gyors technológiai fejlődés időszakában a távközlést, s különösen egyes területeit inkább az innováció és a gyors változások jellemzik, eltérően a hagyományos közszolgáltatásoktól. Emiatt a dinamikus megközelítés helyénvalóbbnak tűnik, vagy legalábbis érdemes párhuzamosan alkalmazni a szűkebb horizontú statikus megközelítéssel.

8.2.3. A verseny előfeltételei

A verseny azokban a piaci szegmensekben lehetséges és kívánatos, amelyek nem természetes monopóliumok, és van terület más játékosok számára anélkül, hogy ez a társadalom számára nettó veszteséget jelentene. A távközlési iparág horizontálisan és vertikálisan is kapcsolódó és összekapcsolt részpiacok együttese. E piacok némelyike valóban vagy potenciálisan kompetitív, mint például az adatátviteli piac, a nemzetközi és belföldi távolsági távbeszélő szolgáltatás vagy éppen a mobil telefon szolgáltatás piaca. Vannak olyan piaci szegmensek is, ahol az eszközök duplikációja nem gazdaságos, s az ilyen szolgáltatások esetén nem számíthatunk arra, hogy egy szereplőnél több lesz a piacon. Ma a helyi hurok olyan hálózati elem, amelyet nem érdemes duplikálni, s hasonló a helyzet a kábel televíziós hálózat esetén is. Persze még e szolgáltatások esetén is elképzelhető, hogy alternatív technológiai megoldások alkalmazásával megkerülhetők a szűk keresztmetszetek. A távbeszélő infrastruktúrát ugyan a távbeszélő szolgáltatásokra találták ki és optimalizálták, de már lehet videó jeleket is továbbítani a telefonhálózaton. Ugyanez fordítva is igaz, mivel a videó jelek elosztására kialakított hálózat alkalmassá tehető mind telefon, mind adatátvitelre. Ha az alternatív szolgáltatás ára és/vagy minősége ezt a helyettesítést nem teszi kívánatossá, vagy nem gazdaságos, a helyettesítés csak elvi lehetőség.

Az általános monopólium idején minden szolgáltatást monopolszolgáltatásnak tekintettek. A technológiai fejlődésnek köszönhetően, az összes horizontálisan és vertikálisan összefüggő szolgáltatás monopol természetét sugalló elképzelés szűnni kényszerül. Manapság finomabb megkülönböztetéseket tehetünk a szolgáltatások között a verseny lehetőségei tekintetében. Azon szolgáltatások esetén, amelyeknél a verseny kibontakozásának és fennmaradásának esélye kicsi, szabályozásra lehet szükség azért is, hogy megóvjuk a versenyt a kapcsolódó piacon azoktól a játékosoktól, akik piaci hatalommal rendelkeznek, illetve monopolhelyzetben vannak a nem verseny szegmensben.

A helyi hurok ma a hálózatnak olyan eleme, amely nagyon fontos a fogyasztó eléréséhez, s az esetek döntő többségében nehezen kerülhető meg gazdaságosan. A helyi hurok a „lényeges eszköz” egyik tipikus példája. A „lényeges eszköz” estén a tevékenységnek ez az eleme nem duplikálható, azaz csak egy játékos építheti ki, s

csak tőle lehet megvenni. Mivel a hálózatnak ez az eleme nélkülözhetetlen az egyéb szolgáltatásokhoz, kritikus fontosságú a hozzáférés ehhez az eszközhöz azoknak, akik más szolgáltatásokat akarnak nyújtani a fogyasztóknak. E hozzáférés nélkül képtelenek lennének a szolgáltatásra. A verseny életképessége érdekében elkerülhetetlen, hogy minden fél számára diszkriminációmentes hozzáférést garantáljanak, s kötelezzék a „lényeges eszköz” tulajdonosát arra, hogy versenytársának ugyanolyan feltételekkel biztosítsa a hozzáférést, mint saját maga vagy leányvállalata számára. A szabályozó feladata ebben az esetben persze az is, hogy a fair hozzáférési szabályok előírása a köz érdekében ne tegye tönkre a befektetési ösztönzőket a tulajdonos oldalán. A köz érdekében örökös beavatkozó szabályozó szerepe az is, hogy a verseny hosszú távú életképességét tartsa szem előtt, s ne a rövid távú érdekeket. Nagyon óvatosnak kell lennie, hogy ne keverje ezt a szerepet össze azzal, hogy egyes versenyzőket másokkal szemben támogató, például úgy, hogy a szűk keresztmetszet tulajdonosát azon szolgáltatók támogatására kényszeríti, aki számára szűk keresztmetszetet jelentő eszköz egyébként valóban nélkülözhetetlennek bizonyult. Nem a verseny kibontakozásán kell tehát a szabályozónak minden áron munkálkodni, hanem csak a működőképes verseny előmozdításán.

A lényeges eszközökhöz való hozzáférés problémája tehát rendszerint felmerül a helyi hálózathoz történő hozzáférés esetében. A helyi hálózat igen gyakran az egyetlen olyan csatorna, amin a fogyasztók elérhetők, s nélkülözhetetlen más távközlési szolgáltatások, mint a beszéd kapcsolatok vagy az adatátvitel megvalósításához. A versenyt támogató szabályozói tevékenység egyik legfontosabb eleme a verseny egyes piacokon (mint például a beszéd és adatátvitel) megvalósuló kibontakozása idején az, hogy a lényeges eszközökhöz való hozzáférés kérdése megfelelő kezelést kapjon. A szabályozó feladata, hogy egyensúlyt teremtsen a verseny élénkítésének igénye és az innovációs és befektetési ösztönzők, valamint a lehetséges választékgazdaságosságból származó gazdasági hasznok rendszerszintű megőrzése között. Ha létezik választék, akkor a két vagy több szolgáltatás együttes költsége kisebb, mintha külön nyújtanánk őket.

Mivel a helyi hurok a hálózatnak olyan eleme, amely nagyon fontos a fogyasztók eléréséhez, igen fontos szabályozói feladat, hogy a használat lehetősége ne kizárólag a piacon lévő szolgáltató számára legyen biztosított, hanem az új

belépők számára is. Ez természetesen igaz lehet más szűk keresztmetszetet jelentő hálózati elemek esetén is. A hálózati elemek elkülönítési kötelezettsége – angolul *unbundling* – szerint az inkumbens szolgáltatónak biztosítania kell a hozzáférést hálózatának minden nem duplikálható eleméhez és funkciójához. Egy ilyen követelmény alapos elemzést igényel, mivel abban az esetben, amikor a szétválasztási követelmény elrendelése duplikálható hálózati elemre vonatkozik, vagy célszerű is azt megkettőzni, akkor a szabályozó nem hatékony belépésre ösztönzi az új játékosokat. Ha az új játékosok számára az inkumbens tényleges kárára garáncálunk profitlehetőséget, az a társadalom számára nettó veszteséget eredményez, s a versenyt károssá teszi.

A verseny intenzitását egy szektorban különféle eszközökkel mérhetjük. Mindenekelőtt és legfőképpen az ár-határkötség¹ rés (*price-cost margin*) informál bennünket a verseny erősségéről. Olyan piacokon, amelyeket mérsékelt a technológiai fejlődés és innováció jellemez, sok szereplő tevékenykedik, s a verseny is hatékonyan működik, az árrés a nullához közelít. Ilyen esetben a relatív ár-határkötség rés, azaz a Lerner index (vagyis a $(P-MC)/P$ mutató) jó indikátora lehet a verseny erősségének. A nulla közeli érték erős versenyt jelez, a nagyobb értékek a verseny gyengeségére engednek következtetni. Minél nagyobb az index értéke, annál gyengébb a verseny. Persze a határkötség mérése igen nehéz. Ezért olyan indikátorokra van szükség, amelyek gyakorlatilag is könnyebben előállíthatók, s elég jók ahhoz, hogy a szabályozói elemzés eszközei legyenek és a döntések megalapozására szolgáljanak. Az efféle indikátorok többnyire a piaci struktúrával kapcsolatosak, s ha magukban nem is, együttesen elég jó képet adnak a piaci helyzetről. Ezek az indikátorok az alábbiak:

- A részpiacon tevékenykedő vállalatok száma
- Az egyes szereplők piaci részesedései
- A vevők és az eladók számának viszonya
- Koncentrációs mérőszámok, mint a C4, C8 vagy a HHI.

A C4 és a C8 a legnagyobb 4, illetve 8 vállalat %-ban mért piaci részesedésének kumulált értéke. A HHI, azaz a Hirschman-Herfindahl Index az

¹ A közgazdasági költségek fogalma eltér a számviteli költségtől. A közgazdasági költség tartalmazza a tőke igénybevételek költségét, azaz a normálprofitot. Ebben az esetben természetesen a közgazdasági költségfogalmat használjuk, s az árrés szó helyett ezért szerepel az ár-határkötség rés kifejezés.

összes piacon működő vállalat egyedi, %-ban kifejezett piaci részesedésének négyzetösszege. A HHI maximális értéke 10000, ami monopóliumot jelez, a minimális értéke pedig függ a szereplők számától, s nagy számú szereplő, továbbá kiegyenlített piaci részesedések esetén a nullához tart.

Ezen indikátorok és más információk segítségével a tévedés viszonylag csekély valószínűsége mellett alkothatunk képet a piaci verseny mértékéről. Ítéletünk természetesen azon a feltevésen alapul, hogy összefüggés van a piaci struktúra és a piaci szereplők viselkedése, továbbá a piaci teljesítmény között. A piac működése a résztvevő vállalatok viselkedésének függvénye. A meghatározottság kölcsönös, mivel a vállalati viselkedésre hatnak a piacon uralkodó viszonyok.

A be- és kilépési feltételek, amelyek alapvető befolyást gyakorolnak a szereplők költségeire, fontos meghatározói a piaci struktúrának. A távközlési szektorban a belépési költségek rendszerint magasak és ez korlátot jelent azokban a szegmensekben, ahol a duplikáció lehetetlen, nem gazdaságos vagy nem kívánatos, bár ez nem minden esetben igaz. Egyes piaci szegmensek esetén, mint pl. a nemzetközi hívások vagy az adatátvitel, az infrastrukturális beruházás kicsi a jelenlegi tarifákhoz képest, s ez ösztönzi a potenciális új szereplőket, hogy vállalják a belépés kockázatát. Amikor valaki el akarja hagyni a piacot, s az eszközök nem konvertálhatók vagy értékesíthetők, tipikus kilépési korlátról beszélhetünk. Azon szegmensek ahol ezek az elsüllyedt költségek magasak, nem vonzóak a kockázatkerülő játékosok számára. Csak a magas várható profitráta vonz befektetőket.

Sok esetben nem a költségviszonyok akadályozzák azt, hogy új szereplők jelenjenek meg a piacon. A belépésnek lehetnek jogi korlátai is, mint pl. speciális engedélyezési eljárások, társasági törvények sajátosságai, különféle hatósági engedélyek megkövetelése, vagy szélső esetben maga a kizárólagosság, azaz a jogilag garantált és védett monopólium.

8.2.4. Amikor a verseny káros

A természetes monopólium esetén kívül is előfordulhat, hogy a verseny nem mindig szolgálja a társadalom hasznát, sőt inkább káros. Ha az ár-költség rés elég nagy, akkor ez új belépőket vonzzon a piacra, még ha ezeknek az új belépőknek a

költségei magasabbak, mint az inkumbensé. A nem hatékony belépés két okból is romboló hatású lehet:

- A költségek felett árazott szolgáltatásokat az új belépő magasabb költséggel nyújtja, ezáltal a társadalom számára rendelkezésre álló erőforrások nem hatékonyan kerülnek felhasználásra
- A mesterségesen magas árrésű szolgáltatások profitja a költség alatt árazott szolgáltatások veszteségét hivatott finanszírozni. A rendszer működéséhez szükséges keresztfinanszírozásra fordítható erőforrások gyors elapadása a politikai preferenciákat tükröző torz árszerkezet terhét viselő inkumbens teljes gazdasági összeomlásához vezethet.

Ez az úgynevezett „lefölözés” vagy „kimazsolázás” teljesen racionális az új belépők részéről. A szabályozóra hárul az a feladat, hogy a belépés tiltásával a torz árrendszer következményeképpen fennálló veszély bekövetkezését megakadályozza, vagy minimálisra csökkentse annak káros hatását.

Ha az egyik szereplő túl alacsony árakat alkalmaz, akkor ez véget vet a versenynek. Ha ez az alacsony ár a természetes monopólium jellemzők következménye, semmit sem lehet tenni ellene. Bizonyos esetekben azonban ez pusztán a domináns szereplő agresszív árazási magatartásának jele, amit a kihívók eltávolítása érdekében alkalmaz. Ebben az esetben a vállalat a szóban forgó szolgáltatás árát jóval a költségei alatt állapítja meg. Ez ugyan veszteséget okoz, de még így is elegendő stratégiai indok szólhat egy ilyen árpolitika alkalmazása mellett. Ha van veszteségfinanszírozó forrás, mondjuk egy monopolprofitot biztosító szolgáltatás, e ragadozó (*predatory*) árazás segítségével növelheti piaci részesedését egészen addig, míg gyengébb versenytársait a piac elhagyására kényszeríti. Végül, amikor a vállalat egyedül marad, megemeli az árat a költség fölé, s élvezi a megszerzett monopólium gyümölcseit. Ez a ragadozó árazási viselkedés valóban káros a társadalom számára. A szabályozó feladata, hogy a fogyasztók hosszú távú érdekeinek védelmében fellépjen az efféle árazással szemben. A ragadozó árazással az a probléma, hogy nagyon nehéz kimutatni és bizonyítani, s ha ez sikerül is, igen nehéz bizonyítani a ragadozó szándékot.

8.2.5. Milyen versenyt szeretnénk?

A távközlés liberalizációjának kezdetétől állandóan felmerül a kérdés, hogy a köz érdekében milyen verseny felvirágzását szeretnénk elérni. Az egyik szélső

lehetőség a hálózati infrastruktúrák versenyének előmozdítása támogatása és erősítése. A másik szélső lehetőség az azonos infrastruktúrát használó különböző szolgáltatók versenye. Mindkét megoldás mellett és ellene is szólnak érvek, s egyik sem tűnik egyértelműen jobbnak a másiknál. Az alábbi táblázatban foglaljuk össze a pro és kontra érveket:

8.2.1. táblázat

A verseny jellege	Pro	Kontra
Infrastruktúra verseny	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A párhuzamos infrastruktúrák segítik a hosszú távú versenyt ➤ Ösztönzi a technológiai fejlődést és erősíti a technológiák közti versenyt, ezáltal további társadalmi hasznokat eredményez hosszú távon ➤ Nagyobb elkötelezettséget kíván, s nagyobb teljesítményre ösztönöz, mivel nagyobb, s nehezen konvertálható beruházást kíván, ezáltal növeli a kilépési költségeket 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Az infrastruktúra kiépítése időigényes folyamat, s a hasznok a társadalom számára csak később és lassabban jelentkeznek. ➤ A nehezen meghatározható időtartamú inkubációs periódusra valamifajta védettséget kell biztosítani az infrastruktúrával nem rendelkező új belépőkkel és az inkumbenssel. A túlzott óvás azonban elrontja az innovációs és hatékonysági ösztönzőket ➤ Bizonyos hálózati elemek természetes monopol jellegűek, megkettőzésük tehát gazdaságtalan ➤ Az új játékosok nem biztos, hogy képesek azoknak a méret-, választék- és sűrűséggazdaságosságoknak a realizálására, amire az inkumbensnek lehetősége van ➤ Jól kidolgozott politikát feltételez az összekapcsolási kötelezettségeket illetően
Szolgáltatási verseny	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A be- és kilépés kevésbé költséges, mint az infrastruktúra verseny esetén. Az elsüllyedt költség kicsi. ➤ Több szereplőt vonzhat, mint az infrastruktúra verseny ➤ Viszonylag könnyű a társadalmat a verseny értelméről meggyőző eredményeket felmutatni egyes piaci szegmensekben ➤ Segíti az innovációt a szolgáltatási területen (pl. marketing, számlázás, fogyasztói kapcsolatok) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Jól kidolgozott, diszkriminációmentes hozzáférési szabályokat és feltételeket igényel ➤ Ösztönzőket kell teremteni az infrastruktúra tulajdonosok számára, hogy érdekeltek maradjanak a szolgáltatásminőség fenntartásában, és növelésében továbbá a kutatás és fejlesztés folytatásában ➤ Az újonnan jövők hajlamosak a gyors leföldrésre, s arra, hogy a szerencsájüket megcsinálva mihamarabb továbbálljanak ➤ Az új belépőket meg kell védeni attól, hogy az inkumbens „árprésbe”² szorítsa őket ➤ Szükség van az inkumbens vertikálisan kapcsolódó tevékenységeinek szervezeti, de legalábbis számviteli szétválasztására

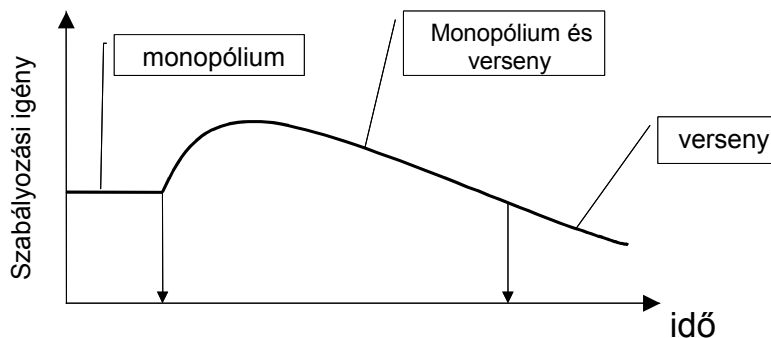
8.2.6. A versenyteremtés szabályozási kérdései

A verseny védelme és erősítése érdekében a szabályozónak gondoskodnia kell a hozzáférési és az összekapcsolási szabályok és feltételek

² Az árprés definícióját lásd a 8.3 alfejezetben.

diszkriminációmentességéről, s meg kell akadályozni bármely részről jelentkező versenyellenes praktikákat. Mindemellett óvakodnia kell a piaci folyamatokba történő minden szükségtelen beavatkozástól, és tartózkodnia attól, hogy a piac helyett ő akarja eldönteni a piaci folyamatok kimenetelét. Ilyen helyzetben az önuralom a szabályozó egyik legbecsesebb tulajdonsága.

A szabályozó szerepe megváltozik a monopól szabályozás időszakához képest. A verseny körülményei közt tartalmilag megváltozik a szabályozó feladata. A kibontakozásának időszakában nő az ágazati szabályozási igény, hogy a verseny erősödésével egyre inkább átadja helyét a klasszikus versenyszabályozásnak. Ezt mutatja a 8.2.1. ábra:



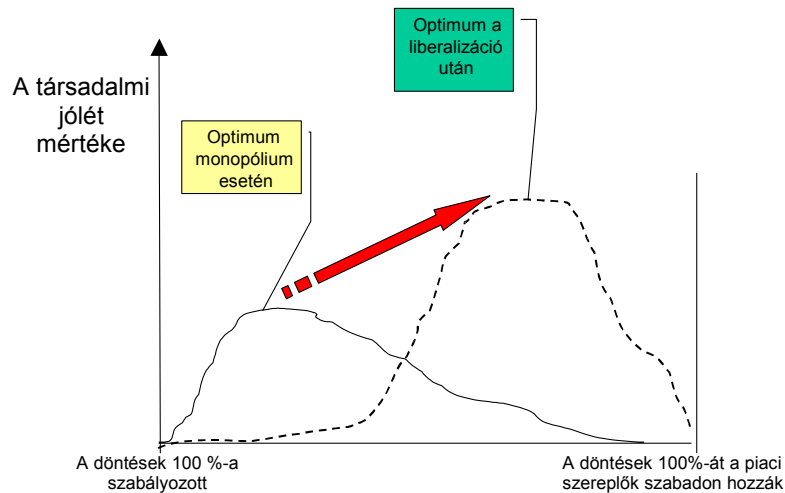
8.2.1. ábra. A szabályozási igény intenzitásának változása [Forrás: Europe's Network Industries: Conflicting Priorities, CEPR]

A liberalizált piacon a legfontosabb szabályozói feladatok a következők:

- A piaci hatalommal való visszaélés megakadályozása
- A lényeges eszközökhöz való diszkriminációmentes hozzáférés biztosítása
- A hozzáférési és összekapcsolási tárgyalásokat segítő és irányító elvek és módszerek kimunkálása
- A viták megoldásában való részvétel
- A ragadozó árazás ellenőrzése és megakadályozása
- A piaci folyamatok nyomon követése és elemzése, s beavatkozás csak a köz érdekében

A liberalizációval szabályozás tartalma jelentősen változik a monopolszabályozás időszakához képest. A szabályozónak új optimumot kell keresnie a meghozandó döntések és az elvégzendő feladatok vonatkozásában. Ezt

szemlélteti a 8.2.2. ábra, amely a szabályozó által meghozandó döntések arányát és az ezzel elérhető társadalmi jólét növekedését mutatja.



8.2.2.ábra. A döntések megoszlása a piaci szereplők és a szabályozó között

Látjuk, hogy a verseny körülményei között az optimumban a szabályozónak kevésbé kell beleavatkoznia a piaci szereplők döntéseibe, ugyanakkor az optimum nagyobb jólétet eredményez. Azt is láthatjuk azonban, hogy ha a regulátor a liberalizáció után is ugyanúgy tevékenykedne, mint a monopólium időszakában, akkor a jólét a korábbinál alacsonyabb szintre esne. A szabályozónak úgy kell váltania stílust a liberalizációs optimumba, hogy közben ne zuhanjon le a két hegy közti völgybe. Ha lezuhan, ugyanúgy jár, mintha a fokozatos alkalmazkodás útját választaná, s csak fáradtságos hegymenetben, lassan juthat fel a csúcsra.

E feladatok magas szintű ellátása érdekében a szabályozó intézményeknek, s maguknak a szabályozóknak is meg kell változniuk. Támogatniuk kell a versenyt és a piaci folyamatokat, de anélkül, hogy bármelyik szereplőt támogatsák. Az új szabályozónak és a szabályozási folyamatnak a következő jellemzőkkel kell rendelkeznie:

- Függetlenség
- Nyitottság
- Átláthatóság
- Pártatlanság
- Elszámoltathatóság

- Szakszerűség
- Tartózkodás a szükségtelen beavatkozástól

A távközlés új szabályozási intézményi elrendezésének sokkal inkább a jól ismert versenyszabályozó intézményekhez kell hasonulnia, mint a monopólium időszakából ismert hagyományos szabályozó hatóságokra. A szabályozónak pedig állandóan észben kell tartania, hogy hagyja a versenyt a maga pályáján haladni, s fogadja el annak eredményét, és ne a verseny mechanizmusát helyettesítve a kimenetel meghatározására törekedjen. A legrosszabb ugyanis, amit a szabályozó tehet, hogy állandóan beavatkozik a piaci folyamatokba, s folyton mikromenedzselni akar a piac helyett.

Irodalomjegyzék

- [8.2.1] Berg, S. V. – Tschirhart, J.: Natural Monopoly Regulation. Cambridge University Press, 1988
- [8.2.2] Bergman, L. – Doyle, C. – Gual, J. – Hultkrantz, L. – Damien, N. – Röller, L.-H. – Waverman, L.: Europe's Network Industries: Conflicting Priorities, Monitoring European Deregulation 1: Telecommunications. Centre for Economic Policy Research, 1998.
- [8.2.3] Intven, H. (szerk.) : Telecommunications Regulation Handbook, InfoDev, The World Bank, 2000
- [8.2.4] Kahn, A. E.: The Economics of Regulation: Principles and Institutions, MIT Press 1988
- [8.2.5] Peltzman, S. – Winston, C.: Deregulation of Network Industries: What's Next? AEI-Brookings Joint Center for Regulator Studies, 2000
- [8.2.6] Viscusi, K. W. – Vernon, J. M. – Herrington, J. E. Jr.: Economics of Regulation and Antitrust (Third ed.) MIT Press, 2000

8.3. Gazdasági szabályozás egyes kérdései

Szerző: Pápai Zoltán

Lektor: Bánhidi Ferenc

A monopolszabályozás jól kimunkált elemei közül jónéhány továbbra is haszonnal forgatható, különösen a viszonylag hosszúnak ígérkező átmenti időszak során. Ez különösen azon tevékenységekre vonatkozik, amelyek a verseny idején is monopóliumok maradnak. Ezeknél helye van a klasszikus *árszabályozási eszközök* használatának. Még akkor is szükség van a szabályozó közreműködésére, vagy egyenesen megkerülhetetlen, amikor a közvetlen összekapcsolási szabályozás egy olyan folyamatnak adja át helyét, amelyben az érdekelt felek tárgyalásos úton határozzák meg az összekapcsolás ár- és technikai feltételeit. Valakinek ugyanis át kell vágnia az ellenérdekű felek közti vitában a gordiuszi csomót.

A szabályozó nem gazdasági célok érdekében is beavatkozhat. Minden szabályozásnak, a nem gazdasági célúaknak is vannak gazdasági következményei. Az *egyetemes szolgáltatás szabályozása* azonban egyedülálló, mivel a keresztfinanszírozás miatt az egész távközlési szektor gazdasági viszonyaira hatást gyakorol. Az alapvető távközlési szolgáltatások elérhetőségének az egész társadalom számára történő biztosítása nem csak a politikusok által megvalósítandónak ítélt cél, hanem a fejlett országok kommunikációs szolgáltatási rendszerének szerves része. Az egyetemes szolgáltatás tartalma és finanszírozása ennek ellenére kritikus és erősen vitatott eleme azon országok távközléspolitikájának, ahol egyébként létezik és működik.

8.3.1. Árszabályozás

A végfelhasználói árak szabályozása egyáltalán nem újkeletű dolog. Ez volt a szabályozás kialakulásának elsődleges mozgatója, s hozzájárult e tevékenység gazdasági és politikai elismertetéséhez. Ennek ellenére jogosnak tűnik a kérdés, hogy a régi szabályozási eszközök alkalmasa-e az új típusú piacok kezelésére. Mielőtt ezt megválaszolnánk, előre világosan le kell szögeznünk azt, hogy csak akkor lehet szükség szabályozói beavatkozásra, amikor a verseny erői nem működnek elég

hatékonyan. Ez persze csak a beavatkozás szükséges feltétele. Elégséges indokról akkor és csak akkor beszélhetünk, amikor komoly esélye van annak, hogy a szabályozással jobb eredményt érünk el, mint nélküle. Ezt meg kell fontolni. Az ugyanis a probléma, hogy a politikusok hajlamosak arra, hogy a szabályozást elosztási eszközként, egyfajta burkolt adóztatásként használják. Ez a verseny idején kifejezetten veszélyes lehet, amikor a verseny szolgáltatások szabályozása megölheti magát a versenyt. Amikor is a szabályozás a potenciálisan versengő szolgáltatások profitjának megszüntetésére törekszik, akkor ugyanis nem marad semmilyen ösztönző a belépésre. A végfelhasználói szolgáltatások közül csak azok esetén indokolt a szabályozás, amelyeket nem érint a verseny. Az esetek döntő többségében a helyi távbeszélő hozzáférés biztosítása és esetleg a helyi hívási szolgáltatások tekinthetők az árszabályozás jogos terepének, különösen a vidéki, ritkábban lakott területeken. A távközlési piacnyitás után nem lesz indoka a belföldi és nemzetközi távhívások szabályozásának, ahogy az értéknövelt szolgáltatások árának sem. A hívásonkénti szolgáltatóválasztás és a szolgáltató előválasztás országos elérhetősége elegendő választási lehetőséget biztosít a fogyasztónak, s ezzel megszűnik a monopólium esetén alkalmazott árszabályozás. Természetesen egy átmeneti periódus idejére fenntartható valami lazább szabályozás abból a célból, hogy megakadályozza a figyelmetlen, megszokásból az inkumbens ajánlatát választó fogyasztók kihasználását.

A helyi hozzáférési és hívási szolgáltatások árát (ha e területen a verseny nem működik) szabályozhatjuk árszabályozási eszközökkel. Ez a technika a természetes monopólium esetére érvényes. Olyankor használható a „price cap” számítás, amikor a vállalat a bázis időszakban a normál megtérülést produkálja, azaz a jelenlegi árak mellett zéró közgazdasági profitot termel, és ha az infláció emelkedést okoz a felhasznált inputok áraiban, akkor a kibocsátási árak indexe, a zéró közgazdasági profit feltétel mellett, csak az infláció mínusz a termelékenység elvárt növekedése által korlátozott mértékben emelkedhet. Ez a szabályozás rendszerint az *Inflációs index – X* formulát használja, amelyben az inflációs index általában a fogyasztói árindex (*CPI*), s az *X* a termelékenységjavulás elvárt mértéke. A szabályozó feladata, hogy a képletet alkotó módon alkalmazza a különböző egymáshoz kapcsolódó, ugyanakkor mégis különálló szolgáltatások árának szabályozására. Az ársapka

(price cap) szabályozás működésének megértéséhez azonban szükséges a megtérülési ráta szabályozás bemutatása.

A megtérülési ráta szabályozás az Egyesült Államokban régóta használatos, ez egy ármegállapítási eljárás (*rate case*), amelynek során a szabályozott közszolgáltató vállalat egy áremelési javaslatot terjeszt be a szabályozóhoz. A korábban elfogadott árak emelésének indoka az lehet, hogy szignifikáns változás állt be a költség oldalon, s azért van szükség áremelésre, hogy a vállalat szabályozó által engedélyezett jövedelmezősége fennmaradjon. Az eljárást „költség plusz” szabályozásnak is nevezik, mivel a szabályozó arról dönt, hogy elfogadja-e a vállalat által kért változást. A szabályozó vizsgálhatja a felmerült költségek szükségességét, de nincs joga és eszköze arra, hogy a költségfelhasználás hatékonyságát megkérdőjelezze. A megtérülési ráta szabályozásnak más gyengéi is vannak. Nincs ösztönzés az innovációra és a hatékonyság javítására, van viszont olyan hatás, ami a tőkeintenzív technológiák alkalmazására ösztönöz, vagyis ráta alap felfújása, s ezáltal a profit volumenének növelése érdekében.

Az inflációs index használatakor legfontosabb elvárás, hogy *exogén* legyen, vagyis a szabályozott vállalat ne befolyásolhassa annak mértékét. A fogyasztói árindex vagy a maginfláció alkalmas lehet erre a célra. Kérdés, hogy az index *ex ante* vagy *ex post* legyen? Az *ex ante* index ismert az év kezdetén. Származhat múltbeli inflációs adatokból, vagy alapulhat valamilyen független előrejelzésen. Az *ex post* infláció csak a tárgyév végén lesz ismert, így a szabályozó semmit sem köt meg előre, de év végén ellenőrzi, hogy a vállalat belül maradt-e a sapkán. Általában az *ex ante* fogyasztói árindexet használják.

Az előírt hatékonysági követelményt múltbeli teljes termelékenységi adatokból számíthatják, vagy a szabályozási időszak termelékenységnövekedésének előrejelzésével határozhatják meg. A termelékenységi tanulmányok megbízható adatokat igényelnek, melyek komoly felkészültség esetén is csak kemény munkával dolgozhatók fel. Ez az oka, hogy az Egyesült Államokon és Kanadán kívül az elvárt termelékenységnövekedést puhább módszerekkel határozzák meg, valamilyen becslésre vagy összehasonlító (*benchmark*) információkra alapozva. [8.3.5]

Az ársapka szabályozás erős ösztönzést jelent a vállalat számára a jobb munkára, mivel a vállalat élvezheti többlet erőfeszítés gyümölcseit. Az ársapka formula alkalmazása könnyű, amikor a vállalat egy többtermékes monopólium, azaz

monopólium minden általa nyújtott szolgáltatás piacán. Ebben az esetben az ársapka szabályozás egyszerű profitszabályozásként működik. A szabályozás nehezebb ha egyes piacokon monopólium van, mások versenypiacok. A monopolpiacok szabályozása nem csak a védtelen fogyasztók érdekében szükséges, hanem a versenypiacok védelmében is. Erre a védelemre azért van szükség, mert ha a vállalat monopolprofitra tehet szert a szabályozott piacon, akkor megteheti, hogy költség alatti (ragadozó) áron kereskedjen a versenypiacon, kiszorítva a hasonló keresztfinanszírozási forrással nem rendelkező versenytársakat. A szabályozó felelőssége tehát a liberalizált környezetben még nagyobb, mint a tiszta monopólium esetén. A számviteli szétválasztás szabályozói követelménye segít a szabályozott vállalat illegális keresztfinanszírozási praktikáinak megakadályozásában. A számviteli szétválasztást nem könnyű alkalmazni olyan körülmények között, amikor a szolgáltatásokat a közös termelésből adódó belső gazdaságosságok jellemzik.

Az árszabályozás során a szabályozó speciális korlátokat állíthat fel a különböző szolgáltatáscsoportokra (szolgáltatási kosarakra). Ennek egyik indoka lehet, hogy a termelékenységnövekedés jelentősen eltérhet a különböző szabályozott termékeknél. Másik indok lehet, hogy a szabályozó célja a történetileg torzult tarifarendszer kiegyensúlyozása. Mivel egy lépésben a kiegyensúlyozás politikailag nem tűnik reálisnak, egy kiegyensúlyozási út határozható meg az előre meghatározott kosarak különválasztásával és különálló szabályozásával. Ez a magyarázata az egyes szolgáltatáscsoportokra megállapított alsapkák (*subcaps*) használatának. Az európai országokban általában az alábbi kosarakat különböztetik meg:

- Hozzáférési és helyi hívási szolgáltatások (pl. havi előfizetési díj, helyi hívás díja)
- Távolsági hívások
- Nemzetközi hívások

A verseny hozta felszínre a nagykereskedelmi (*wholesale*) árak szabályozását. A nagykereskedelmi szolgáltatások vásárlói nem a végfogyasztók, hanem az inkumbens vállalat versenytársai. A nagykereskedelmi termék egy input a versenytárs számára, amit az inkumbenshez hasonlóan felhasznál a végfogyasztóknak nyújtott kiskereskedelmi szolgáltatásokhoz. Ha a versenytársak felé alkalmazott nagykereskedelmi ár magasabb, mint amit a vállalat saját maga

számára felszámít, lehetőség van a versenytársak „árprésbe” szorítására a riválisok költségének felemelésével.

8.3.2. A szolgáltatók együttműködésének szabályozása

A különböző hálózati szolgáltatók együttműködésének kulcseleme az összekapcsolás. Ez műszaki összetettsége mellett (l. 8.5. alfejezetet) a távközlési iparág legfontosabb közgazdasági kérdése, amely egyes esetekben meghatározza, hogy valamely játékos életben marad-e. Hálózatok összekapcsolása nélkül nincs verseny. A megfelelően kialakított összekapcsolási rezsím a hatékony verseny kövezett útját jelenti. Egy jó összekapcsolási rendszer lehetővé teszi számukra a piacrálépést és azt, hogy versenyezzenek a fogyasztókért. Valahányszor az összekapcsolás az inkumbens vagy más lényegesen nagyobb hálózat birtokosának döntésén múlik, az arra használja erősebb alkupozícióját, hogy kedvezőtlen feltételeket támasszon az újonnan érkező számára. Természetesen nem minden új belépő hatékonyabb az inkumbensnél, és ennél fogva az összekapcsolási rezsímnek sem kell mindenkit támogatnia, csak azt, aki valóban hatékonyabb. Az összekapcsolás szabályozása az alkalmazandó és elfogadható összekapcsolási elvekkel, valamint az összekapcsolási megállapodások kialakításával foglalkozik. Erre rendszerint összekapcsolási tárgyalások lebonyolításának, és a megkötés után a megállapodás betartatásának formájában kerül sor. Három szabályozói megközelítés létezik az összekapcsolás vonatkozásában:

1. Az összekapcsolás minden eleme szabályozott, s a szabályozó határozza meg az árat és ellenőrzi a szabályok betartását.
2. A szabályozó állítja fel a szabályokat és a fogalmazza meg a követelményeket, de az inkumbens készíti el a követelményeknek megfelelő összekapcsolási ajánlatot. Ha a szabályozó ezt elfogadja, ez lesz az összekapcsolást kérő felekkel kötött egyedi összekapcsolási megállapodások sztenderd bázisa.
3. A szabályozó részlegesen vagy teljesen tartózkodhat a beavatkozástól, a teljes döntést az érdekeltekre hagyva.

Az 1. számú összekapcsolási modellben a szabályozó megpróbálja kitalálni vagy megbecsülni az árakat, amit a piac fejlődése szempontjából a legjobbnak ítél. Ezzel az a gond, hogy a szabályozó nem rendelkezhet a szolgáltatáselemek költségjellemzőiről elég megbízható információval anélkül, hogy extenzív költségvizsgálatokat folytatott volna. Még ha ilyen költségbecsléssel rendelkezik is, a

szabályozó sohasem lehet biztos abban, hogy ismeri a tényleges költségeket. Csak abban bízhat, hogy tud valamit, ami közel van a valósághoz.

1. esetben a szabályozó dönt, de figyelemmel kell kísérnie a folyamatot és beavatkozni az általa elkövetett hibák korrigálása érdekében. A piac szenved el a szabályozói hiba következményét.

A 2. számú összekapcsolási modellben a szabályozó csak az alapvető elvek - mint pl. az összekapcsolás költségvonatkozásai - kérdésében tartja meg a döntés jogát. A szabályok szerint az inkumbensnek kell megmondania, hogy mit tart megfelelőnek a szabályozó által meghatározott elvek alapján. Az érintettek természetesen vizsgálják az elveknek való megfelelést. A szabályozó valójában ebben a modellben is döntéshozói pozícióban van, de szerepe tükrözi az informátság tekintetében elfoglalt hátrányos helyzetét. Ez a modell közelebb van az információs aszimmetria mellett megadható optimális megoldáshoz, mint az 1. modell. A 2. modellben a hangsúly a folyamat méltányosságán és megfelelőségén van. Ezt ezért sok fejlett ország használja, különösen az Európai Unió országai, s Magyarországon is alkalmazzák. Ebben a modellben tehát a szabályozó az elvek meghatározásán túl felügyeli a folyamatot, s ha szükséges közvetít a felek között, s a patthelyzet elkerülése érdekében dönt.

A 3. összekapcsolási modellben a szabályozó nem játszik szerepet, legfeljebb csak moderátorként. Ez tűnik a három közül a legliberálisabb rezsímnek, de feltehetően ez a leglassúbb is. Senki és semmi sem akadályozza meg, hogy az inkumbens alku során visszaéljen piaci hatalmával. A szituáció pozitívuma, hogy ha egyáltalán lesz megállapodás, akkor ez kölcsönös és önkéntes megállapodással jött létre. A 3. modellel az a probléma, hogy egy ilyen megállapodás létrejöttének esélye nem túl nagy. Az esetek többségében a történet a bíróságon végződik. Az ilyen szabad kezét adó összekapcsolási szabályozás rendszerint a belépés késését eredményezi. Ha viszont valaki megállapodásra jutott az inkumbenssel, a diszkriminációmentesség követelményéből adódik, hogy bármely harmadik fél ugyanilyen feltételekkel kérhet összekapcsolást. Ez a modell működik Új-Zélandon.

A távközlési szektorban a verseny fejlődése érdekében az összekapcsolási szerződési feltételeknek (a) diszkriminációmentesnek és (b) átláthatónak kell lenniük. A diszkrimináció megtiltása az új belépők és a kis szereplők védelmét szolgálja, azokét, akik megszenvednék, ha az inkumbens elutasítaná, vagy méltánytalanul

kezelné összekapcsolási igényüket. Az elv alkalmazásából persze nem következik, hogy mindenkinek ugyanazokkal a feltételekkel kell összekapcsolást kapnia, függetlenül a méretbeli vagy az infrastrukturális háttér tekintetében meglévő különbségektől.

Az átláthatóság követelménye a szerződéskötési folyamatot segíti azzal, hogy az inkumbenssel szerződni kívánó harmadik felek számára is ismertté teszi a másoknak ajánlott feltételeket. A piacon a szerződéskötések meggyorsítása és a verseny hatékonyabbá válása érdekében szükség van az információk elérhetővé tételére.

Az inkumbensek pozíciójának ellensúlyozására gyakran aszimmetrikus szabályokra van szükség a verseny életben tartásához. Tipikus inkumbensre rótt teher az összekapcsolási ajánlat közzétételének kötelezettsége, s az ajánlat szabályozó általi jóváhagyásának követelménye.

Gyakran az összekapcsolás törvényben garantált kötelezettség az inkumbens vagy akár minden szereplő számára. Bár ha kötelező összekapcsolási ajánlatot adni, akkor nincs szükség az összekapcsolási kötelezettségre, mivel a felek eldönthetik, hogy az adott feltételek mellett akarják-e vagy sem. Az egyetemes összekapcsolási kötelezettség, amely összekapcsolásra kötelez minden szereplőt, komoly terhet jelent a nem inkumbens szolgáltatók számára, s nem ösztönöz nagy alternatív hálózatok építésére.

A konfliktusos célok (azaz a befektetési ösztönzők megtartása és a verseny előmozdítása) közötti optimális egyensúly szempontjai tükröződnek az összekapcsolás árazására vonatkozó különböző javaslatokban. A javasolt lehetőségek a következők:

- Az összekapcsolási díjaknak költségorientáltak kell lenniük. A költségorientáció követelménye nem ad iránymutatást arra nézve, hogy a költséget hogy kell érteni (történeti vagy előrettekintő alapon?), s milyen szintű árrés fogadható el (ha lehet egyáltalán). Az is vita tárgyát képezi, hogy milyen költségszámítási módszer fogadható el: a teljesen felosztott költségek (*FDC*) vagy a különbözeti költségek módszere. Az elmúlt évtizedben a hosszú távú különbözeti költség (*LRIC*) megközelítés vált szabályozói sztenderddé.
- Javasolt még a versenyparitás elve, amit más néven hatékony komponens árazási szabálynak hívnak (*Efficient Component Pricing Rule*, röviden *ECPR*). Eszerint az elv szerint az új belépőnek a hozzáférésért az inkumbens számára ki kell fizetni a kiskereskedelmi ár elkerülhető költséggel csökkentett összegét, azaz az elveszett profitot. E mögött az a gondolat húzódik meg, hogy nem kívánatos, hogy az inkumbensnél kevésbé hatékony belépők jelenjenek meg a

piacon. Ha hatékonyabbak, piaci jelenlétül társadalmilag hasznos. Ennek az árazásnak az a következménye, hogy az inkumbens semleges marad a belépés tekintetében. Míg e szabály közgazdaságilag nagyon is tartható, a gyakorlatban nem igazán alkalmazzák.

Vannak nagyon fontos műszaki összekapcsolási kérdések, amelyekkel az inkumbens befolyásolhatja az új belépők esélyeit:

- Az összekapcsolási pontok (minimális és maximális) száma
- Eszköz és kapacitáskövetelmények és interfész specifikációk
- Forgalm mérési követelmények
- Számlázási opciók
- Szolgáltatásminőségi kérdések

Bár e kérdések elsősre eléggé technikai jellegűek, komoly gazdasági következményeik vannak, s meghatározhatják, hogy az összekapcsolást kérő új belépő sikeres lesz vagy kudarcot vall.

Számos ország összekapcsolási tapasztalata igazolta, hogy az összekapcsolás a piacnyitás egyik kulcseleme. Az új összekapcsolási rezsím felállítása után a szabályozónak folyamatosan figyelemmel kell kísérnie az összekapcsolási megállapodások létrehozásának folyamatát, s szükség esetén be kell avatkoznia.

8.3.3. Egyetemes szolgáltatási politika

Bár a társadalompolitikai megfontolások gyakran ütköznek a közgazdasági elvekkel, alapvető elemei a mindennapos szabályozói gyakorlatnak. Ez nemcsak azt jelenti, hogy a politikusoknak mindig érdekelték a szabályozásban, hanem azt is, hogy jóléti, igazságossági és jövedelemelosztási kérdések mindig előkerülnek a szabályozás folyamatában. A hálózatos szolgáltatások (víz, gáz, villamos energia, távközlés) fontos kérdése az egyetemes szolgáltatás. A távközlésben az univerzális szolgáltatás fogalma a XX. század hajnalán, az Egyesült Államokban bukkant fel, bár a maitól némileg eltérő jelentéssel. Theodore Vail, az AT&T akkori elnöke mondta 1907-ben, hogy mit jelent az általa igényelt monopólium: „*One system, one policy, universal service*”. Ez azt jelentette, hogy a telefonhálózat műszaki egységessége a telefonrendszer működésének a társadalom számára kívánatos kizárólagos útja. Ma az „egyetemes szolgáltatás” kifejezés arra az elképzelésre utal, hogy egyes közszolgáltatások a modern élet fontos részévé váltak, s emiatt társadalmilag

kívánatos, hogy mindenki számára hozzáférhető és elérhető legyenek. Az elképzelésbe az is beletartozik, hogy az árak minden fogyasztó számára megfizethetőnek kell lennie. Az elképzelés lényege tehát: egyetemes hozzáférés, elérhető áron. Megjegyezzük, hogy ez az elképzelés nem korlátozódik csak a távközlésre, de igazán itt fejlődött ki.

Az egyetemes távközlési szolgáltatás mai, fejlett országokban alkalmazott formájában a szegény és vidéki fogyasztók távközlési hálózathoz való hozzáférését jelenti. A javasolt egyetemes szolgáltatási politikák melletti érvek a következők:

1. A hálózat minden tagja jól jár, ha újabbak csatlakoznak. A magasabb penetráció elérése érdekében érdemes támogatni a szegények csatlakozását, mindaddig, amíg a többletköltség egyenlő nem lesz a csatlakozás határhasznával. Az érv erősségét korlátozza, hogy a hálózat bővülése csak akkor jelent többlethasznot egy előfizető számára, ha az új csatlakozóval többen keresik a kapcsolatot.

2. A másik érvelés azt mondja, hogy a társadalom jobban jár, ha mindenki csatlakozik a hálózathoz, és igénybe veszi a távközlési szolgáltatásokat, mert ily módon az egész társadalom integrált marad, s nincs olyan választóvonal, ami bent és kinn levőkre osztja a társadalmat. Az információs társadalom ideája akkor ér valamit, ha mindenkinek van esélye a benne való részvételre. Az érvelés gyengéje hogy feltételezi, hogy részese akar lenni az „információs társadalomnak”. Persze ettől még az egyetemes szolgáltatás kiterjesztésének szándéka pozitív és ígéretes koncepció marad.

3. A harmadik érv az emberi szükségletekre hivatkozik, s ezek kielégítésében a társadalomnak arra a szerepére, hogy biztosítsa minden ember számára alapvető szükségleteinek kielégítését. Ha több alapvetőbb szükséglet marad ellátatlan (mint például az étel vagy a lakhatás) illuzórikus az a cél, ráadásul az erőforrások pazarlása is, hogy az elektronikus kommunikáció eszközeinek elterjesztését szorgalmazzuk. Azok a fejlett országok, amelyekben a legtöbbet beszélnek az információs társadalomról és az egyetemes szolgáltatásról, nem szembesülnek azzal a dilemmával, hogy valóban ez-e az illető társadalom egyik legfontosabb problémája. A politika alkotójának fontos feladata az evolúciós folyamat támogatása, de nem a beavatkozás. A rosszul megválasztott politikai célokkal az a baj, hogy elvonják a társadalom értékes erőforrásait, s megakadályozzák, hogy fontosabb és előbbre való

szükségletek kielégítésre kerüljenek. Minden társadalomnak megvannak a maga sajátosságai, s nyugodtan mondhatjuk, hogy nincs egyetemes megoldás az egyetemes szolgáltatás problémájára.

Minden egyetemes szolgáltatási politika lényeges eleme a 100% körüli szolgáltatás lefedettség elérése, esélyt adva azoknak is az alapvető kommunikációs szolgáltatásokhoz való hozzáférésre, akik az átlagáron nem, de a határkölség áron képesek megfizetni azt.

Az egyetemes szolgáltatás összekapcsolódik az árak átlagolásával és ezáltal az egyes fogyasztói csoportok (üzleti-lakossági, városi-vidéki) közti keresztfinanszírozással. A liberalizáció előtti és utáni egyetemes szolgáltatás között az a különbség, hogy a monopólium idején a belső keresztfinanszírozás életképes és fenntartható megoldás volt. A verseny esetén az inkumbens profittermelésre képes szolgáltatásait a versenyzők megtámadják, s ennek hatására a profit csökkenése miatt elapadnak a keresztfinanszírozás belső forrásai. Ezért lesz szükség az egyetemes szolgáltatási politika életben tartásához a külső keresztfinanszírozás bevezetésére.

A verseny körülményei között szükség van egy olyan szolgáltatóra, aki köteles a szolgáltatási területén minden egyetemes szolgáltatás iránti igényt megfizethető áron kielégíteni. A nem gazdaságos fogyasztók ellátása ugyan veszteséges lehet, de vannak előnyei is az egyetemes szolgáltatás nyújtásának. Ha a terhek tényleg jelentősek, akkor valóba szükség lehet az egyetemes szolgáltatási politikát támogató finanszírozási rendszer kialakítására, egy intézményesített egyetemes szolgáltatási alap formájában. A „fizess vagy csináld” elv szerint, a szolgáltatás végzői az alapon keresztül támogatást kapnak azoktól, akikre nem vonatkozik az egyetemes szolgáltatási kötelezettség.

Az egyetemes szolgáltatási politika mindig több elemből áll, de rendszerint tartalmazza az alábbiakat:

A. A távbeszélő hálózathoz és az alapvető távbeszélő szolgáltatásokhoz való hozzáférés:

- Nyilvános telefonfülkék
- Megfizethető előfizetői csomag

B. Más távbeszélővel kapcsolatos szolgáltatások elérése:

- Ingyenes segélyhívás
- Tudakozó szolgáltatások
- Telefonkönyv

C. Speciális hozzáférési lehetőségek hátrányos helyzetűek számára.

D. Megfizethető hozzáférés további, a politika alakítója által a alapvetőnek ítélt szolgáltatásokhoz (pl. Internet , e-mail, stb.)

Ha szükséges, az egyetemes szolgáltatás kompenzációja egy tényleges vagy virtuális alapon keresztül történik. Első látásra a hozzájárulás azoktól a szolgáltatóktól érkezik, akik közcélú távközlési vagy, ha szűkebben határozzák meg a kört, közcélú távbeszélő szolgáltatást nyújtanak. Ez a rendszer azonban nem más, mint egy burkolt adóztatási és újraelosztási technika, annak minden etikai és hatékonysági problémájával. Valójában tehát bizonyos szolgáltatások fogyasztói fizetnek más szolgáltatások fogyasztói helyett. Ráadásul abban teljesen biztosak lehetünk, hogy ez a rendszer kevésbé hatékony, mint az optimálisan kialakított adóztatás. Azért szeretik a politikusok és érdekcsoportok ezt a megoldást jobban, mert kevésbé átlátható, mint a költségvetésen keresztüli újraelosztás.

Az egyetemes szolgáltatás nettó költségének számítsa papíron elég egyszerű. A nettó költség egyenlő a szolgáltatás elkerülhető költsége, csökkentve a szolgáltatás nyújtásának pénzügyi és nem pénzügyi hasznaival. A gyakorlatban azonban egy dolog rendszerint elmarad, nevezetesen az alkalmazott egyetemes szolgáltatási politika társadalmi hatásainak, valós költségeinek és hasznainak számbavétele, hogy reális képet kapjunk az össztársadalmi hasznokról és terhekről.

Az egyetemes szolgáltatási politikával kapcsolatban minden országban sok vita van, s még több várható a fejlődő országokba, amikor ezekben is megpróbálnak valami ilyet megvalósítani. A távközlési szektor dinamikájának fenntartása érdekében alapos elemzésre és megfontolt döntésekre van szükség az egyetemes szolgáltatás tartalmi kérdéseinek kialakításában. A technológia választást viszont el kell kerülni.

Irodalomjegyzék

[8.3.1] Armstrong, M. – Cowan, S. – Vickers, J.: Regulatory reform: Economic Analysis and British Experience. MIT Press, 1994

- [8.3.2] Arnbak, J. – Mitchell, B. – Neu, W.– Neumann, K-H. – Vogelsang, I.: Network Interconnection in the Domain of ONP. WIK, 1994
- [8.3.3] Baumol, W. J. – Sidak, G. J.: Toward Competition in Local Telephony, MIT Press & AEI Press 1994
- [8.3.4] Berg, S.V. – Tschirhart, J.: Natural Monopoly Regulation. Cambridge University Press 1988
- [8.3.5] Bernstein, J. I. – Sappington, D. E. M.: Setting the X Factor in Price Cap Regulation Plans. Journal of Regulatory Economics, Vol. 16 (1999): 5-25
- [8.3.6] Cooper, M.: Universal Service. A Historical Perspective and Policies for the Twenty-First Century, <http://www.benton.org/Library/Prospects>
- [8.3.7] Crandall, R. W. - Waverman, L.: Who pays for Universal Service? When telephone subsidies become transparent. Brookings Institution Press 2000
- [8.3.8] Gasman, L.: Universal Service: The New Telecommunications Entitlements and Taxes, Cato Policy Analysis, No. 310 1998
- [8.3.9] Intven, H. (szerk.): Telecommunications Regulation Handbook, InfoDev The World Bank, 2000
- [8.3.10] Kahn, A. E.: Letting Go: Deregulating the Process of Deregulation. The Institute of Public Utilities and Network Industries, 1998
- [8.3.11] Kiss, F.: Az Árszabályozás és a vállalati árképzés közgazdasági kérdései a magyar távközlésben. Közgazdasági Szemle, Vol. XL. pp. 864-887. 1993.
- [8.3.12] Laffont, J.-J. - Tirole, J.: Competition in Telecommunications. MIT Press, 2000
- [8.3.13] Mitchell, B.M. – Vogelsang, I.: Telecommunications Pricing. Cambridge University Press, 1991
- [8.3.14] Mueller, M. L. Jr.: Universal Service. MIT & AEI Press, 1997
- [8.3.15] Neu, W. – Stumpf, U. – Nett, L.– Schmidt, F.: Costing and Financing Universal Service Obligations in a Competitive Telecommunications Environment in the European Union, WIK, 1997
- [8.3.16] Sidak, J. G. - Spulber, D. F.: Deregulatory Takings and the Regulatory Contract. Cambridge University Press, 1997

8.4. Műszaki szabályozás

Szerző: dr. Szilágyi Sándor

Lektor: dr. Takács György

A szabályozás általános célja, hogy a piac fejlődését az elvárt irányba befolyásolja. Ebben a szerepében a szabályozás egyik fontos területe azoknak a műszaki kérdéseknek a rendezése, amelyek a hálózatokra és a szolgáltatásokra jelentős hatással vannak.

Az első ilyen terület, ahol aktív szabályozás szükséges, azoknak a korlátos erőforrásoknak az igénybevétele, amelyek a távközlési tevékenység során lényeges szerepet játszanak és amelyekkel ésszerűen kell gazdálkodni az egész társadalom érdekében. A szám-, név- és címgazdálkodás, továbbá a frekvenciagazdálkodás kérdéseivel a 8.6. és a 8.7. alfejezet foglalkozik

Közismert, hogy a műszaki szabályozás "lágymű" eszközei, a szabványok, megteremtik az alapját a műszaki megoldások egységességének, hiszen a szabványokat az érintettek konszenzus, de legalábbis minősített többség alapján fogadják el. Igaz, hogy a szabványok nem kötelezőek, de a szolgáltatók annak érdekében, hogy egymással együtt tudjanak működni, továbbá beruházásaikat a szabványos berendezések piacáról kedvező áron tudják megvalósítani, elvileg törekszenek a szabványok betartására. Vannak-e olyan esetek, amikor a szabványok nem elegendőek a műszaki egységesség megvalósítására? A válaszhoz megvizsgáljuk a szabványosítás szerepét a szabályozásban.

A fordított kérdés az, hogy azokban az esetekben, amikor a szabályozás jogi vagy gazdasági eszközökkel avatkozik be a távközlési vállalkozások tevékenységébe, van-e, lehet-e szerepe műszaki kérdéseknek? A válasz általánosságban is igen, mert a jogi és a gazdasági szabályozás távközlési rendszerekre, hálózatokra, szolgáltatásokra vonatkozik, a maguk sajátosságaival, paramétereivel. Erre ad példát a 8.5. alfejezet is, a szabályozás legkritikusabb kérdéskörének, a hálózatok összekapcsolásának bemutatásával. De választ jelent a szolgáltatások minőségének felügyelete is, amelyet a hatóság piacfelügyeleti munkája keretében gyakorol. Kitérünk arra is, hogy a szabályozási

beavatkozásokhoz milyen műszaki alapvetés szükséges és melyek a szabályozás eszközei ebben a tekintetben.

8.4.1. A műszaki szabályozás eszközei

A műszaki jellegű szabályozás a Nemzetközi Távközlési Únió (ITU) ajánlásain, a Rádiós Világkonferencia (WRC), a Rádiós Európai Konferencia (ERC) és a Távközlési Szabályozói Ügyek Európai Bizottsága (ECTRA) döntésein, az EU irányelvein és szabályozásain, valamint a szabványokon alapul. Szabványokon a nemzeti (MSZ), európai (ETSI, CENELEC), nemzetközi (ISO, IEC) szabványokat, valamint az Internet Műszaki Feladatcsoport (IETF) szabványként kezelt anyagait értjük. A műszaki szabályozás figyelembe veheti még a nemzetközi szervezetek különféle tájékoztató anyagait (pl. EC Communications, ETSI ETR, TR, TS, EG anyagok, ITU kézikönyvek, EOQ anyagok stb.) is.

A műszaki szabályozás eszköztára lényegében jogszabályokból és hatósági tájékoztatókból áll. Ezek közül a jogszabályok a fontosabbak, hiszen a tájékoztatók nem tartalmazhatnak kötelező érvényű előírásokat, inkább útbaigazítanak a hatósági eljárások során az ügyfeleket érintő kérdésekről. A műszaki jellegű jogszabályok tipikusan miniszteri rendeletek, de ha azok jelentősége túlnő a szektoron, kormányrendelet formájában is megjelenhetnek. Jellegzetes példa erre a Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatáról [8.4.1] szóló vagy a távközlési szám- és címgazdálkodásról [8.4.2] szóló kormányrendelet. Azok a műszaki szabályozások, amelyek valamilyen formában az állampolgári jogokkal közvetlen összefüggésben vannak, azokat a törvény rögzíti. A miniszteri rendelet előírhatja bizonyos szabványok kötelező alkalmazását, ha olyan, a személyek egészségét, biztonságát, védelmét vagy rendkívüli értékeket védő intézkedésekről van szó, melyek leírása magyar szabványban pontosan és részletesen megtalálható és amelyek jellegüknél fogva nem adnak tág teret alternatíváknak.

Műszaki alaptervek

A távközlés fejlődésének bizonyos szakaszában kiemelt jelentőségűek az ún. műszaki alaptervek, amelyek meghatározzák bizonyos hálózat-típusok sajátosságait annak érdekében, hogy a hálózatok egymással együtt tudjanak működni és

használhatóságuk az elvárt szintet legalább elérje. Ilyen jellegzetes műszaki alaptervek pl.

- a nyilvános távbeszélőhálózat struktúraterve és forgalomirányítási terve,
- a nyilvános távközlőhálózatok számozási terve,
- a nyilvános távközlőhálózatok csatlakoztatási terve, mely leírja az előfizetői és a hálózati interfészeket,
- a távközlőhálózatok átviteli terve,
- a távközlőhálózatok jelzésterve,
- a távközlőhálózatok használhatósági terve,
- a távközlőhálózatok és távközlési szolgáltatások védelmi terve stb.

Ezek közül több miniszteri rendelet formájában is megjelent, aminek különös jelentősége volt a távközlés privatizációja során. Ekkor ugyanis az eredetileg egyetlen egységes távbeszélőhálózat különböző szolgáltatók hálózataira vált szét, sőt, a GSM rádiótelefonnal és az országos személyhívó hálózatokkal új hálózat-típusok is megjelentek, melyeket szintén be kellett kapcsolni az ország távközlési vérkeringésébe úgy, hogy kialakuljon azok zavartalan együttműködése.

Az európai irányelvek is hangsúlyozzák, hogy a szabályozásnak különös figyelmet kell fordítania a hálózatok sértetlenségére (integrity) és biztonságára (security). Ezt a két fogalmat az EU egyik anyaga szerint a következőképen kell érteni:

- sértetlenség: a hálózatok és szolgáltatások működőképességének és együttműködésének a fenntartása nemcsak normális helyzetben, hanem forgalmi túlterhelés, az egyes hálózati elemek váratlan meghibásodása esetén is;
- biztonság: a hálózatoknak és a szolgáltatások nyújtásának a védelme normál körülmények között, valamint rendkívüli helyzetben, katasztrófák, terrorcselekmények vagy háborús események esetén is.

8.4.2. A műszaki szabványok szerepe

Noha az előző fejezetek nem foglalkoznak külön a távközlő berendezések széles körével, a szabványokra mind a hálózatok, mind a szolgáltatások esetében volt már utalás. Ugyanakkor ki kell emelni a berendezések egy fontos csoportját, melyek szabványosítása különösen nagy jelentőségű a piac szempontjából: ezek a távközlő végberendezések, legyenek azok akár rádiós, akár vezetékes eszközök. Ha a végberendezés valamelyik szolgáltató vagy hálózatüzemeltető specifikációjának

felel meg csupán, de a versenytársak hálózatára nem kapcsolható rá zavarok vagy nehézségek nélkül, ez ú.n. "részipiacok" (niche markets) kialakulásához vezethet, a versenyegyenlőség sérül és a gyártók méretgazdaságosságának (economy of scale) kívánt szintje sem érhető el. A használói panaszok nehezen értékelhetők, hiszen a használóktól nem várható el, hogy azokban a műszaki részletkérdésekben otthonosak legyenek, amelyek az egyes szolgáltatók hálózatait megkülönböztetik. Az ilyen helyzet oda vezet, hogy a használók a végberendezéseket kizárólag a szolgáltató által fenntartott üzletekben szerezhetik be, ahol nincs garancia arra, hogy a végberendezések teljes választéka – beleértve a legkorszerűbbeket is – megtalálható. A piac ilyen szétdarabolása részipiacokká nemcsak a választékot csökkenti, hanem árfelhajtó hatása is van a szolgáltató és a szállítók sajátos szövetsége miatt.

Végberendezések és rádiós berendezések szabványosítása

Az Európai Unió korábban ezt úgy kívánta rendezni, hogy a végberendezésekre

- megfogalmazott lényegi követelményeket (essential requirements [8.4.3]),
- az ETSI-t megbízta azzal, hogy a szabványaiból kigyűjtse a lényegi követelményeknek megfelelő követelményeket és azokat - a vizsgálati eljárásokkal együtt - egyeztesse a tagországokkal és adja ki "szabályozás műszaki alapjai" (Technical Basis for Regulation, TBR) alakjában, majd ezek elkészültével
- a TBR-eket "közös műszaki szabályozás" (Common Technical Regulation, CTR) címmel egyenként jogszabályi erőre emelte az EU tagországi részére.

Az ETSI munkája eredményeképpen mintegy 38 db TBR készült el, melyek felölelték a távközlő végberendezések csaknem teljes körét. Ezeket Magyarország a csatlakozási felkészülés keretében honosította (lásd az MSZ 25001 és következő szabványokat) és alkalmazta is a végberendezések hazai típusengedélyezése során.

Bármennyire is helyes volt ez a folyamat az egységes végberendezés-piac létrehozatala érdekében, a műszaki fejlődés mögött mégis állandó lemaradás mutatkozott. Ezért az EU megkönnyítette a piacralépést azzal, hogy megszüntette a CTR-ek kötelező hatályát és egy új irányelvben [8.4.4], melyet R&TTE (Radio and Telecommunications Terminal Equipment) irányelvnek neveznek, az "ex-ante" szabályozás helyett "ex-post" jellegű szabályozást vezetett be. Ez annyit jelent, hogy a piacralépés jogi feltétele nem a hatósági típusjóváhagyás, hanem a megfelelőség-

igazolás, és minden szállító saját kockázata, hogy a piacfelügyelet során termékét kitaltsák az EU piacáról, ha kiderül, hogy a végberendezés nem tesz eleget az új irányelvben újrafogalmazott lényegi követelményeknek. Nincs tehát ma már kötelezőként előírt szabványos követelmény; a szállítók szabványtól eltérő követelmények szerint is vizsgálhatnak. Az ETSI szabványai, amennyiben azok harmonizáltak, tehát minden EU tagország azokat elfogadta, egy lehetséges, de nem kizárólagos alapját képezik a megfelelőség-igazolásnak.

Amennyiben valamely végberendezés olyan gyári specifikáció szerint készül, amely kiterjed az irányelv által előírt valamennyi lényegi követelmény teljesítésének az ellenőrzésére, az forgalombahozható. Így az innovatív berendezések gyors piacravitelének nem lesz akadálya a szabványosítás - viszonylag lassú és nehézkes-folyamata.

A szabályozás eddig legerősebb területei a használók egészségének a védelme és az elektromágneses összeférhetőség. A megjelent harmonizált szabványok nagyobbik része erre a két területre vonatkozik. Az egészségvédelem területéből a villamos biztonság kérdését szintén egy EU irányelv [8.4.5] fedi le, amelyet hazánk is honosított [8.4.6]. Új elemek az egészségvédelem területén a rádiósugárzás élettani hatásai és a lézersugárzás biztonságtechnikája. Az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó EU irányelv [8.4.7] honosítása szintén megtörtént [8.4.8].

A nem végberendezés jellegű rádiós berendezésekre a harmonizált szabványok készítése folyamatban van az ETSI-ben. A kézirat elkészültéig viszont szinte alig került sor arra, hogy az EU szabályozása – harmonizált szabvány megjelentetése révén – kézzelfoghatóvá tegye azokat a lényegi (a magyar jogszabály szerint: alapvető) követelményeket, amelyek

- a hálózatokon keresztül más készülékekkel történő együttműködésre,
- a hálózatban a károkozás és az erőforrásokkal való visszaélés kizárására,
- a használó személyes adatainak és jogainak a védelmére,
- a segélyszolgálatokhoz való hozzáférésre,
- a testileg korlátozott személyek által való használatra vonatkoznak.

Interfészek szabványosítása

A fentiekben említett R&TTE irányelvnek – amelyet Magyarország is honosított [9] – nemcsak a végberendezésekre van jelentős kihatása. Az irányelv azt is kimondja, hogy a hálózat-üzemeltetők vagy a szolgáltatók kötelesek bejelenteni azokat az interfészeit, amelyeken keresztül a végberendezések rákapcsolhatók hálózatukra. Korábban a hálózatok interfészeit közvetve ugyan, de meghatározták a CTR-ek; a jövőben ez szolgáltatói deklaráció kérdése. A szabályozó hatóság kell, hogy nyilvántartsa ezeket az interfészeket és nyilvánosságra hozva, lehetővé tegye a végberendezés-gyártók számára, hogy a hálózatok sajátosságait végberendezéseikben figyelembevegyék.

Ez a változás látszólag a hasonló alapszolgáltatásokat nyújtó hálózatok egységességét megszünteti. A gyakorlatban azonban soha nem is sikerült az EU-ban megteremteni az ilyen hálózatok egységességét. Ennek legegyszerűbb példája a távbeszélő-hálózatok eltérései országonként, ha másban nem is, de a falicsatlakozó formájában, bekötésében. Ezért az új irányelv lehetőséget ad arra, hogy a végberendezéseket a gyártók úgy egységesítsék, hogy azok kivitele magába foglalja a hozzáigazíthatóságot a történelmileg kialakult interfész-különbségekhez. A fizikai csatlakoztatástól eltekintve, a korszerű végberendezések úgy programozhatók, hogy a követelményeket a hálózatok széles választékában kielégíthessék.

Az ilyen, rugalmasan illeszkedő végberendezések jellegzetes képviselői az szoftver-rádiók. Ezek olyan végberendezések, amelyek a hálózattal való együttműködés szoftverét a gazda-hálózatból töltik le maguknak, így itt az előre specifikált interfész csak az első felkapcsolódásra és a letöltés során történő együttműködésre vonatkozik. Várhatóan ilyen végberendezései lesznek a jövő univerzális mobil rendszerének, az UMTS-nek (Universal Mobile Telecommunications System), mely mind telefonálásra, mind multimédiás távközlésre is alkalmas lesz.

A már idézett európai R&TTE irányelv azt is előírja, hogy a Bizottság megállapítja a bejelentett interfészek egyenértékűségét és azt közzéteszi az EU hivatalos lapjában. Addig, amíg hazánk az EU-nak nem tagja, ezt a feladatot a

megfelelő hazai rendelet a hatóságra ruházza. Ez a hatóság kimondottan műszaki jellegű feladata.

Az interfészek szabványosításának külön területét képezik az összekapcsolási interfészek, azok a kapcsolódási felületek, amelyek segítségével a különböző tulajdonú, feladatú, de egységes jelirányítási rendszerben működő hálózatok összekapcsolódhatnak abból a célból, hogy egymás előfizetői elérjék egymást és egymás szolgáltatásait. A szabályozás szerepe annak az előírása, hogy az interfészek műszaki jellemzése része legyen a hálózatok összekapcsolási és hozzáférési szerződéseinek, amivel elejét lehet venni az olyan vitáknak, amelynél a hatóságot vonnák be döntőbíróként.

Hálózatok, hálózati eszközök szabványosítása

Erősödik világszerte az a tendencia, amely a hálózatokat a külvilág felé nyújtott interfészeivel határozza meg és nem törődik azzal, hogy az interfészen át nyújtott szolgáltatásokat a hálózat milyen eszközök igénybevételével valósítja meg ("fekete doboz"). Itt természetesen a szolgáltatásokba bele kell érteni azok minőségét is. A hazai szabályozás már kezdetben kihagyta az átviteltechnikai, áramellátó, üzemfelügyeleti és kábeltelvíziós berendezéseket a típusengedély kötelezettsége alól [8.4.10], de a kapcsolóberendezésekre előírta a forgalombahozatal ill. a használatbavétel engedélyezését. Ez most megszűnik és a hatóság piacfelügyeleti tevékenysége keretében kell, hogy vizsgálódjon legalább két követelmény: a használók egészségvédelme és az elektromágneses összeférhetőség vonatkozásában. Jóllehet az EU ebben a témakörben még nem tűzte ki a harmonizált, berendezés-specifikus szabványok elkészítését, a létező általános előírások itt is alkalmazhatók.

A használók egészségvédelme tekintetében ma is rendelet [8.4.11] tesz kötelezővé néhány olyan szabványt, amely biztonságtechnikai jellegű, pl. villámvédelemre, erősáramú veszélyeztetésre vonatkozó szabványok. Ezeknek a kötelező szabványoknak a körét a közeljövőben bővíteni szükséges pl. a lézeres eszközök biztonságára vonatkozókkal (lásd pl. az MSZ EN 60825-1:2000 sz. szabványt), az elektromágneses sugárzás egészségvédelmi kérdéseivel foglalkozóval, melyre már rendelet is vonatkozik [8.4.12] stb.

Szolgáltatások szabványosítása

A hálózatokon nyújtható szolgáltatások szabványosítása két területen tűnik megoldhatóknak: az alapszolgáltatások és a többletszolgáltatások esetében. Az értéknövelt szolgáltatások annyira szerteágazóak a magukba foglalt informatikai és tartalmi szolgáltatások miatt (lásd az 5.2. alfejezetet), hogy szabványosításuknak nincs értelme. Az alap- és többletszolgáltatások szabványosításának jellemző területei a nyílt, nemzetközi szabványok alapján felépített hálózatokon nyújtott szolgáltatások (pl. GSM, ISDN, UMTS). Ezeknek a szabványoknak lényeges része a szolgáltatás-leírás (service description). A szabályozás itt arra szorítkozik, hogy a nemzeti (belső) és nemzetközi együttműködés érdekében felügyelje, hogy a szolgáltatók valóban ezek alapján nyújtják-e szolgáltatásaikat.

8.4.3. A szolgáltatás-minőség szabályozása

A szolgáltatások szabványosításának külön területe a szolgáltatások minősége. Léteznek olyan nemzetközi ajánlások, kézikönyvek, amelyek leírják a szolgáltatás-minőség jellemzőit, paramétereinek mérési módszerét, amelyek versenykörnyezetben összehasonlíthatóvá teszik a távközlési vállalkozás által nyújtott szolgáltatás jellemzőit. Mivel a szolgáltatás minősége – az egyetemes szolgáltatás kivételével – vállalt szint, a verseny csak úgy lehet tiszta, ha a szolgáltatók üzletszabályzataikban egységes elvek szerint, a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően, összemérhetően deklarálják minőségüket. A szabályozásnak meg kell állapítania azoknak a paramétereknek a körét és mérési módját, amelyekre az üzletszabályzatban a célértékeket a szolgáltatóknak fel kell tüntetnie.

Ezen túlmenően, a szabályozás célja az is, hogy olyan célértékeket adjon a szolgáltatók részére, amelyek a fogyasztók érdekében kényszerítik őket az ár/szolgáltatás ésszerű arányától függetlenül, valamilyen minőségi szint teljesítésére. Másszóval, nem engedheti a szabályozás a fogyasztók részére használhatatlan szolgáltatás nyújtását akkor sem, ha azt nagyon alacsony árértékű kínálják.

Külön hangsúlyt adnak az EU vonatkozó irányelvei a minőségi elvárásoknak egyetemes szolgáltatás esetén. Az egyetemes távbeszélő szolgáltatást a lakosság földrajzi helytől függetlenül, méltányos áron veheti igénybe az erre kijelölt

szolgáltatótól, aki köteles minden jelentkezővel előfizetői szerződést kötni. Ezt az egyetemes szolgáltatót ma a koncessziós távbeszélő szolgáltatók nyújtják.

A koncessziós szerződésekben jelenleg is szerepelnek minőségi kikötések, amelyek mindaddig szükségesek lesznek, amíg az igénylő nem válogathat a szolgáltatók között. Az egyetemes szolgáltató alacsonyabb áron adhatja és tarthatja fenn a hozzáférést, ha szerződése értelmében azt az állam kompenzálja. Az igénylő viszont nem válogathat; vele szemben a szolgáltató helyzetével visszaélve, alacsony színvonalú szolgáltatót nyújthatna a minőségi előírások nélkül.

A távközlés minőségének a mértékei meghatározható, sőt a legtöbbször mérhető jellemzők. Az EU távbeszélő "beszédszolgáltatásra vonatkozó nyílt hálózati ellátás" című irányelve [8.4.13] a következő jellemzők meghatározását tűzi ki a nemzeti szabályozás feladatául:

- a hálózatra való bekötés teljesítési határideje új igény esetén,
- kapcsolásonkénti hibaarány,
- hibaelhárítási idő,
- téves kapcsolások aránya,
- tárcsahang megjelenési késleltetése,
- kapcsolat felépítésének az ideje,
- átviteli minőségi statisztikai mutatók,
- kezelői szolgáltatások válaszüzeje,
- a pénzürmés és kártyás nyilvános állomások működőképességi aránya,
- számlázási pontosság.

Ezek statisztikai jellemzők, így a használó (fogyasztó) számára közvetlenül nem érzékelhetők; azokat a hatóság értékelheti a szolgáltató kimutatásai alapján. Mind a célértékek, mind a mérési eljárások szabályozandók ahhoz, hogy az említett irányelvben foglalt hatósági kötelezettségek teljesíthetők legyenek. Hasonló célértékek és módszerek fogalmazhatók meg más távközlési szolgáltatások esetére is.

A felhasználó által érzékelhető minőségről a felhasználói elégedettség (pl. kérdőíves) felmérése útján kaphatunk képet. A felhasználók közvetlen tapasztalatai általában igen/nem jellegűek, hiszen akkor reklamál, ha nincs szolgáltatás, vagy rendszeres a téves kapcsolat stb. Ezek többségükben ugyanúgy műszaki jellemzőkhöz kapcsolódnak, mint az említett statisztikai jellemzők.

8.4.4. Szabályozással kapcsolatos egyéb műszaki kérdések

Az egyéb kérdéskörök legjellemzőbb területe a tarifaszabályozás, elsősorban nem a díjak mértéke, hanem a tarifák érvényesítésének szempontjából. A távközlő hálózatok műszaki tulajdonságai jelentős szerepet játszanak abban, hogyan alakíthatja a szolgáltató saját díjszerkezetét. Ennek egy példája volt a közelmúltban az a módosítás a tarifákban, amikor a szolgáltatók egy része áttért a másodperc alapú számlázásra, de egyúttal meg kívánta szüntetni a 12 kHz-es tarifaimpulzusok küldését az előfizető vonalára. A műszaki szabályozásnak kellett beavatkozni az utóbbi lépés megakadályozása végett, mivel a szolgáltató korábban ezeket az impulzusokat kívánságra kiküldte az előfizető vonalára a kihelyezett előfizetői számláló működtetésének érdekében, amennyiben az előfizető beszerezte az erre alkalmas készüléket. A szolgáltatás beszüntetése esetén nemcsak ezek az előfizetők károsultak volna; számos alközpont használja ezt a szolgáltatást arra, hogy megállapítsa az egyes mellékállomásokra jutó forgalmi költségeket a nyilvános hálózatban. Ezért a szabályozás kimondta a szolgáltatás fenntartásának a szükségességét.

Az összekapcsolási szerződésekben rögzítendő tarifamegosztás és -elszámolás esetében is az egyik döntő tényező a telefonközpontok processzorainak a képessége a különböző díjak primer körzetek és napszakok szerinti tárolása. A szabályozás itt az elszámolás igényei és a technológia lehetőségei közötti összhang megkeresésében nyilvánul meg.

A távközlés fejlődése folyamán az egyes országok között különbségek alakultak ki, melyeket a szabványosítás során mint nemzeti opciókat foglaltak a szabványokba. Ennek jellegzetes példája az ETS 300 001 sz. európai szabvány, amely voltaképpen az európai országok előírásainak az enciklopédiája a távbeszélő készülékek vonatkozásában. Akár az ITU ajánlásaiban, akár az európai szabványokban találunk olyan nemzeti opciókat, melyeket az országok adminisztrációi maguk határoznak meg. Jellegzetesen ilyen szabványok azok, amelyek jelzésrendszereket írnak le. Ezekben az esetekben a nemzeti szabályozó hatóság dolga, hogy az országon belüli egységesség érdekében - szolgáltatói és gyártói konszenzus alapján - kijelölje azokat a műszaki jellemzőket, amelyek országon belül követelményként írhatók elő.

8.4.5. A technológia fejlődésének követése

A műszaki szabályozásnak folyamatosan azzal kell szembenéznie, hogy a technológia állandóan fejlődik, ami nemcsak a működési protokollok és programok egyre bonyolultabbá válásában nyilvánul meg. Ennél is fontosabbak azok az alapvető változások, amelyek szemléletváltást hoznak magukkal a távközlés területén.

Az utóbbi évek lappangó és a 90-es évek végén felszínre kerülő irányzata lett az Internet protokoll (IP) dinamikus terjedése. Ennek hordozói azok az új alkalmazások, amelyekről a társadalom korábban nem is hallott, mint az elektronikus levelezés, a WEB-böngészés, az elektronikus kereskedelem és sok egyéb.

Az IP egyik olyan alkalmazása, amely alapjaiban rendítette meg a távközlés kapcsolat-orientált világát, az IP szerinti telefonálás, a VoIP (Voice over Internet Protocol) technológia. A műszaki szabályozásnak úgy kellett és kell kezelnie ezt, hogy figyelembe vegye a hatályos jogrendszert és az érvényben lévő koncessziókat, de ne akadályozza a technológia fejlődését az alkalmazási lehetőségek betiltásával.

A koncessziós monopóliumok feloldásáig csak úgy volt lehetőség arra, hogy lehetővé tegye a magyar szabályozás a VoIP technológia felhasználásával nyújtott nemzetközi és belföldi távhívást az erre kijelölt koncessziós szolgáltató megkerülésével, hogy mesterségesen előírt minőségrontó előírásokkal kivonta azt a "valós idejű" szolgáltatások köréből. Ezeknek ismérveit az EU állásfoglalása is rögzítette [8.4.14].

Ismeretes, hogy a VoIP használatával megvalósított távbeszélő szolgáltatás eleve magába foglalja a többszáz ms-os – ingadozó mértékű – késleltetés és a csomagvesztések miatti rövid megszakadások lehetőségét. Erre építve, a szabályozó hatóság előírta a legalább 250 ms késleltetést és az 1%-nál nem kisebb garantált csomagvesztést. Ez a beszédminőségben jól elkülöníthetővé tette a klasszikus, áramkör-kapcsolt távbeszélő szolgáltatástól.

A monopóliumok teljes feloldása után már az a feladat hárul a műszaki szabályozásra, hogy a felhasználók érdekében a VoIP-t alkalmazó szolgáltatókat úgy ösztönözze, hogy a VoIP minősége ne rosszabb, hanem jobb legyen egy elfogadható minőségi határértéknél.

A fejlődés következő lépése az IP protokoll, de legalábbis a csomagkapcsolás megjelenése rádiós hálózatokban, amelynek a minőségre is hatása lesz.

A szabályozási dilemma a következő:

A duplex beszédátvitel, amit közönségesen telefon-szolgáltatásnak is nevezhetünk, ma már több köntösben jelenik meg, melyek között vannak hasonlóságok, de vannak különbségek is.

Technológia	vezeték (kábel, fényvezető)	elektromágneses hullámterjedés (pont-pont, pont-multipont)
Vonalkapcsolt	vezetékes távbeszélő (PSTN/ISDN)	mobil rádiótelefon (GSM) zsinór nélküli telefon (CT)
csomagkapcsolt	IP telefon (Internet)	IP rádiótelefon (GPRS, UMTS)

Ha a minőséget hasonlítjuk össze, akkor az egyes kockákat más-más paraméter jellemzi:

Minőségi paraméter	vezetékes távbeszélő	mobil rádió-telefon, CT	IP telefon	IP rádiótelefon
zaj (qdU)*	1	3,5 (ADPCM)... 7,5 (GSM)	n.a.	n.a.
késleltetés (ms)	~0 (<400)	>100	>100	>100
Kimaradás	~0	Terjedés	csomagvesztés	terjedés + csomagvesztés
flow control	nem szükséges	Visszaverődés	különböző utak	különböző utak visszaverődés
Hívásirányítás	SS7	SS7	IP/SS7	IP/SS7
24 órás hozzá-férési készenlét	Távtáplálással	Akkumulátorról	szünetmentes táplálással	akkumulátorról
"Lifeline" üzem (távtáplálás)	Igen	nem jellemző	nem megoldott, de szükséges	nem jellemző

* a qdU értéke az alkalmazott beszédkódolási eljárás függvénye és általában annál nagyobb, minél kisebb az eredő átviteli bit sebesség.

A műszaki szabályozásnak szembe kell néznie azzal a dilemmával, hogy a minőséget úgy kell szabályozni, hogy azok az engedmények, amelyeket a felhasználók tettek a minőséggel szemben

- egyfelől a mobilitás kedvéért,
- másfelől a multimédiás átvitel lehetősége érdekében,

milyen mértékig elfogadhatók és hol található meg az elégedetlenségi küszöb az egyes paraméterekben? Nem kétséges, hogy erre a nemzetközi távközlési szervezetek és az európai szabályozás valamilyen feleletet fog adni.

Irodalomjegyzék

- [8.4.1] 221/1999.(XII.29.) Korm. rendelet a Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatának a megállapításáról (FNFT)
- [8.4.2] 75/2000.(V.31.) Korm. rendelet a távközlési szám- és címgazdálkodásról, valamint annak eljárási szabályairól
- [8.4.3] Directive 98/13/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 1998 relating to telecommunications terminal equipment and satellite earth station equipment, including the mutual recognition of their conformity
- [8.4.4] Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity (R&TTE Directive)
- [8.4.5] Council Directive 73/23/EEC of 19 February 1973 on the harmonization of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits
- [8.4.6] 79/1997.(XII.31.) IKIM rendelet az egyes villamossági termékek biztonsági követelményeiről és az azoknak való megfelelésértékeléséről
- [8.4.7] Council Directive 89/336/EEC of 3 May 1989 of the Member States relating to electromagnetic compatibility
- [8.4.8] 31/1999.(VI.11.) GM-KHVM együttes rendelet az elektromágneses összeférhetőségről
- [8.4.9] 3/2000.(I.31.) MeHVM rendelet a rádióberendezésekről és a távközlő végberendezésekről, valamint megfelelésük elismeréséről
- [8.4.10] 8/1991. (III.14.) KHVM rendelet a postai és távközlési hatósági eljárásokkal kapcsolatos díjakról
- [8.4.11] 27/1994. (IX.29.) KHVM rendelet egyes közlekedési, hírközlési és vízügyi nemzeti szabványok kötelezővé nyilvánításáról
- [8.4.12] 32/2000.(XI.16.) EüM rendelet a vezeték nélküli távközlési építmény által kibocsátott elektromágneses sugárzás egészségügyi határértékeiről
- [8.4.13] Directive 95/62/EC of the European Parliament and of the Council of 13 December 1995 on the application of open network provision (ONP) to voice telephony
- [8.4.14] Communication 2000/C 369/03 from the Commission: Status of voice on the Internet under Community law, and in particular, under Directive 90/388/EEC

8.5. Hálózatok összekapcsolása, átengedése, hálózati hozzáférés

Szerző: dr. Szilágyi Sándor

Lektor: dr. Takács György

Az Internet szolgáltatók gyakran dicsekszenek azzal, hogy az Internet a "hálózatok hálózata", amely elérhetővé teszi a világ bármely pontján a nyújtott szolgáltatásokat. Ez a megfogalmazás azonban jóval régebbi hálózatokra is igaz, hiszen a távbeszélő nemzeti hálózatokat már a XX. század első felében összekötötték egymással és a hívó fél – kezdetben kézikézelésű nemzetközi kicserélőközpontokon keresztül, ma már előfizetői távhívással – kapcsolatba tud kerülni a világ bármelyik országának helyhez kötött vagy mobil előfizetőjével. Ennek érdekében, a beszédátviteli technológiákat illesztették egymáshoz és kialakult a hívások címzésének egy nemzetközileg elfogadott rendszere, tehát a hívások át tudtak lépni egyik hálózatból a másikba. A hálózatok közötti kapcsolatok köre az összekapcsolás mellett kibővült a piacon lévő szolgáltatók hálózatai közötti csatlakoztatás olyan formáival is, mint a hálózati hozzáférés és a helyi hurok átengedése.

A társadalomnak érdeke, hogy versenykörnyezetben, amikor az üzenet közvetítésében több hálózat vesz részt, a használóknak ebből ne származzék hátrányuk ahhoz képest, amikor egyetlen, monolitikus hálózat hozta létre a teljes kapcsolatot. Ezért a szabályozásnak figyelemmel kell kísérni a hálózat-üzemeltetők vagy szolgáltatók között létrejövő hálózati szerződéseket. A hálózati szerződéssel létrehozott üzleti kapcsolatok rendszere lehetőséget ad arra, hogy a szolgáltatók a versenyben diszkriminatív, esetleg kizáró magatartást tanúsítsanak.

8.5.1. Az összekapcsolás

A távközlő hálózatok egyik őstípusa, a távbeszélő hálózat fejlődése során korán jelentkezett az az igény, hogy az egy központba bekötött előfizetők beszélhessenek a többi telefonközpont előfizetőivel és viszont. Később ez az igény

kiterjedt nagyobb területek távbeszélő kapcsolatára is, egészen a nemzetközi összeköttetésekig. A hálózatok fejlődése azok struktúráldását vonta maga után; kialakultak a helyi hálózatok, valamint az ezek összekapcsolására szakosodott tranzithálózatok, kialakultak a nemzetközi összekapcsolásra szolgáló kicserélő központok és a nemzetközi összeköttetések rendszere.

A távközlés piacosodása folyamán már nem csupán a más területen működő hálózatok összekapcsolására merült fel igény, hanem szükségessé vált az azonos területen működő, konkurens szolgáltatók hálózatainak az összekapcsolása is. Hasonlóan, több szolgáltató is jelentkezett az összekapcsolás megvalósítására saját tranzithálózata útján. A piac tehát nemcsak a szolgáltatók és az előfizetők közötti viszonylatban alakult ki, hanem a szolgáltatók egymás közötti viszonyában is.

Az elmúlt több, mint 100 év folyamán nemcsak nyilvános hálózatok kapcsolódtak össze, hanem az üzleti célú, magáncélú hálózatok és a nyilvános hálózatok, továbbá eltérő rendeltetésű hálózatok (pl. telefon és adathálózat) csatlakoztatására is szükség mutatkozott. Ezért meg kellett fogalmazni az összekapcsolás lényegét.

Eszerint összekapcsolás a távközlő hálózatok olyan csatlakoztatása, amely során az egyik hálózat használói információt cserélhetnek a másik hálózat használóival, továbbá hozzáférhetnek egymás szolgáltatásaihoz, melyeket a hálózat saját szolgáltatója, vagy az ahhoz hozzáférő szolgáltató nyújt. Lényeges jellemző, hogy a hálózatokhoz kapcsolódó használók (pl. előfizetők) eredeti jogviszonya változatlanul megmarad, ki-ki a saját szolgáltatójával marad jogviszonyban annak ellenére, hogy esetleg egy másik hálózat szolgáltatásait veszi igénybe. Ilyen megközelítésben az összekapcsolás a hálózatok szimmetrikus együttműködési rendszere.

Az EU az összekapcsolási irányelvében [8.5.1] a meghatározást kiterjesztette arra is, ha egyazon szolgáltató használ két különböző hálózatot, ezért az irányelvben a következő meghatározás szerepel:

"összekapcsolás: egyazon vagy különböző szervezet által használt távközlő hálózatok fizikai és logikai csatlakoztatása annak érdekében, hogy az egyik szervezet felhasználói információt cserélhessenek ugyanezen, vagy egy másik szervezet felhasználóival, vagy hozzáférhessenek a másik szervezet

szolgáltatásaihoz. A szolgáltatásokat nyújthatják a résztvevő felek vagy a hálózathoz hozzáféréssel rendelkező egyéb felek."

Látható a meghatározásból, hogy a hálózatok összekapcsolásának jellemzője a reciprocitás, tehát az egyformán bővíti a szolgáltatásokat mindkét hálózat használói részére anélkül, hogy jogviszonyuk eredeti szolgáltatójukkal megváltoznék.

Hazánkban az 1930-as évek közepétől folyamatosan alakult ki a hálózati struktúra. A falvak, települések néhány erlang forgalma és a költséges átviteli utak több lépcsős hierarchia kialakítását tette szükségessé. Már 1938-ban kialakult a helyi-góc-szektor-gyűjtőgóc-főgyűjtőgóc központokból álló struktúra. 1950-60 között folyamatosan megszűntek a szektor központok és a góccok közelítőleg megegyeztek a járasszékhelyekkel.

1975-ben az árarányok folyamatos változásának, és a közigazgatás átalakulásának hatására csökkent a góccok száma. Az átviteli csatornák létesítésének ára tovább csökkent a központok költségéhez képest. Ez újabb gazdasági számítások eredménye alapján 52-56 gócközpont (később primer) körzet alakult ki. Jelenleg növekszik mind az átviteli utak, mind a primer és szekunder (korábban gyűjtőgóc) központok kapacitása. A jól defineált hálózati struktúra segítette a privatizáció megvalósítását, jelenleg pedig az összekapcsolás és az unbundling alapja lehet.

Ez a szétválasztás azonban csak a megjelenő új koncessziós távbeszélő társaságok esetén volt teljes (lásd bővebben az 5.2. alfejezetben). A MATÁV Rt., jóllehet külön koncessziót kapott az általa kiszolgált primer körzetekre és külön a belföldi és nemzetközi távhívás tranzithálózati szolgáltatásaira, a két terület – a vállalat sajátos, monopolisztikus belső felépítése miatt – nem vált szét, sőt, később a miniszter a két koncessziós szerződést össze is vonta.

Ilyen körülmények között a magyar hálózatban olyan helyzet alakult ki, hogy az összekapcsolást mindig csak a MATÁV-val, mint domináns szolgáltatóval kellett megvalósítani, még a mobil rádiótelefon szolgáltatóknak is. A domináns szolgáltató koncessziós szerződésében szereplő kizárólagos jog belföldi és nemzetközi távhívásokra annyit jelentett, hogy még a mobil hálózatok sem rendelkezhetek közvetlen nemzetközi hozzáféréssel, így többek között a nemzetközi bolyongás

(roaming) forgalmát – amihez a vezetékes szolgáltatónak vajmi kevés köze van – szintén az egyetlen tranzithálózaton keresztül kellett vinni.

Számos országban napirenden van az ún. szolgáltató-választás bevezetése (lásd még a 8.6. alfejezetet). Mivel ezekben az országokban megjelentek a differenciálódott összekapcsolási (tranzit) hálózatok és az összekapcsolási (közvetítő) szolgáltatók, melyek között verseny alakult ki, az előfizető joga, hogy megválassza azt a közvetítő szolgáltatót, amely belföldi és nemzetközi távhívásait továbbkapcsolja a hívott felé. Annak ellenére, hogy az előfizető nem kerül közvetlen jogviszonyba a közvetítő szolgáltatóval, és a távhívás díja általában a helyi szolgáltató számláján jelenik meg, az említett jogot fenn kell részére tartani, mégpedig előválasztás útján (amikor az előfizető szerződésében jelöli ki az általa előre megválasztott, a belföldi és/vagy nemzetközi távhívásait közvetítő szolgáltatót). Emellett az előfizetőnek rendelkeznie kell azzal a lehetőséggel, hogy ettől függetlenül, az összekapcsolási szolgáltatóját hívásonként is megválaszthassa.

Ennek az előfeltétele, hogy az adott helyi (előfizetői) szolgáltató össze legyen kapcsolva a választandó közvetítő szolgáltatóval. Ezt az EU országaiban a helyi szolgáltató részére kötelezettségként írták elő, ha erre a közvetítő szolgáltatótól ajánlatot kap. A kötelezettség általános jellegű, tehát mind a helyi (előfizetői) szolgáltatókra, mind a közvetítő szolgáltatókra érvényes, hogy ajánlat esetén kötelesek összekapcsolási szerződést kötni egymással annak érdekében, hogy minden előfizető minden előfizetővel kapcsolatba léphessen, az általa megválasztott, létező útvonalon keresztül.

Felmerül a kérdés, hogy a bevezetőben "hálózatok hálózata"-ként jellemzett Interneten miért nem kötnek a szolgáltatók hálózati szerződéseket? A magyarázat történeti okokon alapszik. Az Internet eredetileg közintézményi non-profit vállalkozás infrastruktúrájaként alakult ki és amikor két helyi számítógép-hálózat (LAN) között együttműködés vált szükségessé, az érdekeltek az átviteli utakat közösen bérelték, a szükséges végberendezéseket (jelirányítókat) közösen létesítették és tartották fenn. Nincs tarifamegosztás, nem fizetnek továbbítási (forgalmi) díjat senkinek, hiszen saját üzemeltetés történik. Ennek ellenére, a fenntartás költségeinek a viselésére, a hibakeresés és hibaelhárítás kérdéseinek a rögzítésére a felek megállapodást kötnek, de ezt nem összekapcsolási szerződésnek nevezik.

Külön témakör az összekapcsolási díjak kérdése. Ezt a nemzeti szabályozó hatóságok országonként eltérő módon szabályozták. Egyes országokban az összekapcsolási díjakat használták fel arra, hogy kompenzálják a helyi szolgáltatók egyetemes hozzáférés miatti veszteségeit. Az EU álláspontja szerint az összekapcsolási díjaknak a költségekkel kell arányosnak lenniük.

A témához tartozik az összekapcsolási piac meghatározása. Az EU itt elsősorban a végződtetési díjakat veszi figyelembe, azaz azt a díjat, amelyet az egyes szolgáltatók – távbeszélő esetén a helyhez kötött és a mobil rádiótelefon szolgáltatók – kapnak a többi távbeszélő vállalkozástól a tőlük érkező végződő forgalom célbajuttatásáért, kezeléséért. Ez annyit jelent, hogy az összekapcsolási piac főszereplőit nem a közvetítő hívástovábbítási tevékenységet végző vállalkozások között, hanem azok között kell keresni, amelyek a távbeszélő és a mobil rádiótelefon piacon is jelentős erőt képviselnek.

A vonatkozó EU irányelv [8.5.1] szerint azokat a szolgáltatókat, amelyeket a nemzeti szabályozó hatóság az összekapcsolási piacon jelentős piaci erővel rendelkező (SMP - Significant Market Power) szolgáltatónak minősít, az a kötelezettség is terheli, hogy összekapcsolási ajánlatot adjon kívánságra olyan hálózati pontra is, amely eltér a végfelhasználóknak felajánlott csatlakoztatási pontoktól.

8.5.2. Az összekapcsolási szerződések

A hálózatok összekapcsolásának jogi-kereskedelmi hátterét az összekapcsolási szerződések adják. Ezek legfontosabb tartalmi elemeit meghatározó alapvető követelmények [8.5.1]:

- a.) a működőképesség fenntartása katasztrófák esetén (extrém időjárás, földrengés, árvíz, tüzeset);
- b.) a hálózat sértetlenségének (integritásának) a fenntartása túlterhelés, műszaki meghibásodás, erősáramú tápáramellátás zavara esetén;
- c.) együttműködés a szolgáltatások nyújtása során, kielégítő minőségben;
- d.) adatvédelem és titkosság fenntartása.

Az a) szerinti követelmény olyan együttműködési kötelezettséget jelent, amikor az összekapcsolást megvalósító fizikai eszközök külső behatás okozta

meghibásodása vagy működés-képtelensége esetére közös munka, optimalizált intézkedések közös meghozatala szükséges. A szerződés ilyen esetre meg kell, hogy jelölje a két szolgáltató hálózati üzemeltetésének azt a legfelsőbb szintjét, ahol a szükséges operatív közös lépések megtehetőek a hálózatok együttműködésének helyreállítására.

A b) szerinti követelmény a felek felelősségét tükrözi a normális működés, hibamegállapítás, hibaelhárítás terén való együttműködésben. Az integritás követelménye nemcsak a távközlő alaphálózat, hanem az üzemfelügyelet és a hálózat-menedzselés területén is együttműködést ír elő.

A c) szerinti követelmény annak szerződéses rögzítését és teljesítését jelenti, hogy a felek az egymás hálózatában elérhető szolgáltatásokat egymás előfizetői számára is elérhetővé teszik. Ha valamely szolgáltatás kölcsönös nyújtása akadályba ütközik, úgy a szerződésnek erre külön ki kell térnie.

A d) pont szerint a felek kötelesek egymás előfizetői közléseinek a titkosságát tiszteletben tartani. Ide tartozik azoknak az adatoknak a bizalmas kezelése, amelyeket a szolgáltatók igénybevevőik vonatkozásában, a kifogások kezelése, a hibaelhárítás folyamán egymásnak átadnak.

Az alapvető követelményeken túl, a szerződésnek rögzítenie kell az együttműködés műszaki kérdéseit, nevezetesen a hálózatok közötti interfészek leírását. Korszerű vonalkapcsolt távbeszélő hálózatokban ez legalább négyféle interfészt jelent:

- a beszédátviteli utak,
- a jelzőhálózat (7-es jelzésrendszer),
- a hálózat-menedzselő rendszer és
- a szinkronizációs hálózat interfészét.

Csomagkapcsolt hálózatokban a hasznos jel és a jelzések átvitele nem szükségszerűen különülnek el. Némely hálózatok decentralizált (pl. GPS alapú) szinkronizációt alkalmaznak; ezeknél ilyen interfészre nem mindig van szükség.

Az EU irányelvei javasolják, hogy a nemzeti szabályozó hatóság írja elő szabványos interfészek használatát.

Az összekapcsolási szerződések várhatóan legtöbb vitát, nehézséget kiváltó része az összekapcsolási díjakra vonatkozó szakasz. Az idézett irányelv [8.5.1]

előírja, hogy a jelentős piaci erővel rendelkező szolgáltatók díjai átláthatók és költségorientáltak legyenek. A szolgáltató – a nemzeti szabályozó hatóság jóváhagyásával – köteles referencia összekapcsolási ajánlatot nyilvánosságra hozni, amelyben meg kell adja a díjak alapjául szolgáló költségszámítás összetevőit is.

A szabályozásnak ezen túlmenően elő kell írnia, hogy a szolgáltatóknak az összekapcsolási szerződés megkötésekor megkülönböztetés-mentesen kell eljárniuk, minden szükséges adatot egymás rendelkezésére kell bocsátaniuk. A szerződéseket meg kell küldeniük a nemzeti szabályozó hatóság részére, amely az üzleti titkot nem képviselő részeket minden érdeklődő félnek megmutathatja.

8.5.3. Hálózati hozzáférés

Hálózatok egymáshoz nemcsak a fent vázolt, szimmetrikus módon csatlakozhatnak. Egy másik eset az, ha valamely hálózat abból a célból csatlakozik egy másikhoz, hogy annak valamely részét (vagy az egészet) saját szolgáltatása részére igénybe vegye. Ennek legegyszerűbb formája a bérelt vonali szolgáltatás (lásd az 5.6. alfejezetben), de most főleg azokat a hálózati hozzáférési formákat vizsgáljuk, amelyek ennél fejlettebbek.

A legegyszerűbb és hosszú ideje használt ilyen szolgáltatás az alközponti beválasztás. Olyan esetekben, amikor a beválasztással elérhető alközponti mellékállomások a telefonkönyvben is megjelennek, a szolgáltató az így elérhető teljes mellékállomási kapacitást belesorolja saját előfizetői kapacitásába. Ezáltal oly módon bővíti az előfizetők számát, hogy megtakarítja a telefonközpont előfizetői kapcsolófokozatát és az előfizetők helyi hálózatoként használják az alközponti hálózatot. Az alközpont üzemeltetője tehát ilyenkor hozzáférési szolgáltatást nyújt a nyilvános távbeszélő szolgáltató részére.

A hálózati hozzáférés másik lehetséges esete, amikor az Internet szolgáltató úgy vállalja az előfizetői hozzáférés nyújtását, hogy erre a célra igénybe veszi a távbeszélő hálózatot. Az ilyen "betárcsázott" (dial-up) hozzáférés forgalmi költségeit az Internet előfizető fizetheti a távbeszélő szolgáltatónak, de fizetheti az Internet szolgáltatónak (ISP) is; ekkor az ISP téríti meg a távbeszélő hálózat üzemeltetőjének a felkapcsolódás forgalmi költségeit.

Hálózati hozzáférés az az eset is, amikor a távbeszélő szolgáltató egyes előfizetőinek a kiszolgálását – vezetékes összeköttetés híján – mobil rádiótelefon hálózat üzemeltetőjére bízta. Ilyen eset létezik hazánkban is, ahol a 900 MHz-es sáv felszabadítása következtében az eredetileg rádiós helyi hurokkal létesített előfizetői elérési hálózatot fel kellett számolni és az előfizetők átmeneti kiszolgálására a szolgáltató felkérte az egyik GSM szolgáltatót. Az eredetileg helyhez kötött távbeszélő előfizető azonban ezzel nem válik mobilá; a szolgáltató az előfizető lakásában vagy házában olyan rádiós egységet szerel fel, amelynek rádiós oldala ugyanúgy működik, mint egy GSM zsebtelefon, előfizetői oldala viszont kéthuzalos analóg csatlakozást tesz lehetővé.

Hálózati hozzáférés az ún. virtuális rádiótelefon szolgáltatás, amire Nyugat-Európában számos példa van. Ha valamelyik mobil rádiótelefon hálózatban szabad kapacitás van (pl. a cellák forgalma a számított alatt marad), ezt a hálózat-üzemeltető eladhatja olyan szolgáltatónak, aki maga nem rendelkezik teljes lefedő hálózattal, pl. mert nincs lehetősége szükséges beruházások gyors megvalósítására. Az ilyen hálózati hozzáférési szerződés megköthető olyan feltételekkel, hogy mindkét fél jól járjon; a hálózat-üzemeltető beruházásai hamarabb megtérülnek, az új szolgáltató pedig előfizetőket szerezhet és megindíthatja tevékenységét, mielőtt saját infrastruktúráját kiépítené.

Az EU a jelentős piaci erővel rendelkező szolgáltatókat kötelezi a hálózati hozzáférés lehetővé tételére.

8.5.4. A helyi hurok átengedése

A helyi hurok átengedésének két módját kell megkülönböztetni: a helyi hurok teljes és részleges átengedését.

A helyi hurok teljes átengedése

A helyhez kötött nyilvános távbeszélő hálózatok esetében van egy olyan tényező, amely a verseny kialakulását gátolja, de legalábbis időben nagyon hátráltatja. Ismeretes, hogy az ilyen hálózatok beruházási költségeinek legalább az egynegyedét az előfizetői hurok (hurok az angol-amerikai irodalom szó szerinti fordítása a magyar terminológia hálózatot, érpárat is használ) létesítése. Az új piaci

szereplők számára nagy és azonnal jelentkező költséget jelentene, ha a meglévő előfizetői helyi hurok mellett egy párhuzamos érpárt kellene lefektetni, ha az előfizető hozzá kíván átpártolni, nem is beszélve ennek az ésszerűtlen voltáról. Ezért a szabályozásnak elő kell írnia azt, hogy a birtokon belüli szolgáltató engedje át használatra volt előfizetője fémes helyi érpárját az új szolgáltatónak, ha az előfizető hozzá "igazolt át".

Ez tehát olyan vonalbérleti szerződés, amely három jellegzetességében különbözik a közönséges analóg bérlet vonali szerződésektől:

- az eredeti szolgáltató a vonal átengedett szakaszán nem végez jeltovábbítást, így ez voltaképpen a passzív réz érpár egyszerű bérleti szerződése,
- a díjak megállapítása során le kell választani azokat a költségeket, amelyek nem az adott vonal fenntartásával kapcsolatosak ("unbundling"),
- kötelezni kell a hálózat-üzemeltetőt arra, hogy az előfizetői fémes érpár kapcsolóberendezés-oldali végén az új szolgáltató berendezését vagy eszközeit elhelyezze (közös létesítményhasználat, „betelepedés”).

Az Európai Unió a kérdésnek olyan nagy jelentőséget tulajdonít, hogy az előfizetői hurok átengedését szabályozásban [8.5.3] írta elő, amely EU jogszabály az irányelvektől eltérően, honosítás nélkül kötelező a tagországokra. A fenti szabályozást átmenetinek tekintik, amíg az új szolgáltató ki nem tudja építeni saját infrastruktúráját.

Ez a megoldás természetesen nem zár ki egyéb megoldásokat az előfizető elérésére (pl. pont-multipont mikrohullámú rendszerek, kábeltelevíziós hálózatok), de ezek nem mindig valósíthatók meg versenyképes áron.

Az előfizetői hurok részleges átengedése

A technológiai fejlődés lehetővé tette, hogy réz érpáron a szokásosan igénybevett sáv szélesség felett további információátvitelt valósítsunk meg (lásd a 2.10. alfejezetet). Azok az alkalmazások azonban, amelyek ezen a szélessávú átviteli lehetőségen keresztül elérhetők, hagyományosan nem távbeszélő szolgáltatások. Jóllehet az első kutatások az érpárok jobb kihasználására kábeltvé mősor átvitelére irányultak, a fenti lehetőségekkel elsősorban az Internet szolgáltatók élnek.

Az előfizetői hurok teljes átengedésével ez annyiban rokon, hogy a birtokon belül lévő hálózat-üzemeltetőt a szabályozás erre is kötelezi, ezzel elősegítve a

szélessávú adatátviteli – elsősorban az Internet – szolgáltatások elterjedését. Az EU fent említett jogszabálya a részleges átengedésre is vonatkozik.

Voltaképpen itt is a vonalbérlés egy különleges fajtájáról van szó, amikor nem a fizikai vonal teljes bérléséről, hanem csak egy meghatározott frekvenciasávjáról kötnek megállapodást. A megállapodást ugyanazok a sajátosságok jellemzik, mint a teljes átengedés esetén. A különbség annyi, hogy a szélessávú adatátvitel a csatlakozás pontján mindig kiegészítő berendezéseket (adatmultiplexereket, szétválasztó szűrőket) igényel, amelyek a közös létesítmény-használat szempontjából bonyolultabban kezelhetők, mint a teljes átengedésnél a sokszor alkalmazható egyszerű érpár.

A helyi hurok átengedésére vonatkozó referencia-ajánlat

A hivatkozott EU szabályozás előírja, hogy az előfizetői hálózattal rendelkező, jelentős piaci erővel bíró szolgáltatónak referencia-ajánlatot kell nyilvánosságra hoznia, amelynek a következőkre kell kitérnie (rövidítve):

- a fizikai hozzáférésre alkalmas hálózati elemek, helyszínek és a hozzáférés műszaki feltételei,
- a sordott rézérpár műszaki adatai,
- rendelési, kiépítési eljárás és korlátozásai,
- a fentiekben kijelölt hozzáférési pontok helyiségeinek adatai a közös használat szempontjából,
- a közös használatú létesítmények biztonsági, látogatási szabályai, korlátozásai,
- a szolgáltató üzemviteli, információs rendszeréhez és adatbázisaihoz való hozzáférés feltételei,
- a megrendelt hozzáférés rendelkezésre bocsátásának határideje és ára,
- feltételek a szolgáltatás-minőség, hibaelhárítás, helyreállítás területén.

Irodalomjegyzék

[8.5.1] Directive 97/33/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 1997 on interconnection in Telecommunications with regard to ensuring universal service and interoperability through application of the principles of Open Network Provision (ONP), OJ No L268, pp. 37- (3.10.1998)

[8.5.2] 26/1993.(IX.9.) KHVM rendelet a közcélú távbeszélő-hálózat struktúratervéről

[8.5.3] Regulation (EC) No 2887/2000 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2000 on unbundled access to the local loop, OJ No L336, pp. 4-8. (30.12.2000)

8.6. Azonosító gazdálkodás

Szerző: dr. Gosztony Géza

Lektor: dr. Takács György

A felhasználó számára a távközlési számozás elsősorban eszközt jelent ahhoz, hogy egy üzenet végcélját kijelölje vagy egy szolgáltatást kiválasszon. Azok számára, akik a távközlési hálózatok jellemzőit jobban ismerik, nyilvánvaló, hogy emberek és/vagy gépek közötti információcsere esetében mindig tudni kell, hogy az üzenet hova megy és, hogy honnan jön. A számozás, általánosabban a távközlési azonosítók arra szolgálnak, hogy a hálózatokon belüli és a hálózatok közti információ áramlás megfelelő legyen. Ennek az alfejezetnek az a célja, hogy általános eligazítást adjon az azonosítókról és egyben alapul szolgáljon további tanulmányokhoz.

8.6.1. Számok, nevek, címek - azonosítók

A telefonkönyvben benne van Kovács úr telefonszáma. A telefonszám egyben Kovács úr címét is jelzi, aki a Hegytető utca 15-ben lakik. Ha azonban Kovács úr igénybe veszi a hívásátirányítási szolgáltatást, akkor az eredeti telefonszáma már csak a nevét jelenti és a hálózatban lévő intelligencia egy irányítási célokra használta, a pillanatnyilag érvényes címet jelentő másik számmal találja őt meg, pl. Szabónénál. Ugyanez a helyzet akkor is, ha Kovács úr máshova költözött és eredeti számát magával vitte. A telefonszámok mellett sok más számozási erőforrás is létezik, ilyenek a jelzéspontról kódok, a nemzetközi mobil előfizető azonosítók, stb. Az alábbi meghatározások általánosítják az eddig elmondottakat és érvényesek, pl. a gépek közötti információ cserére is [8.6.2].

- A **név** alfanumerikus azonosító, amely egy távközlési szolgáltatás kapcsán arra szolgál, hogy egy kommunikáció **legutolsó láncszemét** (végcélját) **azonosítsa**. A nevet a szolgáltatás szinten alkalmazzák, és szükség lehet arra, hogy hordozható legyen.
- A **cím** alfanumerikus azonosító, amely egy távközlési szolgáltatás kapcsán arra szolgál, hogy egy távközlési hálózatban azonosítsa egy egyedet (entitást) és **annak helyét**. A címet az irányítási szinten alkalmazzák és nincs arra szükség, hogy hordozható legyen.

- **A szám nevet vagy címet jelöl** és csak számjegyekből áll.

A meghatározásokban említett alfanumerikus azonosítók számokat, betűket és jeleket tartalmazhatnak. Az angol nyelvben és az EU jogi szövegekben a számok vagy számozás kifejezés a fenti meghatározások szerinti azonosítókat takar. Magyarországon a szabályozásban az *azonosító* kifejezés fenti meghatározások szerinti neveket, címeket és számokat egyaránt jelenti [8.6.1].

8.6.2. Az azonosítók korlátos erőforrások

Az azonosítókat a frekvenciákkal együtt korlátos erőforrásnak tekintik, amelyek külön figyelmet érdemelnek. A szabályozás az országok többségében és pl. az Európai Unió törvénykezése is így kezeli az azonosítókat [8.6.3]. Első pillantásra ez nem tűnik érvényesnek. Nem látni akadályát annak, hogy a számok vagy karakterek sorozata a szükséges hosszúságú legyen és így a nevek vagy címek halmazát látszólag korlátlanul lehet növelni.

Ez elméletileg helyes, de a rendelkezésre álló azonosítók tartományának bővítése kemény gyakorlati korlátokba ütközik.

Az azonosítók kezelése (kiértékelés, tárolás, átalakítás, stb.) bonyolult és drága szoftver, hardver eszközöket igényel. Az előfizetői telefonszámok egy számjeggyel való meghosszabbítása (tízszeres kapacitás növekedés !) kifejezetten költséges ügylet. A hálózat elemeinek szükséges bővítése is sokba kerül és figyelembe kell venni más költségeket is (a folyamat megszervezését, tárolt telefonszámok cseréjét különböző készülékekben, pl. fax gépekben, levél fejlécek módosítását, stb.) Az azonosító bővítésekkel kapcsolatos nagy költségek jelentik az egyik korlátozó tényezőt.

Más érdemi korlátozások a különböző nemzetközi számozási és címzési tervekben találhatóak. Annak érdekében, hogy az azonosítók területén zavartalan világméretű együttműködés valósuljon meg rögzítik a nemzetközileg használható számok és kódok hosszúságát és ez korlátozza az országos viszonylatban használható hosszúságot is. Így pl. a nemzetközi telefonszámok legfeljebb 15 számjegy hosszúságúak lehetnek, nem számítva a nemzetközi előtétet (amely majdnem minden országban „00”) [8.6.9].

8.6.3. Szabályozási irányelvek

Az azonosítókra vonatkozó szabályozással kapcsolatban a liberalizált, versenykörnyezetű távközléssel rendelkező országoknak kötelezettségeik vannak. Ezt a különleges figyelmet az erőforrások korlátossága és az értékes, azaz könnyen megjegyezhető azonosítók pl. a kereskedelmi életben betöltött szerepe indokolja. Előfeltétel az, hogy *az azonosító erőforrásokat egy független testület kezelje* (így pl. az EU irányelvekben szereplő független Nemzeti Szabályozó Hatóság, National Regulatory Authority – NRA). Továbbá követelmények (részletek nélkül): [8.6.3], [8.6.4], [8.6.5].

- verseny iránti nyíltság azaz az azonosító erőforrásokhoz való *megkülönböztetés nélküli hozzáférés* lehetősége,
- *átlátható ipari/gazdasági irányelvek* létezése az azonosító erőforrások lekötéséhez, kijelöléséhez és visszavonásához,
- az azonosító elrendezések (formátumok) *könnyű érthetősége* a felhasználók számára,
- *elegendő kapacitás* földrajzi és nem-földrajzi azonosítók, rövid kódok stb. számára,
- azonosító elrendezések *nemzetközi* (pl. európai szintű) *harmonizálása*
- szolgáltató választás és számhordozhatóság a verseny elősegítésére.

Az elektronikus hírközlésre vonatkozó EU irányelvek új csomagja (amelynek hatályba lépése 2003 első felére várható) megerősíti a fenti irányelveket.

Sok országban és az európai országok többségében azok, akik számára azonosító erőforrást jelöltek ki (általában a távközlési szolgáltatók és/vagy hálózat üzemeltetők) díjat fizetnek az erőforrások használatáért. Ez a díj vagy az azonosítókkal kapcsolatos igazgatási költségek fedezésére szolgál vagy magának az NRA-nak a költségeihez járul hozzá [8.6.7].

8.6.4. Nemzetközi szabványosítás és irányelvei

A távközlési hálózatok világméretű együttműködéséhez szükség van azonosítókkal kapcsolatos megállapodásokra. Az ITU-T a nemzetközi szabványokat készíti és tartja karban. Az ETSI az európai regionális szabványok felelőse. Az EU rendeletek és irányelvek számos az azonosítókra vonatkozó szempontot

tartalmaznak. A CEPT ECTRA által alapított ETO³ sok tanulmányt és eligazítást készített ehhez a tárgykörhöz. (2001 szeptemberében az ECTRA és az ERC mint ECC⁴-vé olvadt össze és az ETO és ERO⁵ is egyesült ECO⁶ néven).

Az EU rögzíti a számozással kapcsolatos szabályozás alapvető követelményeit továbbá a szolgáltató választás valamint a számhordozhatóság értelmezését és bevezetésük határidejét: [8.6.3 és 8.6.8]. Az ETO azonosítókra vonatkozó legfontosabb nemzeti konvenciókat (szabály együtteseket) [8.6.2, 8.6.4, 8.6.5, 8.6.6] foglalja össze, (lásd a 8.6.6. szakaszt). ETSI szabványaira csak néhány példát mutatunk be [8.6.13], [8.6.14].

A nemzetközi távközlésben a különböző alkalmazásokhoz az illetékes testületek számos nemzetközi számozási tervet állítottak össze. Ezek a tervek az érintett azonosítók szerkezetét és funkcionalitását tartalmazzák, tájékoztatást adnak arról, hogy az azonosítókat hogyan kell alkalmazni (pl. tárcsázási eljárások) és kitérnek a számjegy/karakter kiértékelésre (analízis), amely a továbbítandó információ (pl. egy telefon hívás) sikeres irányításához szükséges. Alább az ITU-T számozási és címzési tervek nem teljes jegyzéke látható a vonatkozó Ajánlás számával együtt:

- A nemzetközi nyilvános távközlés számozási terve – E.164, [8.6.9]
- B-ISDN számozás és címzés – E.191
- Nemzetközi mobil előfizetői azonosítók (IMSI⁷-k) – E.212, [8.6.11]
- Telex célkódok terv – F.69
- Nyilvános üzenet kezelő szolgáltatások név és cím terve – F.401
- Nemzetközi jelzéspontról kódok (ISPC-k) – Q.708, [8.6.12]
- Adathálózati azonosító kódok (DNIC-k) – X.121
- Információ technológia – Nyílt rendszerek összekapcsolása – Alapvető referencia modell: nevek és címek – X.650

A fenti jegyzék nem tartalmazza azokat az Ajánlásokat, amelyek a felsorolt számozási és címzési tervek alkalmazásaival foglalkoznak. Másrészt néhány

³ European Telecommunication Office

⁴ European Communication Commission

⁵ European Radiocommunication Office

⁶ European Communication Office

⁷ Elfogadott magyar terminológia hiányában az egyértelműség érdekében az angol megnevezés rövidítéseit adtuk meg.

nemzetközileg nagyon fontos azonosító, így pl. az Internet nevek vagy az Internet protokoll (IP) címek hiányoznak, mivel jelenleg ezekre nincsenek ITU Ajánlások. Ennek az az oka, hogy az utolsó néhány év kivételével az Internet világ és a hagyományos távközlés kapcsolatával, és így az egyik, illetve másik oldalon alkalmazott azonosítók együttműködésével nem foglalkoztak érdemben. (A jelenleg folyó munkákat a 8.6.8. szakasz ismerteti.)

Fontossága miatt, példaként az E.164 [8.6.9] számozási terv „környezete” látható az alábbi felsorolásban az ITU-T nemzetközi szabványosítás által kezelt területek szemléltetésére.

- E.164 országkódok és kapcsolatos azonosító kódok(IC-k) lekötésének, kijelölésének és visszavételének feltételei és eljárásai – E.164.1
- E.164 számozási erőforrások alkalmazása kísérletekhez – E.164.2
- Ország-csoportok számára alkalmazott E.164 országkódok és kapcsolatos azonosító kódok(IC-k) lekötésének, kijelölésének és visszavételének elvei, feltételei és eljárásai – E.164.3
- Az E-sorozatú nemzetközi azonosító erőforrások igazgatására, kijelölésére és visszavételére vonatkozó alapelvek és felelősségek – E. 190, [8.6.10]
- Módszerek szolgáltató választás és hálózat azonosítás megvalósítására – E.164, Supplement 1
- Számhordozhatóság – E.164, Supplement 2
- E.164 és X.121 számozási tervek együttműködése – E166/X.122
- Az E.164 számozási terv alkalmazásai:
 - UPT – E.168

-egyetemes nemzetközi zöld számok a nemzetközi díjmentes szolgáltatáshoz – E.169.1

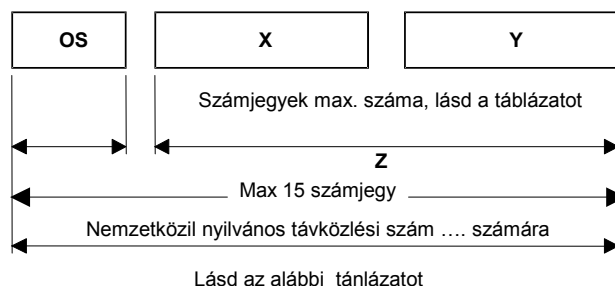
-egyetemes nemzetközi emeldíjas számok a nemzetközi emeldíjas szolgáltatáshoz – E169.2

-egyetemes nemzetközi kék számok a nemzetközi osztott díjas szolgáltatáshoz – E.169.3

-E.164 országkódok kiterjesztése – E.193

Az E.164 Ajánlás a nemzetközi számok szerkezetét mutatja meg (i) földrajzi területek, (ii) az ITU-T által meghatározott globális szolgáltatások és (iii) nemzetközi nyilvános Hálózatok (a nagy H szándékos) esetére. Ez utóbbiakat az egyes országok

Igazgatásai által elismert üzemeltető társaságok működtetik. Tájékoztatás található benne a szám szerkezetének különböző részeire vonatkozóan (lásd a 8.6.1 ábrában és a kapcsolódó 8.6.1 táblázatban található összefoglalást), a tárcsázási eljárásokról beleértve az előtétek alkalmazását, az átváltási (escape) kódokról, a számjegy analízis követelményeiről és alkalmazásáról ISDN esetében. Az E.164 Ajánlás a



OS: Országkód

X, Y és Z : lásd a táblázatot

Megjegyzés – Nemzeti és nemzetközi előtétek nem részei a nemzetközi távközlési számnak

legfontosabb nemzetközi számozási szabványnak tekinthető.

8.6.1 ábra – A nemzetközi nyilvános távközlési szám szerkezete (E.164)

8.6.1. táblázat

Nemzetközi szám számára:	OS (számjegyek száma)	X (számjegyek száma)	Y (számjegyek száma)	Z (számjegyek max. száma)
Földrajzi területek	1 – 3	BRS – Belföldi rendeltetési szám (nemzeti ügy)	ES – Előfizetői szám (nemzeti ügy)	BS – Belföldi szám (15 – CC)
Globális szolgáltatások	3	Nem alkalmazható	Nem alkalmazható	GSN – Globális előfizetői szám (12)
Hálózatok	3	AK – Azonosítási kód (1 – 4)	ES – Előfizetői szám (hálózat ügye)	– (11)

Aki a nyilvános telefonhálózatban hívást indít az a *nemzetközi vagy belföldi* előtéttel (00 vagy 0 a legtöbb országban) jelezheti, hogy nemzetközi vagy belföldi távolsági hívást kíván kezdeményezni. A hívó azt is jelezheti, hogy egy másik

számozási tervet szeretne alkalmazni (a számozási tervek együttműködését a 8.6.7. szakasz tárgyalja). Nemzetközi hívások esetében az OS egyértelműen azonosítja a földrajzi területet vagy a globális szolgáltatást. A nemzetközi Hálózatok számára kijelölt OS egy csoportot azonosít, egy adott Hálózat (pl. a British Telecom Global Office Application nevű hálózatának) kiválasztásához az AK is szükséges. Az OS és AK kódokat és a GES globális előfizetői számokat az ITU jelöli ki. A BRS-k valamint az ES-k kijelöléséért az adott ország illetve Hálózat felelős.

A BS-be foglalt BRS-nek többféle szerkezete lehet. Jelölheti egy ország földrajzi körzeteit, jelölhet különböző hálózatokat és/vagy szolgáltatásokat, de jelölheti ezeket mind. Egyes országokban az előfizetőnek csak az ES-t kell tárcsáznia ahhoz, hogy másokat egy adott földrajzi körzetben elérjen. Egy ország azonban alkalmazhat zárt számozási rendszert, amikor mindig ugyanannyi számot kell tárcsázni, vagyis a BRS-t is tárcsázni kell. Ebben az esetben nincs szükség belföldi előtétre, de a BRS feladata megmarad. ISDN esetében *alcím* tárcsázására is szükség lehet, ezt a hálózat transzparenssé teszi át a BS által kijelölt végpontba.

Hangsúlyozni kell, hogy az ITU készítette és más nemzetközi számozási és címzési tervek határozottan tekintetbe veszik a nemzeti Igazgatóságok szuverenitását. Bár ezek a tervek tartalmaznak eligazítást az országokon belül használt azonosítók szerkezetére, stb. vonatkozóan, de ezekben a kérdésekben végső döntés nemzeti ügy marad. Emiatt a Nemzeti Számozási és Címzési Terv (National Numbering and Addressing Plan, NNP) szabadon állítható össze, de gondos egyeztetést igényel pl. a regionális tervekkel.

8.6.5. Nemzeti számozási egyezmények, hazai helyzet

A nemzeti számozási egyezményeket és az NRA (National regulatory Authority HIF) felelősségét az ETO vizsgálta. A vonatkozó tanulmányokban jónéhány ajánlás található [8.6.2], [8.6.4], [8.6.5] és [8.6.6]. Az NRA-t érintő, egyezményekben leírt szabályozási feladatok az alábbiakra vonatkoznak:

1. A Nemzeti Számozási és Címzési Terv (NNP)
2. NNP gazdálkodás vagyis azonosító politika, amely (a) az NNP tartalmával, (b) a különböző típusú azonosító erőforrások szerkezetével, (c) ezen erőforrások szükséges kapacitásával, (d) a tárcsázási eljárások egyszerű kezelhetőségével és (e) az NNP valamint a nemzetközi és regionális követelmények harmonizálásával foglalkozik.

3. NNP igazgatás, amely végzi (i) az azonosító erőforrások szolgáltatók és hálózat üzemeltetők számára történő lekötési és kijelölési módszereit továbbá azok visszaigénylését, (ii) a közzétételt és a megfelelő felszólamlási eljárásokat. (iii) a piaci szereplőkkel lefolytatott rendszeres konzultációkat valamint (iv) a használatra kijelölt azonosító erőforrások használatának ellenőrzését.

Az ETO ajánlásai szerint az egyezményeknek mindenképpen ki kell terjedniük a telefon számokra, az adathálózati azonosító kódokra (DNIC-k) és a nemzetközi jelzéspontra kódokra (ISPC-k). Hasznos továbbá, ha az egyezmények tartalmazzák az adat országkód ATM vég rendszer címekeket (DCC AESA-k), a nemzetközi mobil előfizetűi azonosítókat (IMSI-k), a nemzeti jelzéspontra kódokat (NSPC-k), egyedi TETRA előfizetűi azonosítókat (ITSI-k) és a telex számokat (ez utóbbiakat csak abban az esetben ha a telex szolgáltatás területén verseny van). Az NNP gazdálkodás és igazgatás kérdései a hivatkozott irodalomban találhatóak.

Magyar helyzetkép

A távközlési piacot Magyarországon 2001 végén liberalizálták. A szabályozás alapelveit a hírközlésről szóló 2001 évi XL törvény tartalmazza **[8.6.1]**. Az azonosítókra vonatkozó keretek megteremtése a 90-es évek elején már elkezdődött. A több alkalommal korszerűsített magyar NNP-t, mint alapvető távközlési műszaki tervet ekkor hozták létre és az azonosító erőforrások igazgatása az NRA feladata lett. A 2001 évi XL törvény:

- kimondja, hogy a távközlési azonosító erőforrások az állam tulajdonát képezik,
- megkívánja az NNP – vagyis az ANFT (Azonosítók Nemzeti Felosztási Terve) folyamatos korszerűsítését,
- felhatalmazást ad arra, hogy az azonosítók használatáért díjat lehessen kérni,
- határidőt ad meg a szolgáltató választás és a számhordozhatóság bevezetésére,
- kötelezi a szolgáltatókat és hálózat üzemeltetőket, hogy az azonosítók területén működjenek együtt.

Az azonosítókra vonatkozó szabályozási keret az alábbi:

a. A Kormány 75/2000. (V. 31.) Korm.rendelete a távközlési szám- és címgazdálkodásról, valamint annak eljárási szabályairól.

b. 10/2001 (III.27) MeHVM rendelet a közcélú távközlő-hálózatok azonosítóinak felosztási tervéről. (Módosítás folyamatban.)

c. 19/2001. (X. 31.) MeHVM rendelet a közcélú távközlési szolgáltatásokhoz szükséges szám- és címtartományok lekötésének és használatának díjáról.

d. A Kormány 250/2001. (XII.18.) Korm. rendelete a szolgáltatóválasztás bevezetésének és alkalmazásának feltételeiről.

e. Kormány rendelet a számhordozhatóságról (megjelenik 2002 folyamán).

1999 óta az NRA különleges figyelmet szentel az azonosítókkal kapcsolatos kérdéseknek. Részt vett és vesz a jogszabályok előkészítésében. Megvalósíthatósági tanulmányok készültek az ANFT-ről, a szolgáltató választásról és a számhordozhatóságról. Jelentős munkát fektetett a használatban lévő azonosító erőforrások megbízható kimutatásának összeállításába és karbantartására. Az NRA honlapjának egy része tájékoztatást ad ennek a tárgykörnek különböző kérdéseiről. Az NRA szervezi a piaci szereplőkkel megvalósított fontos konzultációkat is.

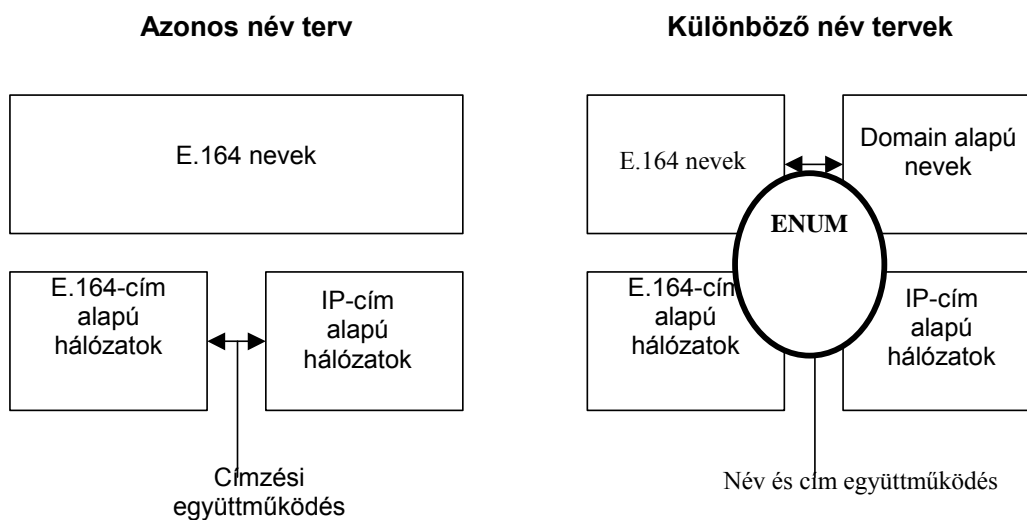
Az ANFT jelenleg a telefonszámozást, az adat DNIC-eket, a mobil IMSI-eket, a jelzésrendszeri ISPC-eket és NSPC-eket tartalmazza. Valószínűleg rövidesen tartalmazni fogja a TETRA ITSI-eket is. Telefonszámok esetében az ANFT teljesíti a liberalizált piac alapvető követelményeit, de a jövő számára nem megfelelő. A BRS-ek jelenlegi kevert szerkezetének, amely földrajzi körzeteket, más hálózatokat és szolgáltatásokat jelöl ki, nincs megfelelő tartaléka. A szükséges radikális változás jelentős átrendezést igényelne és befolyásolná a jelenlegi BS-ek többségét. Ez a lépés jelenleg megfontolás tárgya. Rövid kódokkal nincs hasonló gond.

8.6.6. Számozási és címzési tervek együttműködése

Egy adott hálózathoz kapcsolt felhasználó, akinek az a szándéka, hogy valamilyen szolgáltatást elérjen, rendes körülmények között azonosítókat használ, hogy kapcsolódjék ehhez a szolgáltatáshoz. Műszaki szempontból két alapvető helyzet van: a szolgáltatást vagy ugyanaz a hálózat, vagy egy másik hálózat ajánlja fel. Minden esetben azonosítókat kell arra használni, hogy a kívánt szolgáltatás vagy hálózat elérési pontjához el lehessen jutni a kiindulási hálózathoz. Előfordulhat, hogy számozási és címzési tervek együttműködése támogatja a hozzáférést és irányítást a másik hálózatban.

Egy nemzeti PSTN/ISDN hálózatban a hozzáférési pontot az E.164 alapú szám BRS részével lehet elérni (lásd a 8.6.4. szakaszt). Ha a szolgáltatást ugyanaz a hálózat ajánlja fel (pl. díjmentes vagy emeltdíjas szolgáltatást), akkor

számátalakítás (tranzláció) lehet pl. a feladat a végcél (díj nélkül hívható előfizető vagy emeldíjas szolgáltatási adatbázis) eléréséhez. Ha szolgáltatást egy másik (pl. mobil-, adat- vagy IP alapú-) hálózat ajánlja fel, akkor a hozzáférési pontot ugyanilyen módon lehet elérni. A következő lépés attól függ, hogy a másik hálózatban milyen név- és cím tervet használnak. Ha ez a hálózat E.164 alapú név tervet használ, akkor csak címzési együttműködésre van szükség. Ha nem, akkor együttműködés kell mind a nevek, mind a címek területén. A helyzetet a telefonhálózat és az IP alapú hálózat esetére a 8.6.2. ábra szemlélteti. A fenti megfontolások egyfázisú hozzáférésre érvényesek és kiterjeszthetők nemzetközi hálózatok és szolgáltatások elérésére valamely PSTN/ISDN hálózatból felhasználva az E.164 alapú szám OS részét. Ha kétfázisú hozzáférést kell használni, (pl. ha a szolgáltatás vagy a hálózat jogosultság ellenőrzést kíván), akkor nincs szükség további név- és cím együttműködésre, mert a második fázisban szabadon használhat a felhasználó más név- és cím tervet.



8.6.2. ábra Névv- és cím együttműködési példa

Az E.164 és más tervek közötti együttműködésre példákat lehet találni a 8.6.5. szakaszban. Intenzív együttműködés folyik az IETF és az ITU-T 2. Tanulmányi Bizottsága között az ENUM név- és cím együttműködés keretében, lásd a 8.6.2. ábrát. ENUM a neve annak az eljárásnak, amely leképezi az E.164 alapú számokat a domain alapú név rendszerű URI-kba (Uniform Resource Identifiers), megfeleltetve ezeket a számokhoz tartozó hírközlési alkalmazásoknak. ENUM vonatkozású Ajánlásait az ITU-T a RIPE-NCC (*Réseaux IP Européens Network Coordination*

Centre)-val létrejött együttműködés irányelvei alapján egy értelmezést szolgáló Supplement-et készít, melyet várhatóan 2002 első felében hagynak jóvá.

8.6.7. Számhordozhatóság, szolgáltató választás

A számhordozhatóságot és a szolgáltató választást az EU kifejezetten előírja a verseny támogatására, lásd [8.6.8]. A kapcsolatos irányelv szövege megkívánja, hogy a *számhordozhatóság* valósuljon meg a vezetékes telefonhálózati szolgáltatók között (a) földrajzi számokra, akkor, ha az előfizető csatlakozási helye nem változott és (b) nem földrajzi számokra minden esetben. Az EU nem kívánja meg a hordozhatóságot, ha a csatlakozási hely megváltozott (csatlakozási pontok közötti hordozhatóság) vagy a szolgáltatás megváltozott (szolgáltatások közötti hordozhatóság). Az EU Irányelvek új együttese, amelyek végleges formájukban 2002 elején jelentek meg kiterjeszti a hordozhatóságot a mobil szolgáltatásokra, de egyértelműen kizárja azt vezetékes és mobil hálózatok között.

Szolgáltató választás esetében az EU azt kívánja, hogy legalább azok a szervezetek, amelyek jelentős piaci erőt képviselnek tegyék lehetővé előfizetőik számára, hogy elérhessék a nyilvánosan elérhető távközlési szolgáltatást nyújtó velük összekapcsolt összes szolgáltató kapcsolt szolgáltatásait. Az előfizető a szolgáltatásokat vagy rövid előtét hívásonkénti tárcsázásával vagy előválasztással érhesse el. Gondoskodni kell azonban arról is, hogy az előválasztást hívásonként felülleghessen írni. Magyarországon az előtét „15cd” alakú, a „cd” számjegyek az elérendő szolgáltatót jelzik.

Világosan kell látni, hogy maga a számozás csak alárendelt szerepet játszik a hordozhatóság és a szolgáltató választás megvalósításában. Számos fontos, nem-számozási követelmény van, így: meg kell oldani az előfizetői igények kezelését és a hálózat üzemeltetők együttműködését, meg kell hozni a számlázásra és az elszámolásra vonatkozó döntéseket, működtetni kell a számhordozhatósági referencia adatbázist, ki kell választani a műszaki megoldásokat, stb. A kulcskérdés ezeknek a problémáknak a megoldása.

Számos olyan fontos további témakör van, amelyek az alfejezetben nem szerepelnek, így pl. az irányítási számok alkalmazása, a jelzésrendszeri

vonatkozások, a számozási tervek együttműködéséhez szükséges átváltási (escape) kódok használata, stb. De a fenti áttekintő kép segíthet annak felismerésében, hogy a távközlési azonosítók alapvető fontosságú és nem is olyan egyszerű eszközei a távközlési szolgáltatások hatékony használatának a liberalizált környezetben.

Irodalomjegyzék

[8.6.1] 2001. évi XL. törvény a hírközlésről. – Magyar Közlöny, 72. 2001. p. 5221-5264.

[8.6.2] Final Report on Harmonised National Conventions for Naming and Addressing – ETO, Dec. 1999, Work order Nr. 48465, Authors: J. Nuijten, M. Bernardi, pp. 107.

[8.6.3] Directive 97/33/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 1997 on interconnection in Telecommunications with regard to ensuring universal service and interoperability through application of the principles of Open Network Provision (ONP) –(31997L0033) Official Journal L 199, 26/07/1997 p. 0032 – 0052.

[8.6.4] Final Report on Review of Numbering Schemes on their Openness to Competition, ETO, Oct. 1997, Work order No. 48 378, Author: J. Kanervisto, pp. 67.

[8.6.5] Final Report on Harmonised National Numbering Conventions, ETO, Oct. 1997, Work order Nr. 488379, Author: J. Nuijten, pp. 54.

[8.6.6] Final Report on Harmonisation of Short Codes in Europe, ETO, Sept. 1998, Work order Nr. 48380, Author: J. Nuijten, pp. 67.

[8.6.7] Fees for Licensing Telecommunications Services and Networks – ETO, Oct. 1999, Work order Nr. 48464, Author: Ann Vandenbroucke, pp. 90 + 62.

[8.6.8] Directive 98/61/EC of the European Parliament and of the Council of 24 September 1998 amending Directive 97/33/EC with regard to operator number portability and carrier pre-selection – Official Journal L 268, 3/10/98 p.0037 – 0038

[8.6.9] The international public telecommunication numbering plan – ITU-T Recommendation E.164. May 1997, pp.25.

[8.6.10] Principles and responsibilities for the management, assignment and reclamation of E-Series international numbering resources – ITU-T Recommendation E.190. May 1997, pp.12.

[8.6.11] The international identification plan for mobile terminals and mobile users – ITU-T Recommendation E.212. Nov.1998, pp.10.

[8.6.12] Assignment procedures for international signalling point codes – ITU-T Recommendation Q.708. March 1999, pp.17.

[8.6.13] Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Numbering, addressing and identification – ETSI EN 300 927 V5.4.1, Dec. 2000., pp.21

[8.6.14] Management of the European Telephony Numbering Space (ETNS) – ETSI EN 301 161 V1.2.1, Jan. 2002., pp.18.

8.7. Frekvenciagazdálkodás

Szerző: dr. Grad János

Lektor: dr. Hazay István

Frekvenciagazdálkodásnak nevezik azon állami szabályozási intézkedések összességét, amelyek a rádiófrekvenciák kiosztásával és használatával kapcsolatosak. A pontosabb értelmezéshez meg kell határozni, hogy

- mi minősül rádiófrekvenciának, továbbá
- milyen körülmények között érvényesíthetők a rádióhullámok használatának frekvenciagazdálkodási szabályai.

Rádiófrekvenciának az elektromágneses spektrum 3000 GHz-nél kisebb frekvenciájú tartománya minősül. A frekvenciagazdálkodás nem foglalkozik tehát olyan információátvitellel, ami nem elektromágneses terjedésen alapul (pl. víz alatti ultrahang-kommunikációval), továbbá olyan elektromágneses típusú kommunikációs rendszerekkel, amelyeknek frekvenciája meghaladja a 3000 GHz-et (infravörös-, fény-hullámhosszú-, ultraibolya- és röntgen-frekvenciás átvitelek).

A frekvenciagazdálkodás csak a szabad térben terjedő rádióhullámokra ad szabályozási keretet. Nincsenek frekvenciagazdálkodási kritériumok a berendezések belsejében alkalmazott rádiófrekvenciás eljárásokra, továbbá a vezetékes jelátvitelre. Ugyanakkor azonban a berendezések és távközlési vezetékek zavar-kisugárzásait a frekvenciagazdálkodás sokoldalúan szabályozza. Elmondható tehát, hogy a frekvenciagazdálkodás tárgya a szabadon terjedő rádióhullámok használata.

8.7.1. Interferenciák és elhárításuk

Miért van szükség szabályozásra a szabadon terjedő rádióhullámok esetén? Ennek oka az, hogy szabályozás hiányában – vagy a kialakított szabályrendszer megsértése esetén – rádiótechnikai zavarások, interferenciák léphetnek fel. Az interferencia olyan zavarási jelenség, amelynél egy rádiótávközlési összeköttetés valamelyik rádió-vételi pontjára a rendeltetésszerű jeleken túl egyéb rádióforrások nem ide szánt jelei is eljutnak és hatással vannak a vételre.

Elvileg csak akkor lenne mindennemű interferencia elkerülhető, ha egy-egy frekvenciát a földkerekségen csak egy ízben használnának fel. Ilyen esetben elérhető lenne, hogy a saját hasznos jel mellett még a legkisebb idegen jel se jusson a vevő-bemenetre. Gyakorlatilag azonban a távoli jelforrások jelei nem zavarhatnak. Felvetődik a kérdés, hogyan határozható meg, mikor zavaró egy jel. Meg kell tehát határozni a zavarás (interferencia) kritériumait.

A vételi interferencia-viszonyok a rádiótávközlési összeköttetés jellemzőitől és a zavaró jeltől egyaránt függenek, mégpedig elsősorban a hasznos és zavaró jelek egymáshoz viszonyított nagyságától. A zavarások kiértékelésében természetesen szerepet játszanak az átviteli jellemzők (pl. moduláció, kódolási eljárás, hozzáférési mód), a vevőberendezés paraméterei (pl. határérzékenység, vevőszűrő-karakterisztika), továbbá a zavaró jelek forma-jellemzői (pl. impulzus-kitöltési tényező).

Az interferencia jól meghatározott paraméterekkel jellemezhető. Nyilvánvaló, hogy nem mindenfajta idegen-jel behatás hoz létre káros zavarást. A nemzetközi gyakorlat a rádiótávközlési eljárások számos típusa esetére meghatározza a zavartatási kritériumok normaértékeit, vagyis azokat a küszöbszámokat, amelyek az *elfogadható interferenciát* és a *káros interferenciát* szétválasztják.

8.7.2. Rádiószolgálatok és a rádióspektrum felosztása

A Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) a rádió-alkalmazásokat olyan nagy kategóriákba – rádiószolgálatokba – csoportosította, amelyek mind a felhasználási módot illetően, mind pedig interferenciás tulajdonságaikban jellegzetesen különböznek egymástól. Néhány példa a rádiószolgálatokra:

- Műsorszórás – egy földfelszíni adópontból nagyszámú vevőberendezésekhez műsor továbbítása;
- Műholdas műsorszórás – műholdon telepített adópontból földfelszíni vevőberendezésekhez műsor továbbítása;
- Állandóhelyű szolgálat – földfelszíni rádiótávközlési rendszerek, rögzített telephelyű állomásokkal;
- Műholdas állandóhelyű szolgálat – rádiótávközlési rendszerek, amelyeknél az állandóhelyű földi állomások műhold közvetítésével kapcsolódnak egymáshoz.

A földfelszíni rádiószolgálatoknak gyakran van műholdas megfelelője. A fenti rádiószolgálatok ilyen módon általában párba állíthatók, de a műholdas távközlés

sajátosságaiból fakadóan számos műholdas szolgálathoz nem rendelhető hozzá hasonló földfelszíni szolgálat. Nincs hozzárendelés például az alábbi műholdas szolgálatoknál:

Műholdak közötti rádiószolgálat,

Műholdas Föld-kutatás.

Néha nincs szükség a földfelszíni és műholdas technika rádiószolgálati megkülönböztetésére. Példa erre a rádiócsillagászat.

Az interferenciák könnyebb kezelhetősége végett az ITU az egyes rádiószolgálatokat frekvenciablokkokba (sávokba) rendezi. Ilyen módon jellegzetes frekvencia-felosztási táblázat jön létre: Az egyes frekvenciasávokhoz egy vagy több rádiószolgálat van hozzárendelve. Például:

8400-8500 MHz Állandóhelyű szolgálat

Mozgószolgálat (a légi mozgó kivételével)

Űrkutatás (űr-Föld irány)

8500-8550 MHz Rádiólokáció

8550-8650 MHz Műholdas Föld-kutatás (aktív)

Rádiólokáció

Űrkutatás

stb.

Amennyiben egy-egy frekvenciasávon belül több rádiószolgálat is helyet kap, ezek úgy vannak megválasztva, hogy egymásra gyakorolt zavaró hatásuk jól értékelhető legyen, továbbá meg legyen az elvi lehetősége interferencia-védelmi kritériumok kialakításának. A műszaki kritériumok mellett adminisztratív eszközök is rendelkezésre állnak a rádiószolgálatok közti interferenciák csökkentéséhez. Ilyen adminisztratív eszköz az egyes szolgálatokhoz rendelt *prioritás*.

Valamely rádiószolgálat elsődleges, másodlagos, vagy harmadlagos prioritással rendelkezhet. Amennyiben egy frekvenciasávban elsődleges és másodlagos prioritású rádiószolgálat egyaránt van, úgy a másodlagos prioritású szolgálat nem okozhat káros interferenciát az elsődleges prioritású szolgálatoknak és védelmet sem igényelhet az elsődleges szolgálat zavarásától.

A harmadlagos szolgálatokat non-interferatív alapon működő szolgálatoknak nevezik. Az ilyen szolgálatok egyáltalán nem igényelhetnek interferenciás védelmet és nem okozhatnak zavart más – prioritásban magasabb rendű – rádiószolgálatoknak.

Gyakori eset, hogy egy frekvenciasávban több rádiószolgálat azonos prioritással (többnyire elsődlegességgel) rendelkezik. Ilyenkor általánosságban nem dönthető el, melyik van előnyben a másikkal szemben. A használati elsőbbség az egyes megvalósított rádiórendszerekhez van rendelve. Azonos prioritású rádiószolgálatok esetén az a rádiószolgálati alkalmazás (rádiórendszer) rendelkezik elsőbbséggel a többivel szemben, amelyet korábban telepítettek – pontosabban, a bejelentése korábbi keltezésű. Előnyvel az a felhasználó rendelkezik, amelyik előbb adja be igénylését (sorrendi igény-kielégítés).

A rádióspektrum 9 kHz – 275 GHz része van felosztva (*allokálva*) a különféle rádiószolgálatok között. A fenti tartományba nem eső – a gyakorlati távközlés szempontjából nagyon kicsi és nagyon nagy – rádiófrekvenciák jelenleg korlátozás nélkül felhasználhatók tetszőleges rádiószolgálati alkalmazásra.

A rádiószolgálati felosztás sok frekvenciasávban globális, tehát a Föld egészére kiterjed. Számos frekvenciasáv azonban regionális kiosztású. Rádióhasználat tekintetében a Föld három régióra van osztva:

1. régió: Európa, Oroszország, Afrika és a Közel-Kelet,
2. régió: Amerika,
3. régió: Közép- és Távols-Kelet, Ausztrália és Óceánia.

A regionális rádiószolgálati felosztás az egyes régiók eltérő rádió-használati igényeit és elvárásait tükrözi.

8.7.3. Rádió Világértekezlet, Nemzetközi Rádiószabályzat

A rádióspektrumnak a rádiószolgálatok szerinti globális és regionális felosztása a világ országainak kompromisszumos megállapodásain nyugszik. A tárgyalások és megállapodások színtere a kb. 3 évenként rendezett Rádió Világértekezletek sorozata (a legutóbbi 2000-ben volt Isztambulban, a soron következő 2003-ban Caracasban lesz). A Rádió Világértekezletek az ITU

szervezésében létrejött konferenciák, amelyeken a világ valamennyi országa részvételi joggal rendelkezik és csaknem mindegyik részt is vesz rajta.

Az ITU által szervezett Rádió Világértekezletek döntéseinek és határozatainak összefoglalója a Nemzetközi Rádiószabályzat (RR). Minden egyes Világértekezőlet újabb módosításokat hajt végre és kiegészíti a Nemzetközi Rádiószabályzatot. Így az RR a sok évtized alatt létrehozott megállapodások gyűjteményévé vált.

Az RR terjedelmére nézve sok kötetes dokumentum. Legfontosabb része a frekvenciasávok felosztási táblázata, ami a rádióspektrum rádió-szolgálatok szerinti felosztásáról rendelkezik. További részeiben részletesen foglalkozik frekvenciasávonként a rádiószolgálatok teljesítmény-korlátozásaival, minthogy ez a biztosítéka a különböző szolgálatok együttélésének.

Az RR olyan szerződés-dokumentum, ami nagyszámú szuverén ország kölcsönös megállapodásán alapul. A megállapodások általában kompromisszumok sorozatán át születnek. A kompromisszum-képzés sajátos eszköze a *lábjegyzet*. Ezekben egyes országok, vagy ország-csoportok az általánostól eltérő rádiótechnikai megoldásokra kapnak lehetőséget. (Pl. vannak olyan lábjegyzetek, amelyeket az EU-országok alkalmaznak sajátos rádiótávközlési igényeik alátámasztására.) Ha egy ország nem részese valamely lábjegyzetnek, akkor ehhez a lábjegyzethez utólag nehezen tud csatlakozni, minthogy a csatlakozás előfeltétele valamennyi szomszédos ország beleegyezése. (Magyarországnak hét szomszédja van, 7 beleegyező nyilatkozatra van szükség.)

A Nemzetközi Rádiószabályzatot kormány-felhatalmazású delegátusok írják alá és az egyes országok nemzeti jogrendjének részévé válik. Így van ez Magyarországon is. A magyar rádiótávközlési szabályozás alapvető iránymutatója a Nemzetközi Rádiószabályzat.

8.7.4. Rádiótávközlési ajánlások, szabványok, egyezmények

Ajánlások

A Nemzetközi Rádiószabályzatra épülve, Európában két nagy nemzetközi szabályozási rendszert használnak. Az egyik az ITU tanulmányi bizottságainak munkáján alapuló dokumentum-rendszer, a másik az európai országok regionális

távközlési szervezete, a CEPT által létrehozott dokumentum-gyűjtemény. A vonatkozó szabályozási dokumentumokat általában „Ajánlásnak” nevezik, minthogy nem konszenzuson alapuló államközi megállapodásokról van szó, hanem szakértői bizottságok tudományos tevékenységén alapuló szabályozási kritériumokról. Az Ajánlások elfogadása az egyes államok részéről fakultatív, de erősen ajánlatos, minthogy ezáltal egymáshoz igazított – harmonizált – rádióhasználatok jönnek létre.

Szabályozási hatásukat tekintve az Ajánlások két csoportba sorolhatók.

A tényrögzítő típusú Ajánlások tartoznak az egyik csoportba (pl. milyen modulációkat ajánlatos használni és az egyes modulációkat milyen paraméterekkel célszerű figyelembe venni, stb.). A tényrögzítő típusú Ajánlások nagyon hasznosak technikai szempontból. Az ITU-Ajánlások felölelik a rádiótávközlés egészét és együttesen a teljes rádiótávközlés monográfiáját adják.

A szabályozási Ajánlások képezik a másik nagy kategóriát (ilyen például a rádióátvitel frekvencia-csatornáinak kialakítását leíró szabály-rendszer). A szabályozási Ajánlások a műszaki alapokat nyújtó tényrögzítő Ajánlásokon nyugszanak. Ezért a tényrögzítő és szabályozó Ajánlások együttesen egységes háttérrel biztosítanak a rádiótávközléshez.

Az ITU és CEPT Ajánlásai struktúrájukra nézve azonosak, azonban jellegzetes súlypont-eltérés van közöttük. Az ITU-nál a műszaki leírásokat adó tényleíró Ajánlások többségben vannak, ezzel szemben a CEPT Ajánlások túlnyomó része szabályozási típusú. Ilyen módon a CEPT Ajánlások frekvenciagazdálkodási szempontból nagy jelentőségűek az európai országok részére, de a rádiótávközlés eljárásaira nézve nincs túl nagy befolyásuk. Ugyanakkor a CEPT Ajánlásoknak van egy alapvető járulékos funkciója: Átaluk képes az Európai Unió a rádiótávközlés területén érdekérvényesítő hatást gyakorolni az Unión kívüli CEPT-tagállamokra.

A CEPT Ajánlások egyedi jellegzetessége, hogy iránymutatást adnak az európai típusú rádiótávközlési rendszerek üzemeltetési és engedélyezési módjára. Ilyen európai rendszer például a GSM rádiótelefon, a UMTS harmadik generációs mobil távközlési rendszer, a TETRA diszpécser-rendszer, HIPERLAN rádiós helyi hálózat, valamint az európai érdekeltségű műholdas távközlési és navigációs rendszerek.

Szabványok

A nemzetközi szabályozás további eszköze a *szabványosítás*. Ennek európai szervezete az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (ETSI). Az európai szabványok ETS (Európai Távközlési Szabvány) és EN (Európai Szabvány) névvel jelennek meg. Az távközlés EN-szabványai (együtt a más területekre vonatkozó EN-szabványokkal) az Európai Unió szabványrendszerének részét képezik. Az ETSI által kibocsátott szabványok távközlési rendszerek működését és a jellegzetes paraméterek minimum-követelményeit szabják meg. Hangsúlyozni kell, hogy az ETSI nem berendezéseket, hanem mindig rendszereket szabványosít. Megjegyzendő azonban, hogy a rendszerekre megadott szabvány-előírások gyakran az alkalmazott berendezések révén érvényesülnek, ezáltal (szinte a rendszer-specifikáció melléktermékeként) berendezés-szabványok jönnek létre.

Az ETSI munkájához fűződik (többek között) a GSM és UMTS mobil rendszerek szabványának kidolgozása, valamint a legtöbb európai távközlési rendszer specifikációjának meghatározása.

Az Európai Unióban a szabványok nem kötelezőek, továbbá Magyarországon sem kötelező a szabvány-használat. Bizonyos lényeges rádió-paraméterek értékét azonban nem lehet fakultatívvá tenni, mert ez káros interferenciákhoz vezetne. Ezért a CEPT Határozatokban írja elő egyes szabványok – illetve a szabványban foglalt lényeges paraméterek – használatát. A Határozatokhoz csatlakozás nem kötelező, de amelyik ország kinyilvánítja a csatlakozását (az EU-tagállamok mind ilyenek), arra az országra a vonatkozó ETSI-szabvány által megadott paraméter betartása kötelező.

Egyezmények

Egyes rádióalkalmazások esetében nemzetközi szerződések szabályozzák az egyes országok által felhasználható frekvenciákat, vagy frekvencia-blokkokat. Ilyen pl. a Stockholmi Egyezmény a műsorszóró frekvenciák megállapítására. Más esetben a nemzetközi egyezmények azt írják elő, milyen esetben kell a szomszédos országoknak egymással egyeztetni (koordinálni) a rádióhasználatot. Ilyen koordinációs megállapodás a Bécsi Egyezmény, ami az állandóhelyű és mozgószolgálati alkalmazásokra adja meg a koordináció feltételeit. A fentiekhez hasonló sokoldalú szerződéseken túl Magyarország szempontjából nagy jelentősége

van a kétoldalú államközi szerződéseknek. Magyarországgal hét ország szomszédos és a különféle rádió-alkalmazások határ-közeli zavarmentes használatát kétoldalú egyezmények is elősegítik. A szerződések azonban jelentős korlátozást is jelentenek a rádiószolgálatok működésére az országhatárok környezetében.

Felvetődik a kérdés, mit jelent az országhatár „környezete”. A koordinációs távolság – tehát az országhatártól számított azon távolság, amelyen belül rádiótávközlési koordináció szükséges a szomszédos országgal – függ az adott rádióalkalmazástól és a frekvenciasávától, konkrét értéke azonban az államok megállapodásának tárgya. Kis országok esetében koordinációs övezet az ország jelentős részét lefedheti. Magyarország esetében számos rádióalkalmazásnál az országnak nincs olyan pontja, ahol valamely szomszédos országgal ne kellene koordinálni.

8.7.5. Magyar jogi szabályozás

A frekvenciagazdálkodás általános szabályait és a szabályzó testületek működésének jogi alapjait Magyarországon jelenleg önálló törvény képezi (a frekvenciagazdálkodásról szóló 1993. évi LXII. törvény). A közeljövőtől a törvényi alapszabályozást a hatályba lépő Hírközlési Törvény fogja nyújtani.

Nemzetközi megállapodások jelentős mértékben meghatározzák a magyar rádió-szabályozás kereteit. Ezeket a kereteket kell a nemzeti sajátosságoknak megfelelően kitölteni. A magyar rádiótávközlési szabályozás alapvető dokumentuma a Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata (FNFT), ami kormányrendelet formájában jelent meg, tehát a magyar jogrend része. Az FNFT felépítése megegyezik a Nemzetközi Rádiószabályzat (RR) struktúrájával és sávonkénti bontásban tartalmazza a Magyarországra érvényes rádiószolgálati frekvencia felosztást. Ezen túlmenően, az FNFT további bontást hoz létre. Intézkedik arról, hogy egy egy sávban milyen rádiószolgálatok vannak polgári használatban, kormányzati használatban, továbbá közös polgári-kormányzati használatban. (Kormányzati felhasználásnak a hazai jogrendben a fegyveres testületek rádióhasználatát nevezzük.)

Az FNFT-ben a frekvenciasávok rádiószolgálati megjelölése mellett gyakran találunk egy ú.n. nemzeti-lábjegyzet megjelölést. A nemzeti lábjegyzetek az adott

sávrész konkrét magyarországi felhasználását írják elő. A lábjegyzet kimondja tehát, hogy egy adott rádiószolgáltatón belül milyen rádiótechnikai alkalmazást lehet Magyarországon megvalósítani. A lábjegyzetek gyakran idézik a vonatkozó alkalmazáshoz tartozó ITU-, vagy CEPT-Ajánlást és további alkalmazástechnikai előírásokat.

A lábjegyzetek mindig feltüntetik, hogy a vonatkozó rádióalkalmazások kiosztható, fenntartott, vagy tervezett státuszban vannak-e. Engedélyt kiadni csakis kiosztható státuszban lévő rádióalkalmazásra lehet. A fenntartott státuszú rádióalkalmazások rövidesen – megfelelő feltételek esetén – kiosztható státuszba kerülhetnek. Ennek deklarációja nem igényel még jogszabályt sem, elegendő az illetékes felügyeleti szerv nyilatkozata. A tervezett státusz a nagyobb időléptékű irányultságra ad útmutatót. Tervezett státuszból átkerülni a fenntartott, vagy kijelölhető státuszba – az FNFT módosítását igényli, tehát meglehetősen bonyolult folyamat.

Magyarországon az FNFT – mint kormányrendelet – a rádiósávok összességének legmagasabb szintű jogi szabályozása. Az egyes sávok használatának részletes jogi szabályozását miniszteri rendeletek tartalmazzák. Az FNFT és a sávhasználatot szabályozó rendeletek képezik a jogi eszközt, ami által a magyar jogrendbe a nemzetközi megállapodások is beépülhetnek.

A frekvenciaspektrum egyes részsávjainak használatánál, illetve odaítélésénél három szabályozási kategóriát határozottan meg kell különböztetni: a spektrum *felosztását, kiosztását és kijelölését.*

Felosztás: A rádiószolgáltatok elhelyezése a Nemzetközi Rádiószabályzat, illetve az FNFT frekvencia táblázatában. A felosztás rádiószolgálatai általában sok különféle rádióalkalmazást magukban foglalnak.

Kiosztás: Egy frekvenciasávban a rádiószolgáltatón belül az engedélyezhető alkalmazási módok és csatornaosztások meghatározása. A kiosztást az FNFT lábjegyzetei és más rendeletek rögzítik.

Kijelölés: A kiosztásnak megfelelő alkalmazás engedélyezése rádióállomások részére. Az engedély meghatározza az üzemi frekvenciákat vagy csatornákat, valamint a működtetés egyéb feltételeit.

8.7.6. Jogszabályon nem alapuló szabályozás

A Hírközlési Hatóság esetenként olyan szabályozási dokumentumokat alkothat, amelyek nem jogszabályi szintűek. Ilyenek azok a sávfelhasználási szabályok, amelyeket a Hatóság a frekvenciakiosztási folyamatban használ. Sok esetben a nemzetközi megállapodások sem kapnak jogi háttérrel, hanem hatósági ajánlásként jelennek meg.

A jogszabályi szint alatti hatósági szabályozásnak mindig megalapozott szabványosítási, kompatibilitási és nemzetközi háttere van. Az engedélyező hatóság ezek alapján jár el az államigazgatási határozatok kiadásakor. Az ilyen dokumentumok az engedélyező hatóságra kötelezőek, az ügyfélre nézve csupán tájékoztató jellegűek.

Amennyiben az ügyfél a számára csak tájékoztatási célú szabályozási dokumentum alapján kiadott államigazgatási határozat ellen fellebbez, akkor a Hatóság csak az érvényes jogszabályok alapján bírálhatja el az ügyet. Ez gyakran igényli a belföldi interferencia-kiértékelés vagy a nemzetközi koordináció teljes folyamatának elvégzését. Az ilyen eljárás hosszú időt – gyakran éveket – vesz igénybe és nagy valószínűséggel lehet számolni külföldi elutasítással. A nemzetközi koordináció nem kívánt eredménye elleni jogorvoslat már a nemzetközi jog tárgya.

A nemzetközi koordináció a nemzeti rádióigazgatások egyik alapfeladata. A koordináció feladatkörében kell lebonyolítani

- a koordináció-köteles magyar állomások bejelentését a megfelelő ország rádióigazgatásál, egyeztetés végett,
- a külföldről érkező koordinációs megkeresések kiértékelését és beleegyező, vagy elutasító válaszadást,
- a nemzetközi védelmet igénylő állomások bejelentését az ITU Rádióhivatalába, ahol azokat bejegyzik a *Master Register*-be.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a jogszabálynál alacsonyabb szintű dokumentumok a frekvencia kiosztás szabályozásának igen hasznos eszközét jelentik. Ez az a szabályozási szint, amelynek betartása a gyors és eredményes engedélyezés előfeltétele.

8.7.7. A frekvencia odaítélésének módszerei

A frekvencia általában korlátozott erőforrásnak minősül. Adott rádióalkalmazásokhoz csak korlátozott sáv szélesség áll rendelkezésre és az igények kielégítését úgy kell megoldani, hogy ezzel ne jöjjön létre káros interferencia a már meglévő és az újabb rádiórendszerek között.

A frekvencia erőforrás korlátozottságának mértéke rádiószolgáltatónként és alkalmazásonként különböző. A terület-lefedő rádióellátások (pl. műsorszórás, cellás mobil telefónia, stb.) frekvencia-készlete a kiosztási terület-egységeken csak egyszer használható fel, ugyanarra a területre nem megismételhető módon. A terület-lefedő rádióalkalmazásoknál a korlátos frekvencia-erőforrás szűkös volta egyértelmű. Ezzel szemben pont-pont összeköttetések esetén az éles antenna iránykarakterisztikák olyan mértékben csökkentik az interferenciás veszélyeztetettséget, hogy ugyanaz a frekvenciakészlet azonos területen sok összeköttetéshez is felhasználható. Így tehát a korlátosan rendelkezésre álló frekvenciakészlet ellenére is, nagyszámú igény kielégíthető, az erőforrás nem tekinthető szűkösnek.

A frekvenciakészlet elemeinek odaítélési módja alapvetően – amennyiben más jogszabályi intézkedés nincs – az igények sorrendi teljesítése. Ebben az esetben, amíg a frekvencia-készletből rendelkezésre áll szétosztható frekvencia, addig azt ki kell adni. Ezután további szétosztás nem lehetséges.

Szűkösen korlátozott esetben – amikor a frekvenciakészletnek csupán kis számú eleme van, a sorrendi igény-kielégítés aligha jöhet szóba. Ehelyett az igénylőknek valamilyen módon versenyezniük kell egymással az igényelt frekvenciákért. Számos módja alakult ki az odaítélési versenynek. Jellegzetes eljárások:

- Pályáztatás – Magyarországon jelenleg a műsorszórásban alkalmazott odaítélési mód.
- Koncessziós pályáztatási eljárás – A rádiótávközlés területén Magyarországon a korábbi években a mobil telefon-szolgáltatások pályáztatási módja volt.
- Frekvencia árverés – a műszaki és szolgáltatási paraméterek egyértelmű meghatározása után ár-licitálás. Itt tehát a versenynek egyetlen paramétere van, az ár.
- „Szépségverseny” – a verseny egyidejűleg az ár, a szolgáltatás és a műszaki jellemzők sok paraméterének figyelembevételével folyik. A sok paraméter súlyozása csak szubjektív módon történhet, erre utal az eljárás

„szépségverseny” megnevezése. Ezt az odaítélési módot Magyarországon a jogszabályok 2002-től fogják lehetővé tenni.

8.7.8. A frekvenciahasználat hatósági engedélyei

Két alapvető engedélytípus minden rádióengedélyezési eljárásnál létezik: a frekvencia kijelölési határozat és a rádióengedély.

A frekvencia kijelölési határozat lényegében telepítési engedélyt jelent. Ebben a hatóság hozzájárul rádióállomás létesítéséhez olyan földrajzi helyen, vagy területen, frekvenciákon és rádiótávközlési paraméterek mellett, amelyek a határozatban szerepelnek. A frekvenciakijelölési határozat előzetes tervezésen (ú.n. frekvenciaterven) alapul.

A frekvenciaterv olyan távközlési mérnöki dokumentum, amelyben meghatározzák a tervezett összeköttetés átviteli jellemzőit és az összeköttetés rádióátviteli paramétereit. A tervnek többek között számot kell adnia az interferencia viszonyokról, kétféle vonatkozásban. Egyrészt azt kell vizsgálni, hogy az új hálózat milyen zavaró hatással lesz a figyelembe veendő környezetében korábban telepített vagy jogosultságot nyert más rádiótávközlési rendszerekre. Másrészt vizsgálatot igényel, hogy a tervezett hálózat hogyan viseli el a már meglévő rádiós környezet interferenciáját. A frekvenciaterv tehát frekvenciagazdálkodási szempontból az adott hálózat valamennyi lényeges paraméterét tartalmazza.

A frekvenciaterv alapján kiadott frekvenciakijelölési határozat módot ad a rádióhálózat megvalósítására, bekapcsolására és a tényleges üzemvitel előtti mérések elvégzésére.

A rádióengedély a rádióhálózatok működésére vonatkozik. Műszaki tartalmában a megvalósított rádió rendszerek tényleges (mért, beállított) adatait tartalmazza.

A rádióengedélyek sajátos fajtája az „*általános engedély*”, amely akkor adható, ha a vonatkozó rádióberendezések megengedhető jellemzői nem kötődnek egyedi rádióhálózati struktúrához, meghatározott telephelyhez. Ilyen általános rádióengedéllyel működnek a mobil távközlés terminál berendezései, vagy számos kisteljesítményű rádióeszköz (riasztóberendezések, vezeték nélküli kamerák, stb.).

Egy másik sajátos engedély-típus a kísérleti engedély. Ez – nevének megfelelően – meghatározott kísérletek elvégzése céljából, erősen korlátozott időtartamra adható ki.

A tervezéshez szükséges adatszolgáltatást a hatóság államigazgatási határozat formájában nyújtja. Egyes rádiótávközlési szolgálatoknál hasznos volt bevezetni az *elvi építési engedélyt*. Ebben a hatóság az adatszolgáltatás mellett megadja azokat a peremfeltételeket is, amelyek mellett a frekvenciatervet el lehet készíteni. Ez biztosítékot jelent arra, hogy helyes tervezés esetén a hatóság a tervet el fogja fogadni.

Fontos, hogy a rádióforrások (állomások) működése megfeleljen az engedélyekben foglaltaknak. A rádióengedélytől eltérő működés, valamint az esetleg engedély nélkül működő állomások interferenciás veszélyt jelenhetnek a többi állomásra. Hatósági feladat a rádiótávközlési tevékenység folyamatos ellenőrzése az ország teljes területén. Az ellenőrzésnek vannak adminisztratív és műszaki eszközei. A műszaki eszközök között alapvető a *spektrum monitorozás*, vagyis az ország területének spektrum-figyelése.

8.7.9. Frekvenciadíjak

A frekvenciadíjaknak két alapvető funkciót kell betöltenie:

- Mérőszámot kell nyújtania ahhoz, hogy a különféle körülmények közötti frekvenciahasználat milyen mértékben veszi igénybe a korlátozottan rendelkezésre álló frekvencia erőforrást.
- A frekvencia igénybevétellel arányos díjbevételt kell szolgáltatnia az állam részére a hírközléssel kapcsolatos hatósági feladatok költségeinek fedezésére.

A frekvenciadíjak fajtái:

- Egyszeri frekvencialekötési díj – a frekvenciakijelölési határozattal lesz megállapítva;
- Frekvenciahasználati díj – mértékét a rádióengedélyben állapítják meg. Általában havonta fizetendő.

A frekvenciadíjak megállapításának módjáról általában jogszabály rendelkezik, azon esetek kivételével, amikor koncessziós szerződés alapján történik a rádiószolgáltatás. Koncessziós esetben a koncessziós szerződésben határozzák meg a frekvenciadíjat.

A frekvenciahasználati díjak meghatározásának elvi alapja a rádiócsatorna által elfoglalt sáv szélesség és közvetve annak a területnek a nagysága, amelyen az adott rádióhasználat következtében más a frekvenciasávot nem használhatja. A díj függ még a rádióalkalmazás fajtájától és a frekvenciasáv elhelyezkedésétől is a rádióspektrumon belül. Az alacsonyabb frekvenciájú sávok általában értékesebbek.

A frekvenciadíj bevezetése közgazdasági típusú normatív szabályozással egészíti ki a frekvenciagazdálkodás műszaki elveken alapuló, hatósági eljárásrendre épülő szabályozási rendszerét.

Irodalomjegyzék

1. Radio Regulations, Edition 2001. Geneva 2001.
2. A Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázatának megállapításáról szóló 221/1999. (XII. 29.) Kormányrendelet
3. A frekvenciagazdálkodásról szóló 1993. évi LXII. törvény
4. A frekvencialekötés és -használat díjáról szóló 6/1997. (IV. 22) KHVM rendelet
5. ITU Ajánlások: www.itu.org
6. CEPT Ajánlások és Határozatok: www.ero.dk
7. ERC Report 25: Frequency Range 29.7 MHz to 105 GHz and Associated European Table of Frequency Allocations and Utilisations
8. ETSI Szabványok: www.etsi.org

8.8. Alkalmazások biztonsága – elektronikus aláírás

Szerző: dr. Rényi István

Lektor: dr. Schrideg Iván

Az információs társadalom közcélú hálózati kommunikációra épül. A közigazgatás kiépülésének és nemzetgazdaságunk versenyképességének egyik alapvető tényezője a következő években az on-line tranzakciók hatékony alkalmazása lesz. Egyre nagyobb szerephez fognak jutni a hagyományos iratokkal egyenértékű elektronikus okmányok, szerződések, beadványok, banki műveletek és az elektronikus kereskedelem. E tranzakciók – melyek sok esetben egymást nem ismerő felek között jönnek létre – nem képzelhetők el biztonsági garanciát nyújtó technológiák és megfelelő jogi szabályozás nélkül. A hiteles üzenetovábbítás megköveteli, hogy a fogadó fél biztos lehessen a küldő személyazonosságában, az üzenet sértetlenségében és fontos lehet, hogy az üzenet küldője az üzenet elküldésének tényét ne tagadhassa le. E három követelményt egyidejűleg teljesíti a nyilvános kulcsú eljárás (PKI – Public Key Infrastructure) alapuló elektronikus aláírás [8.8.1]. Az üzenet bizalmasságát az elektronikus aláírás nem biztosítja, az erre alkalmas titkosító technológiákkal azonban ebben a pontban nem foglalkozunk. A következőkben az elektronikus aláírás technikai és intézményi hátterét, továbbá a jogi szabályozás leglényegesebb elemeit mutatjuk be.

8.8.1. Az elektronikus aláírás technikai háttere – PKI

A technikai folyamat megértéséhez előzetesen két eljárást kell megismerni: Az egyik a *titkosítás* (rejtjelezés), amelynek eredményeként a *nyílt üzenet*ből egy kulcs (jelsorozat) által meghatározott kriptográfiai algoritmus hatására titkos üzenet keletkezik. Minden elektronikus aláírásnál használatos kriptográfiai algoritmus alapja egy olyan matematikai leképezés, amelyet egyik irányban „könnyű” számolni, de „nehéz” invertálni [8.8.2], [8.8.3]. Szabványos, biztonságosnak tekinthető aláíró algoritmusok legelterjedtebb változata az **RSA** (**R**ivest-**S**hamir-**A**dleman szerző hármasról elnevezve) [8.8.4]. Az alapot képező matematikai probléma: két nagy prím számot összeszorozni „könnyű”, de a szorzatukat faktorizálni „nehéz”. Ugyancsak

elterjedt a **DSA** (**D**igital **S**ignature **A**lgorithm) [8.8.5]. Itt az alapot képező matematikai probléma: egy véges test multiplikatív részcsoportjában hatványozni „könnyű”, de ennek inverz művelete, a diszkrét logaritmus képzés „nehéz”. Az aláírás lényegesen kisebb számításigénye miatt gyorsan terjed az **ECDSA** (**E**lliptic **C**urve analogue of **D**SA) [8.8.6] használata. Az alapot képező matematikai probléma: speciális tulajdonságoknak eleget tevő elliptikus görbék pontjaira definiálható az összeadás, melyre nézve a görbe pontjai csoportot alkotnak. Ezen művelet többszörös alkalmazása – a skaláris szorzás – viszonylag „könnyű”, míg ennek inverz művelete, a diszkrét logaritmus képzés „nehéz”.

A másik eljárás egy üzenet *ujjlenyomatának* (sűrítményének) készítése a hash függvény segítségével. A sűrítésre azért van szükség, mert valamennyi ma elfogadott, biztonságos aláíró algoritmus csak egy viszonylag rövid elektronikus információ aláírására képes. A hash függvény olyan függvény, amely egy tetszőleges bit-sorozatot (input) rögzített hosszúságú bit-sorozatra (output) képez le, és az alábbi két tulajdonsággal rendelkezik:

- egy adott outputhoz gyakorlatilag lehetetlen olyan inputot találni, amelyet a függvény ugyanarra az outputra képezne le (preimage resistant),
- gyakorlatilag lehetetlen két olyan különböző inputot találni, amely ugyanazt az outputot eredményezi (collision-resistant).

Elektronikus aláírás szabványokhoz az alábbi két, egyaránt 160 bites outputot adó hash függvény az elfogadott: **SHA-1** (**S**ecure **H**ash **A**lgorithm) és **RIPEMD-160** (**R**ace **I**ntegrity **P**rimitives **E**valuation **M**essage **D**igest **A**lgorithm) [8.8.7].

A manapság legelterjedtebben használt elektronikus aláírás technológia, a *PKI* két, egymást kiegészítő kulcsot, azaz egy aszimmetrikus kulcspárt alkalmaz. A kulcsok egyikével titkosított adatsort csakis a hozzátartozó másik kulccsal lehet helyreállítani. A kulcspár továbbá olyan tulajdonságú, hogy az egyik fél ismeretében a másikat gyakorlatilag nem lehet visszafejteni, a titkosításhoz használt algoritmusoknak pedig fontos tulajdonsága, hogy a nyílt és a titkosított adatsor ismeretében a titkosításhoz használt kulcs nem állítható elő. A kulcspár egyik felét, az aláíró kizárólagos birtokában lévő *magánkulcsot* (ezt szokás aláírás-létrehozó adatnak is nevezni) az aláírás létrehozására használják, a másik fél, a bárki által megismerhető *nyilvános kulcs* (ezt szokás aláírás-ellenőrző adatnak is nevezni) az aláírás ellenőrzésére használható.

Az aláírás létrehozása úgy történik, hogy az eredeti üzenetből készített ujjlenyomatot az üzenet aláírója magánkulcsával titkosítja. Ez a digitális aláírás, amely az eredeti üzenethez csatolva kerül továbbításra.

Az aláírás ellenőrzésénél két folyamat zajlik automatikusan:

- Egyrészt újra kiszámításra kerül az eredeti üzenet ujjlenyomata ugyanazzal a hash függvényvel, amit a küldő is alkalmazott;
- Másrészt a digitális aláírásból a nyilvános kulccsal szintén helyreállítható az üzenet ujjlenyomata. Amennyiben a két ujjlenyomat azonos, gyakorlatilag biztosra vehető, hogy az üzenet tartalma nem változott a továbbítás során és hogy a digitális aláírást a nyilvános kulcshoz tartozó magánkulccsal hozták létre.

8.8.2. Tanúsítvány és hitelesítés-szolgáltatás

Ahhoz, hogy az aláírás hitelessége ellenőrizhető legyen, a fogadó félnek rendelkeznie kell az aláíró fél nyilvános kulcsával, és tudnia kell, hogy ki rendelkezik a nyilvános kulcshoz tartozó magánkulccsal. A PKI technológia erre a kettős célra a *tanúsítványt* használja. A személyi igazolványhoz hasonlítható digitális tanúsítvány összekapcsolja a magánkulcsot birtokló tulajdonos személyét és a nyilvános kulcsát. Itt jegyezzük meg, hogy a „kulcstulajdonos” nem feltétlenül személy vagy szervezet: lehet objektum, pl. egy szerver is. A tanúsítványt egy megbízható harmadik fél, a *hitelesítés-szolgáltató* bocsátja ki és – hamisíthatatlanul – hitelesíti saját digitális aláírásával. A szolgáltató maga is rendelkezik tanúsítvánnyal, amelyet legtöbbször egy másik hitelesítés-szolgáltató ír alá. Így alakulnak ki hitelesítési láncok vagy hierarchiák. A tanúsítványok nyílt távközlő hálózaton keresztül bárki által hozzáférhetőek és hitelességük ellenőrizhető, de – az ellenőrzési folyamat gyorsítása érdekében – általában a küldött üzenet törzséhez is hozzácsatolják.

A ma használatos X.509 ajánlás szerinti tanúsítvány [8.8.8] olyan adatstruktúra, amely egyebek közt tartalmazza a *kulcstulajdonos* nevét (vagy álnévét), nyilvános kulcsát, a hash- és a kriptográfiai algoritmusra vonatkozó információt, a tanúsítvány érvényességének kezdeti és lejáratú időpontját, a *kibocsátó* hitelesítés-szolgáltató azonosítóját, nyilvános kulcsát és algoritmusát, továbbá bővítésekre használható mezőket, melyek közül többnek a felhasználása már lekötött.

A fogadó fél (számítógépén futó program) a kibocsátó szolgáltató digitális aláírásának ellenőrzésével megvizsgálja a tanúsítvány hitelességét és amennyiben az hiteles és olyan szolgáltatótól származik, akiben megbízik, nyugodt lehet abban, hogy a tanúsítványban szereplő nyilvános kulcs párja a tanúsítványban feltüntetett egyén (objektum) tulajdona.

A tanúsítványban feltüntetett tulajdonost a hitelesítés-szolgáltató felügyelete alatt működő *regisztrációs hivatal(ok)*ban azonosítják. Itt az azonosításnál felhasznált dokumentumok (pl. személyazonossági igazolvány, útlevel, aláírási címpéldány) és az alkalmazott eljárás a kibocsátandó tanúsítvány biztonsági szintje szerint változhat.

A valamilyen oknál fogva érvénytelenné vált tanúsítványokat a lehető legrövidebb időn belül a szolgáltatónak vissza kell vonnia, hogy az a későbbiekben ne szolgálhasson aláírás alapjául. Ilyen ok lehet pl. a tanúsítvány lejárta, a tulajdonos magánkulcsának kompromittálódása, vagy ha kiderül, hogy a tanúsítvány nem a valóságnak megfelelő adatokat tartalmazza. A szolgáltató ezért köteles megfelelő gyakorisággal frissített *tanúsítvány visszavonási listát* (CRL – Certificate Revocation List) üzemeltetni és nyilvános hálózaton bárki számára elérhetővé tenni. Az aláírás hitelességének ellenőrzésekor meg kell vizsgálni, hogy az aláírás pillanatában a tanúsítvány érvényes volt-e. Visszamenőleges hatállyal a tanúsítvány nem érvényteleníthető.

Gyakori eset, hogy az elektronikus tranzakciókhoz hiteles időadatot kell rendelni. Vitás esetben erre az aláírás hitelességének bizonyításához is szükség lehet, pl. annak eldöntéséhez, hogy egy aláírást a tanúsítvány visszavonása előtt vagy az után helyezték el az iraton. Az üzenet és a hiteles időadat összekapcsolására többnyire *időbélyegzőt* használnak, amelyet az időbélyegszolgáltató állít elő. Ez a szolgáltató a tanúsítvány kibocsátóhoz hasonlóan szintén egy harmadik – megbízható fél, amely a hiteles dátum- és időadat ujjlenyomatát az üzenet ujjlenyomatával együtt írja alá saját kulcsával.

Az aláíró köteles magánkulcsát úgy kezelni, megőrizni, hogy azt más ne használhassa, azaz ne írhasson alá a nevében. Fix vagy hajlékony lemezen történő tárolás nem tekinthető biztonságosnak, így ez a módszer legfeljebb otthoni környezetben használható. Kielégítő biztonságot nyújt viszont a PIN kóddal, vagy még inkább valamilyen biometriai eljárással (pl. valamely ujj lenyomatával, iris képpel, beszédhanggal) aktivált *intelligens kártya*, vagy annak bármely más fizikai

megjelenési formája, mint pl. az USB token. Ez olyan önálló processzorral, tárolókkal, operációs rendszerrel rendelkező eszköz, amely kiolvashatatlan módon tartalmazza a magánkulcsot, elhelyezhető rajta a tanúsítvány és lefut rajta az aláíró kriptográfiai algoritmus is. Így a bemenetére juttatott üzenet-sűrítmenyből –megfelelő aktiválás után – önmaga állítja elő a digitális aláírást. A korszerűbb kártyákon több kulcspár (és több alkalmazás) helyezhető el, sőt egyesek jó minőségű véletlenszám generátort tartalmaznak és képesek a kulcspár belső előállítására is. A kártyán történő kulcsgenerálás kizárja annak lehetőségét, hogy valaki lemásolja a magánkulcsot és így megszemélyesítse a tulajdonost.

A hitelesítés-szolgáltató nyújthat *kártya-megszemélyesítés szolgáltatást*. Ennek során vagy az előfizető által hozott (pl. a saját számítógépén a böngészőjével generált) kulcspárt, vagy a saját maga által, egy kriptográfiai hardveren, biztonságos körülmények között generált kulcspárt helyezi el egy aláírást-létrehozó eszközön, pl. intelligens kártyán.

8.8.3. Jogszályi háttér

Az elektronikus aláírás jogi státuszát minden nemzetnek a saját jogrendszerében kell meghatároznia. Az országhatárokon átnyúló használat miatt azonban szükséges, hogy a jogi elismerés azonos elveken alapuljon, a biztonságnak azonos garanciái legyenek és hogy a rendszerek képesek legyenek az együttműködésre. Ezért az Európai Parlament és a Tanács 1999. december 13.-án Irányelvet fogadott el az elektronikus aláírás közösségi kereteiről (1999/93/EK) [8.8.9], mely Irányelv rendelkezéseit a tagállamoknak 18 hónap alatt kell átültetniük. Magyarország – jogharmonizációs kötelezettsége miatt – a tagállamokhoz hasonlóan szintén az Irányelvvel összhangban határozta meg a törvényi szabályozás főbb irányait. Az elektronikus aláírásról szóló törvényt [8.8.10] a Parlament 2001. május 26-án fogadta el és – három végrehajtási utasításával együtt – 2001. szeptember 1.-én lépett hatályba.

A szabályozás legfontosabb eleme a jogi elismerés. Eszerint az elektronikus aláírás jogi elfogadása, jogi eljárásokban bizonyítási eszközként történő *elfogadása nem tagadható meg* azon az alapon, hogy az aláírás elektronikus formában létezik. Hangsúlyozni kell, hogy ez az általános elfogadási kritérium a mindenfajta

technológiai biztonságot nélkülöző elektronikus aláírásra is vonatkozik. A törvény emellett külön rendelkezik a *fokozott biztonságú elektronikus aláírásokról*, amelyek voltaképpen a PKI technológia alkalmazását jelentik. A fokozott biztonságú elektronikus aláírás (1) alkalmas az aláíró személyének azonosítására és egyedülállóan hozzá köthető, (2) olyan eszközzel hozták létre, amely kizárólag az aláíró befolyása alatt áll és (3) olyan módon kapcsolódik a dokumentum tartalmához, hogy minden, az elhelyezését követően a dokumentumon tett módosítás érzékelhető. Ha egy jogszabály írásba foglalást ír elő, e követelménynek megfelel a fokozott biztonságú aláírással ellátott elektronikus irat is. A magyar szabályozás szerinti legmagasabb biztonsági kategória a *minősített elektronikus aláírás*. Ebbe a kategóriába az olyan fokozott biztonságú elektronikus aláírások tartoznak, amelyek minősített tanúsítványon alapulnak, és amelyeket biztonságos aláírás-létrehozó eszközzel állítottak elő. A minősített elektronikus aláírás jogi hatása a kézzel készített aláírással egyezik meg. Az ilyen aláírással ellátott elektronikus dokumentumokhoz teljes bizonyító erejű magánokirati minőség társul.

A törvény az elektronikus aláírással kapcsolatos *szolgáltatások* közé sorolja a hitelesítés-szolgáltatást, az időbélyegzést és az aláíró eszköz megszemélyesítést. Ezek a szolgáltatások egyenként, vagy együttesen is nyújthatók.

Az Irányelv szerint a tagállamok fenntarthatnak olyan *önkéntes akkreditációs rendszert* a hitelesítés-szolgáltatások ellenőrzésére, amely objektív, átlátható és nem-diszkriminatív. Kötelező azonban egy *felügyeleti rendszer* működtetése azoknak a szolgáltatóknak az ellenőrzésére, amelyek minősített tanúsítványt bocsátanak ki nyílt közösségek számára. A hazai szabályozás akkreditációs rendszert nem hozott létre, viszont kijelölt egy állami szervet, a Hírközlési Felügyeletet a hitelesítés-szolgáltatók nyilvántartásba vételére és a minősített hitelesítés-szolgáltatók felügyeletére. Emellett a Hírközlési Felügyelet veszi nyilvántartásba azokat az aláíró eszközöket és egyéb elektronikus aláírási termékeket is, amelyek minősített elektronikus aláírások előállítására és ellenőrzésére használhatók.

A minősített tanúsítványokra, a minősített hitelesítés-szolgáltatókra és a biztonságos aláírás-létrehozó eszközökre vonatkozó követelményeket, továbbá a biztonságos aláírás ellenőrzésre vonatkozó ajánlásokat az irányelvnek a magyar törvény által is átvett mellékletei tartalmazzák. A mellékletekben megfogalmazott követelményekre, javaslatokra támaszkodva egy sor európai szabvány kidolgozása

van folyamatban. A rendszerek közti együttműködésre (kompatibilitásra) és a harmonizált biztonsági szempontokra fókuszáló tevékenység az Európai Bizottság által támogatott Európai Elektronikus Aláírás Szabványosítási Kezdeményezés (EESSI) [8.8.11] keretében folyik.

8.8.4. Biztonsági kérdések, állami felügyelet

Az elektronikus aláírás hitelesség leggyengébb pontja az, hogy az *aláíró személye és az aláírás eszköze elválnak* egymástól. Az illetéktelen megszemélyesítés megakadályozása érdekében ezért a magánkulcs tulajdonosának minden lehető módon védenie kell aláíró eszközét (és annak aktiváló PIN kódját) az idegen kézbe kerülés ellen. Amennyiben ez mégis bekövetkezne, a kulcshoz tartozó tanúsítványt haladéktalanul vissza kell vonni.

Mind az aláíró, mind az aláírást ellenőrző személytől, szervezettől el kell várni, hogy mind az aláírást, mind az ellenőrzést fizikai és informatikai szempontból *biztonságos környezetben* végezze. Ellenkező esetben nem biztos, hogy az aláíró azt írja alá, ami képernyőjén megjelenik, vagy az ellenőrző nem kap hamisan „hiteles aláírás” jelzést. A biztonságos környezet kialakításához az Irányelv mellékletein alapuló szabványok jó támpontot nyújtanak.

Az elektronikus aláírás rendszer hiteles, visszaélésektől mentes működése, a bizalom megteremtése és fenntartása szempontjából kulcsszerepe van a hitelesítés-szolgáltatások biztonságos és megbízható működésének. A minősített tanúsítványt kibocsátó szolgáltatók felügyeletét ellátó Hírközlési Felügyelet a jogszabályok és a törvény végrehajtási rendeletéhez csatolt, szakmai konszenzuson nyugvó követelményrendszer alapján végzi. A követelményeknek a biztonságot közvetlen érintő elemei két kategóriába sorolhatók: az elsőbe a szolgáltató - tanúsítvány politikájában is megfogalmazott - belső eljárásaival, működésével kapcsolatos folyamatok és a személyzet szakértelmével, biztonságával összefüggő előírások tartoznak. A második kategória a minimális környezeti (fizikai) és informatikai biztonsági követelményeket tartalmazza. Az ellenőrzést a Felügyelet éves rendszerességgel végzi, de szükség esetén rendkívüli ellenőrzést is kezdeményezhet. A hitelesítés-szolgáltatók kötelezettek arra, hogy biztonsági

intézkedéseiket, tanúsítvány politikájukat tartalmazó *üzletszabályzatukat* közérthető nyelven a leendő és a meglévő ügyfelek számára közzé tegyék.

Irodalomjegyzék

- [8.8.1] Nash, A. et al: PKI: Implementing and Managing E-Security, McGraw-Hill, 2001
- [8.8.2] Schneier, B.: Applied Cryptography, Wiley, 1997
- [8.8.3] Burnett, S., Paine, S.: RSA Security's Official Guide to Cryptography, McGraw-Hill, 2001, pp. 160-163
- [8.8.4.] Rivest, R., Shamir, A. and Adleman, L., "A method for obtaining digital signatures and public key cryptosystems," *Communications of the ACM*, Vol. 21, No. 2, pp. 120-126, 1978
- [8.8.5] "Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation, Geeignete Kryptoalgorithmen", 5.7.2001, at http://www.regtp.de/imperia/md/content/tech_reg_t/digisign/29.pdf
- [8.8.6] Johnson, D.B., and Menezes, A.J.: "Elliptic Curve DSA (ECDSA): An Enhanced DSA, " at <http://www.certicom.com/research/wecdsa.html>
- [8.8.7] Dobbertin, H., Bosselaers, A. and Preneel, B.: "RIPEMD-160: A strengthened version of RIPEMD," in Fast software encryption, Proceedings of the Third International Workshop, Cambridge, UK, February 21-23, 1996
- [8.8.8] Public Key Infrastructure (X.509) (PKIX), <http://www.ietf.org/html.charters/pkix-charter.html>
- [8.8.9] European Directive on Electronic Signature 1999/93EC, <http://www.ict.etsi.org/eessi/e-sign-directive.pdf>
- [8.8.10] Magyar Parlament: 2001. évi XXXV. törvény az elektronikus aláírásról, <http://www.hif.hu/es/laws/eatszvvveg.pdf>
- [8.8.11] European Electronic Signature Standardization Initiative, <http://www.ict.etsi.org/eessi/EESSI-homepage.htm>

9. Hogyan tovább?

Szerző: Boda Miklós

Lektor: dr. Lajtha György

A Mobil Internet, mint a jövő kommunikációs rendszere gyakran használt fogalomná vált napjainkban. A távközlésben az elmúlt évtized legnagyobb sikere a mobilitás, a mobil telefonok tömeges elterjedése volt, míg az adatkommunikáció az Internet elterjedésével vált igazán mindennapjaink részévé. Azonban megfigyelhető a távközlés és az adatkommunikáció közeledése is. Arra a kérdésre, hogy hogyan akarunk és fogunk kommunikálni a jövőben, nem könnyű felelni, hiszen a jövőről egy tudható biztosan: nem olyan lesz, mint amilyennek most elképzeljük. Azt várjuk azonban, hogy az elmúlt évtized két slágere, a mobilitás és az Internet szerepet fog játszani a jövő távközlési rendszereiben is. Az első lépések már megtörténtek: az elmúlt években megfigyelhető a beszéd- és az adatkommunikáció közeledése. Telefonálni már az Interneten is lehet, bár még sokat kell azon dolgozni, hogy ez a távközlésben megszokott jó színvonalon történhessen. Az újabb generációs mobil rendszerek fejlesztésekor elsősorban arra törekszenek, hogy legyen lehetőség adatátvitelre mobil körülmények között is. Ebből lehet következtetni arra, hogy a Mobil Interneten nagy sávszélességre és a mai „best effort” szolgáltatásoknál jobb minőségre lesz szükség.

A mobil kommunikációt ma még elsősorban a GSM technológia jelenti, de vannak országok, mint az USA, Japán, ahol más szabványok alapján működő mobil rendszerek terjedtek el. Ez korlátja a mobilitásnak, hiszen GSM mobil telefonok csak azokban az országokban használhatók, ahol a GSM szabványt alkalmazzák. A jövő távközlési rendszerében ezért nagyon fontos, hogy az egész világon ugyanazon az elven és azonos szabványok alapján működjön majd. A harmadik generációs mobil rendszereket (3G) úgy tervezik, hogy a Mobil Internet sok képességét megvalósítsák. A 3G rendszerek szabványosítását a 3GPP

szakértői csoport végzi, és törekszenek arra, hogy ezt a szabványt az egész világon elfogadják, hiszen ez kulcsa lehet a Mobil Internet megvalósulásának.

Hasonló, a világ távközlését egységesítő törekvéssel azonban már korábban is találkozhattunk. A 90-es évek elején a távközléssel foglalkozó kutatók és fejlesztők a B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Networks) technológiára való áttérés lázában égtek. A B-ISDN a tervek szerint a telefonhálózatot váltotta volna fel, de a hangátvitel mellett számtalan új alkalmazásra is lehetőséget ígért. Az elképzelések között egyebek mellett nagyfelbontású álló- és mozgóképvitel, videotelefon, illetve adattovábbítás is szerepelt. A máig is érvényben lévő szabványok szerint a B-ISDN hálózatok alapját az ATM (Asynchronous Transfer Mode) hálózati protokoll képezte volna. Az ATM réteg alatt leginkább az SDH (Synchronous Digital Hierarchy) technológiával, fény kábeleken felépített logikai hálózatot képzelt el a szabvány.

Ma már érezhető, hogy a B-ISDN eredeti elképzelésein a világ azok megvalósulása nélkül továbblépett. Ennek oka bizonyosan nem az igény hiánya, hiszen a B-ISDN tervezése óta eltelt másfél évtized alatt szemünk láttára valósult meg egy világméretű szélessávú átviteli hálózat, ami szinte pontosan azokat a szolgáltatásokat nyújtja, amelyek a tervek szerint a B-ISDN feladatai lettek volna. Az Interneten az elektronikus levelezés és adatbázis-hozzáférés mellett ma már telefonálni is lehet, sőt, egyre másra jelennek meg a különböző multimédia alkalmazások. Miközben például a B-ISDN tervezett Video On Demand (hálózaton keresztüli „videó-kölcsönző”) szolgáltatása papíron maradt, az Interneten megjelent zene-cserélgető programok egyik pillanatról a másikra elterjedtek és fejtörésre készítették a nagy zenekiadókat.

A B-ISDN elképzelések bukását nem magyarázhatjuk a választott technológia alkalmatlanságával sem. Ma, ugyanis, az ATM az Internet egyik fontos építőeleme, ami egyre több hálózatban váltja fel a korábbi megoldásokat. Ez a jelenség ugyanakkor jól mutatja az alapvető különbséget a B-ISDN és az Internet között. A B-ISDN megtervezésekor egy távközlő hálózat egészét igyekeztek leírni a fizikai rétegtől a hálózati protokollon keresztül az

alkalmazásokig. Ennek a tervezési módszernek logikailag első lépése a majdani szolgáltatások meghatározása volt, amelyeket a tervezés minden további fázisában figyelembe kellett venni. A szabvány egyes elemei úgy illeszkednek egymáshoz, hogy a lehető legjobban szolgálják a végső célt, a felhasználó kiszolgálását, az alkalmazást. Ennek a vertikális megközelítésnek az előnyei nyilvánvalóak, amennyiben feltételezhetjük, hogy a leendő alkalmazásokat valóban előre ismerjük, és a felépítendő rendszer minden elemét megválaszthatjuk. A tervezési lépések egymásba kapcsolódása azonban azt eredményezte, hogy amilyen hatékonyan működik rendszerünk az eredetileg tervezett körülmények között, annyira rugalmatlannak bizonyul, amikor a peremfeltételek változása (például új szolgáltatások megjelenése) miatt egyes elemeit meg kell változtatnunk.

Az Internet a fentitől gyökeresen különböző horizontális tervezési elvek mentén épül fel. Az egyes protokoll szinteket úgy tervezték meg, hogy azok egyszerű szolgáltatást nyújtsanak a fölöttük levő réteg számára, így az alkalmazástól függetlenek lehessenek. Ennek eredménye, hogy az Internet nehezen érheti el a távközlési hálózatok szolgáltatásminőségét, de rugalmasságban messze felülmúlja a hagyományos távközlési hálózatokat.

A horizontális tervezési elvekből következik a TCP/IP protokollcsalád alapvető tervezési tulajdonsága, az úgynevezett end-to-end tulajdonság. Az end-to-end elv azt jelenti, hogy a hálózati funkciók jelentős részét a végberendezésre bízzák. Például a titkosítás, a hibamentes átvitel vagy a megbízható üzenettovábbítás egy end-to-end hálózatban a végberendezések felelőssége és nem a hálózaté. Egy ilyen hálózatban a hálózat buta és egyszerű adattovábbítást végez, míg a terminálok intelligensek és az ő feladatuk a bonyolult műveletek elvégzése.

Ez az elv szöges ellentétben áll a telefóniában megszokott vagy a B-ISDN esetében elgondolt tervezési elvekkel. Ott a terminál egyszerű és a hálózat nyújtja a bonyolult szolgáltatásokat. Ilyen szolgáltatás például a hívásátirányítás, a rövid számok vagy a foglalt vonal felszabadulásakor bekövetkező automatikus

újrAhívás. Ez a fajta tervezés üzleti szempontból roppant kedvező a hálózat üzemeltetőjének, hiszen a szolgáltatások bevezetése és árazása az ő kezében van. Egy end-to-end hálózatban a fenti funkciók a terminál kezében vannak és így ezekért extraprofit nem gyűjthető.

Bizonyos értelemben azonban minden olyan hálózat, amely adattovábbítási szolgáltatást nyújt, automatikusan end-to-end jellegű. Ily módon például a fax elterjedése a telefonhálózat end-to-end használatát jelenti, amikor a kommunikáció hozzáadott értékét a faxkészülékek jelentik és nem a hálózat adja. Hasonló alkalmazás még az üzenetrögzítő vagy pedig a DTMF jelekkel működő, automata call-center szolgáltatások is. Ezeknél a telefont ugyancsak az adatátvitelre használjuk, a szolgáltatás értéknövelt részét pedig a végberendezések valósítják meg. Az, hogy a kialakuló egységes világhálózat technikailag milyen elvek szerint épül fel, lényegileg meghatározza majd a kapcsolódó üzleti modellt is, ami ma még jelentősen különböző a telefon- és Internet hálózatban.

A horizontális tervezés és az end-to-end jelleg teszi lehetővé az Internet alkalmazások igen gyors elterjedését is. Ennek legszembeötlőbb formája a WWW, ami szinte 4-5 év alatt dominánssá vált az Interneten. Sohasem tudhatjuk, mikor bukkan fel valami robbanásszerűen elterjedő új alkalmazás, un. killer application. A Napster esetében igen gyorsan, néhány hónap alatt nyert teret egy teljesen újfajta alkalmazás, mely váratlanul nagy forgalmat keltett a hálózaton. Ilyen körülmények között meglehetősen nehéz előre tervezni. Ez a tény az Internet egyik nagy tapasztalata: a jövő alkalmazásait és forgalmát reménytelenül nehéz megjósolni.

Nemcsak az alkalmazások mutatnak azonban újszerű változatokat, hanem a hálózat tulajdonviszonyai és a kapcsolódó üzleti feltételek is folyamatos változásban vannak. A kezdetben állami pénzből finanszírozott akadémiai hálózat néhány év alatt teljesen kommercializálódott. Mi több, az Internet-szolgáltatók több vállfaja alakult ki a nemzetközi gerinchálózatot üzemeltetőktől egészen az egyéni előfizetőkhez közeli vállalkozásokig. Ezek kapcsolata, a

forgalom kicserélése és elszámolása a technológia fejlődésével folyamatos változásban van. Ezt a változást gyorsíthatja tovább a vezeték nélküli Internet megjelenése. Vajon milyen gazdasági keretek között célszerű ilyen hálózatokat üzemeltetni? Sok kicsi, a forgalmas helyekhez a tulajdonoson keresztül kötődő cég nyújt majd szolgáltatást, például repülőtereken, szállodákban vagy bevásárlóközpontokban? Esetleg ezeket kevés nagyvállalat üzemelteti majd? Ezek a kérdések nemcsak üzleti, de a hálózatok együttműködése és szövetsége szabályozási kérdéseket is felvet.

Az Internet ma már nem csak egy távközlési hálózat és információforrás, hanem egyben a társadalmi és gazdasági élet egyik fontos színtere is. Ez olyan új jelenségekhez, néha problémákhoz is vezet, amelyeket korábban nem tudtunk elképzelni. Az Interneten tárolt és átvitt információ például egyre több esetben vet fel szerzői jogi kérdéseket. A zeneszámok elektronikus tárolásának, sokszorosításának és továbbításának lehetősége arra készteti a nagy zenekiadókat, hogy új jogi/technikai védelmi megoldásokat dolgozzanak ki, vagy éppen ellenkezőleg, megegyezzenek az internetes terjesztőkkel. Az Internet-gazdaság növekedése, fontos információk internetes átvitele szükségessé teszi titkosítási, biztonsági megoldások kifejlesztését. Ezzel egyidejűleg azonban felmerül az igény, hogy szükség esetén a hatóságok ellenőrizhessék az Interneten áramló információkat. Ez törvényszerűen személyiségi jogi kérdéseket is érint és ezzel olyan vitát indít el, amely a szabad és titkos kommunikációhoz való jogot állítja szembe a hatóság ellenőrzési jogával.

Az Internet határokon átnyúló, nemzetközi jellege megnehezíti az Interneten folyó tevékenységek jogi és gazdasági hovatartozásának kérdését. A technológia jellegéből adódóan az egyik országban nyújtott internetes szolgáltatás elérhető minden más országból is, függetlenül attól, hogy az adott tevékenység milyen politikai korlátokat hordoz. Nem lehet kérdés, hogy valamely országban milyen feltételekkel és milyen jogi előírások szükségesek a tevékenységhez vagy az információk cseréjéhez. Nem nyilvánvaló az sem, hogy az internetes gazdaságot melyik ország gazdasági teljesítményéhez kell számítani.

Végül , miközben az Internet használata szinte az egész világon terjed, nem szabad elfelejteni, hogy ezáltal az egyes országok és régiók közötti különbségek nem csökkennek, hanem sok esetben tovább növekednek. Az Internet lehetőséget teremt arra, hogy az egymástól távol eső emberek és tájak egymáshoz közelebb kerüljenek. A hálózat használata hatékonyabbá teheti a gazdasági és kulturális életet. Ezáltal a kevésbé fejlettebb országoknak esélyt adhat a különbségek csökkentésére, de csak akkor, ha az adott ország okosan él lehetőségeivel. Ezek kihasználását meg kell tanulni.

A mobil telefon és az Internet felhasználók száma rohamosan nő a világon. Már a felhasználók pusztán száma is lehetőséget nyújt a Mobil Internet, számos újszerű alkalmazásának és technológiájának elterjesztésére. Ahogy a mondás tartja „More is different¹”. A sejtek összessége bizonyos esetekben nem csupán egy sejthalmaz, hanem egy minőségileg más, önálló élőlény. Hasonlóképpen, a létező és már rendelkezésre álló technológiák együttes alkalmazásából valami minőségileg más, egészen új dolog várható a nem is olyan távoli jövőben. Aki e gyors és nagy változás által felkínált lehetőségekkel élni tud, nagyot léphet előre.

¹ P. W. Andersson, Science 177; 1972, pp 393-396