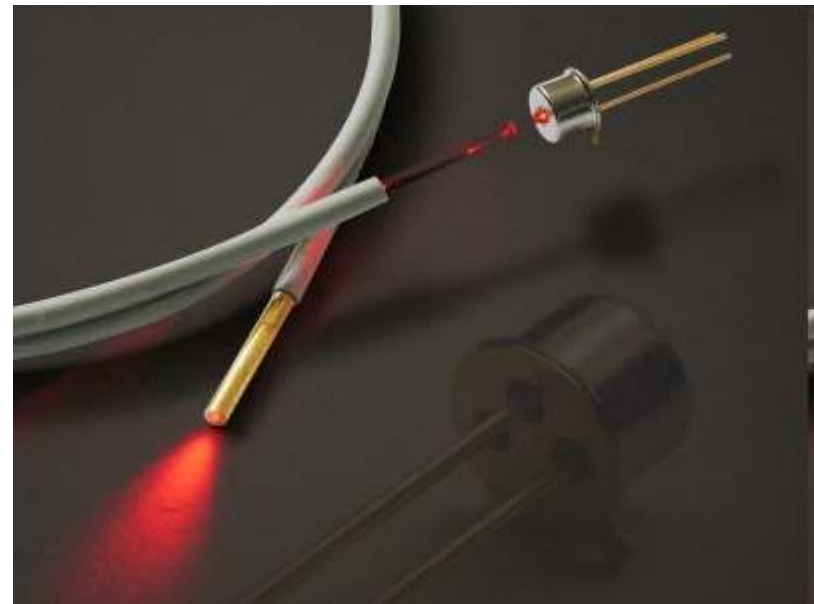


Távközlő hálózatok és szolgáltatások

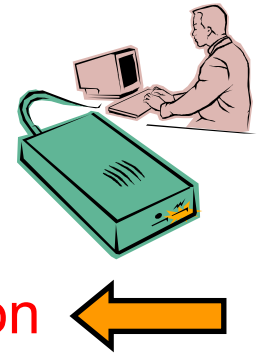
Optikai hozzáférési hálózatok VoIP

*Csopaki Gyula
Németh Krisztián
BME TMIT
2012. okt. 10.*



A tárgy felépítése

- 1. Bevezetés
- 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- 3. VoIP
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Jelátviteli követelmények, kodekek
- 7. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 8. Jelzésátvitel
- 9. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)
- 10. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése (Cinkler Tibor)



Áttekintés

- Telefonvonalai modemek
 - Akusztikus modemek
 - PSTN modemek
 - ISDN modemek
- ADSL, xDSL
- Kábeltévés Internet-elérés
- **Optikai hozzáférési hálózatok** ←



Optikai hozzáférési hálózatok

□ Előnyei

- nagy sáv szélesség
 - célkitűzés előfiz. hálózatban: 1Gb/s, de lesz ez 10 is...
- kis csillapítás: kis teljesítmény elég
 - kb. 0,2...0,5 dB/km
- kis csillapítás: nagy távolság áthidalható
 - kb. 100 km

□ Hátránya

- Új infrastruktúra, ezért magas beruházási költségek
 - Főleg a telepítés a drága, nem maga az optikai szál

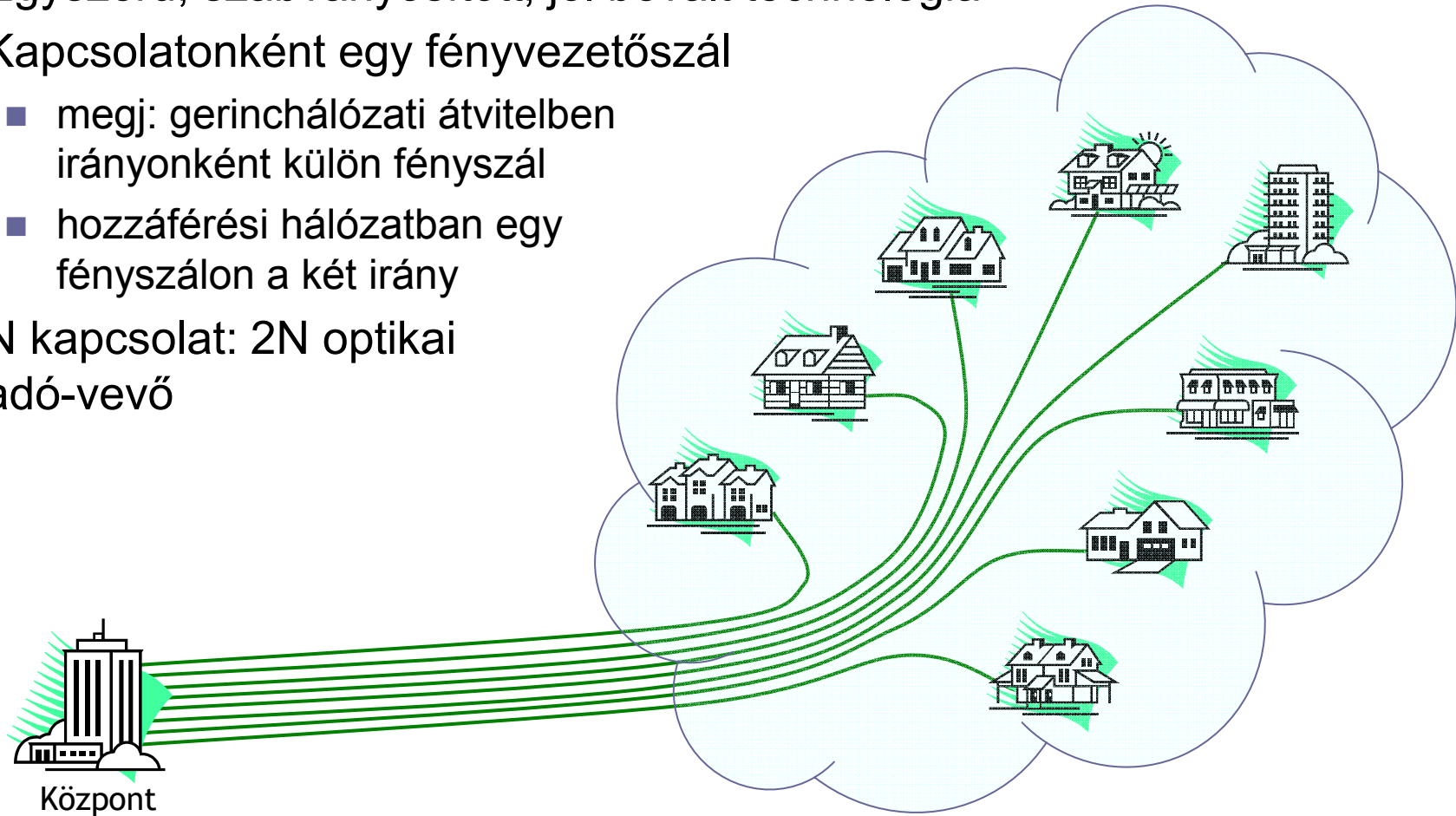
□ Korábban láttuk: VDSL

- nem teljesen a felhasználóig optikai

Hálózati architektúrák

Pont – pont összeköttetések

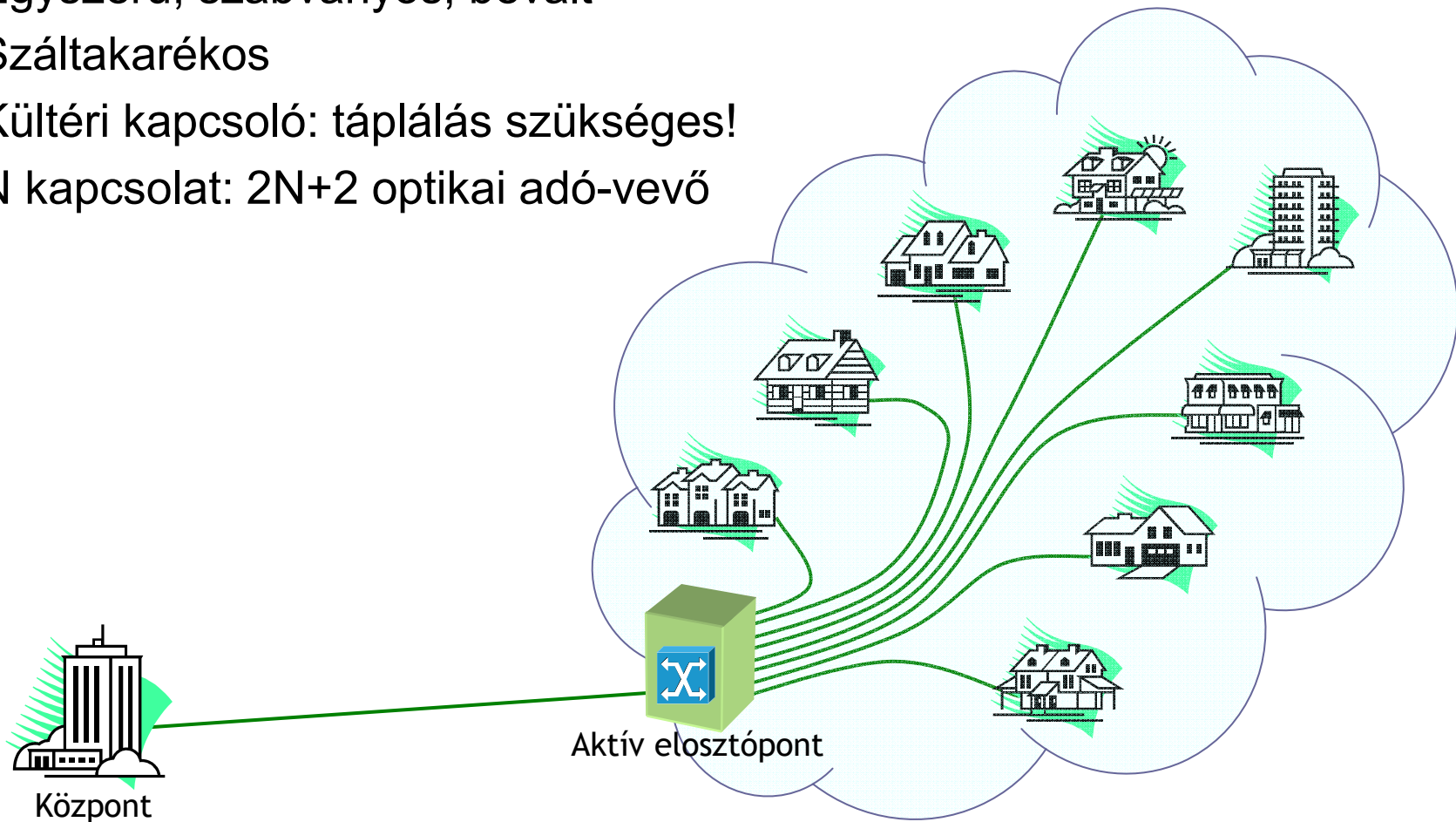
- Egyszerű, szabványosított, jól bevált technológia
- Kapcsolatonként egy fényvezetőszál
 - megj: gerinchálózati átvitelben irányonként külön fényszál
 - hozzáférési hálózatban egy fényszálon a két irány
- N kapcsolat: $2N$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

Aktív optikai hálózat

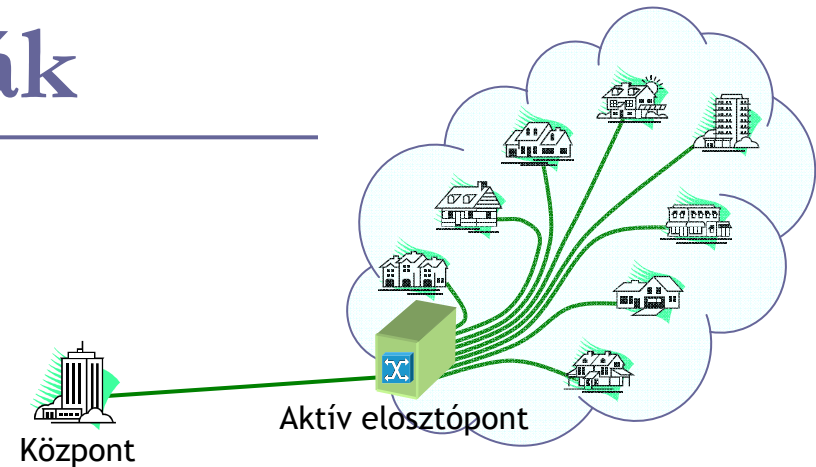
- Egyszerű, szabványos, bevált
- Száltkarakós
- Kültéri kapcsoló: táplálás szükséges!
- N kapcsolat: $2N+2$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

Aktív optikai hálózat

- **Megvalósítás: Ethernet**
 - felhasználók felé tipikusan 100 Mb/s Ethernet
 - központ felé gigabit Ethernet
 - elosztópont: Ethernet switch
- **Gyakori megoldás: FTTB (Fiber to the Building)**
 - Azaz az épületen belül csavart érpár (cat5/cat6)
 - Ok: az optikai szálakat túl kis sugarú ívben meghajlítva túl nagy lesz a vesztesége (bending loss)
 - Bár már vannak ezt kiküszöbölő spec. optikai szálak
 - Kis távolságokra a rézvezeték is tökéletesen megfelel
 - Olcsó eszközökbe közvetlen beköthető



Hálózati architektúrák

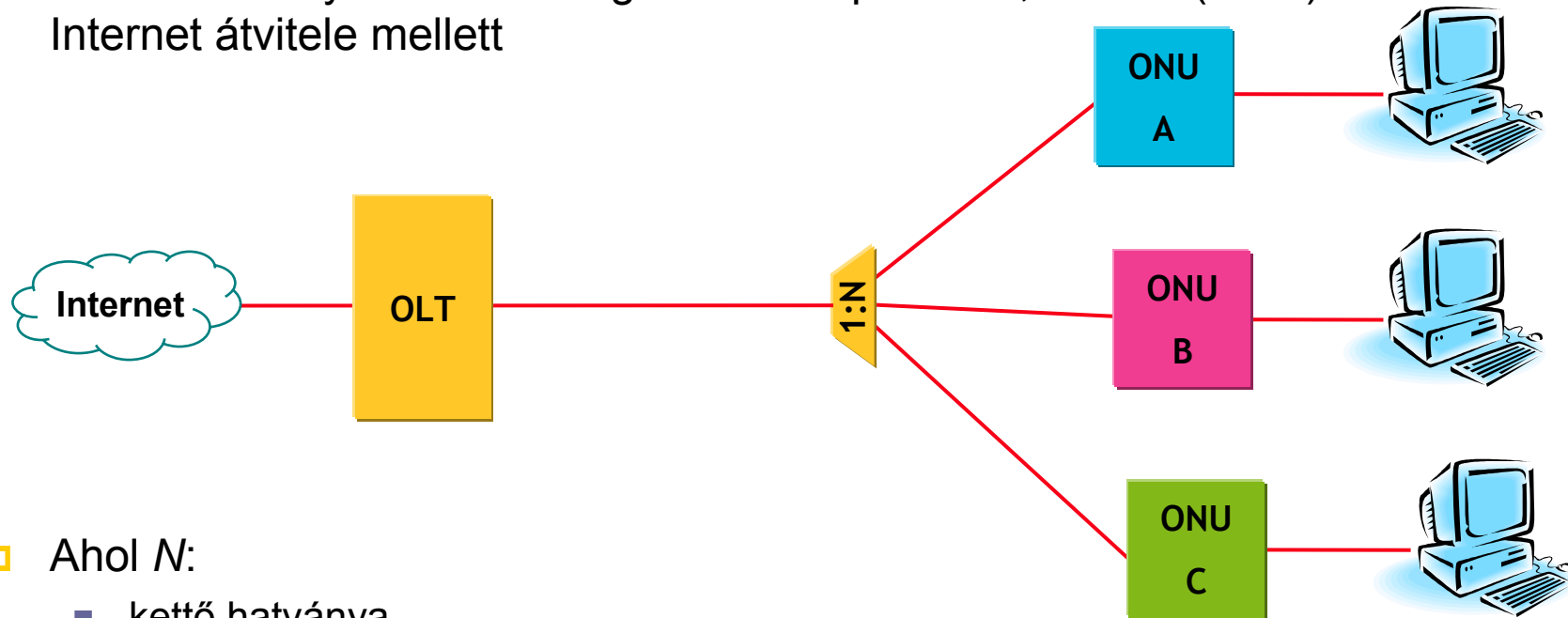
Passzív optikai hálózat (Passive Optical Network, PON)

- Egyszerű, szabványosított, túl az első telepítéseken
- Száltakarékos
- Kültéren csak passzív elemek vannak
- N kapcsolat: N+1 optikai adó-vevő
- *Továbbiakban erről lesz szó!*



PON architektúra (egyszerűsített)

- OLT: Optical Line Termination (optikai vonalvégződés)
- ONT: Optical Network Termination, avagy más néven:
ONU: Optical Network Unit (optikai hálózatvégződés/hálózati elem)
- Lehetnek bonyolultabb konfigurációk is: pl. videó, telefon (VoIP) átvitele az Internet átvitele mellett



- Ahol N :
 - kettő hatványa
 - elvi max.: 256
 - gyakorlatban: 32, 64 tipikusan
 - egy vagy több szintből összerakva, pl. 4x8

Többszörös hozzáférés

- Lefelé irány: pont – multipont hálózat
 - Nincs gond, az OLT kezeli a teljes sáv szélességet
- Felfelé irány: multipont – pont hálózat
 - Az ONT-k csak az OLT irányában kommunikálnak
 - Az ONT-k nem érzékelik egymás forgalmát
 - Az ONT-k adatforgalma ütközhet



Szét kell választani a forgalmakat



TDMA



WDMA*

*WDMA = Wavelength Division Multiple Access \approx FDMA (Frequency D.M.A.)

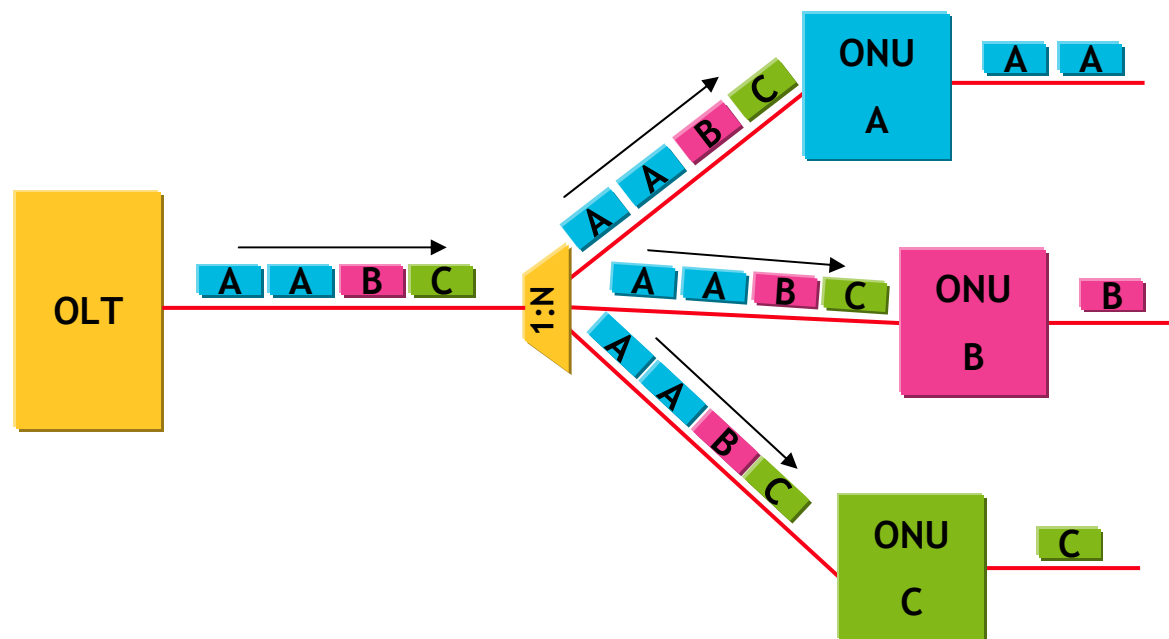
Többszörös hozzáférés

- TDM alapú PON-ok (EPON, GPON)
 - Jól szabványosítottak
 - Több hullámhosszt használnak (tipikusan 2...3)
 - Olcsó és jó minőségű optikai elemek (osztók, lézerek, stb.)
 - Limitált áthidalható távolság és osztásarány (kb. 20 km, 1:64)
 - Lefelé irányban broadcast (üzenetszórás) jelleg
 - Felfelé irány TDMA
- WDM PON-ok
 - Egyelőre nincsenek szabványok
 - WDM eszközök egyre olcsóbbá válnak
 - Több „irányzat”, megvalósított hálózatok vannak
 - Nagy sáv szélesség, nagy áthidalható távolság

TDM alapú PON

Lefele irány:

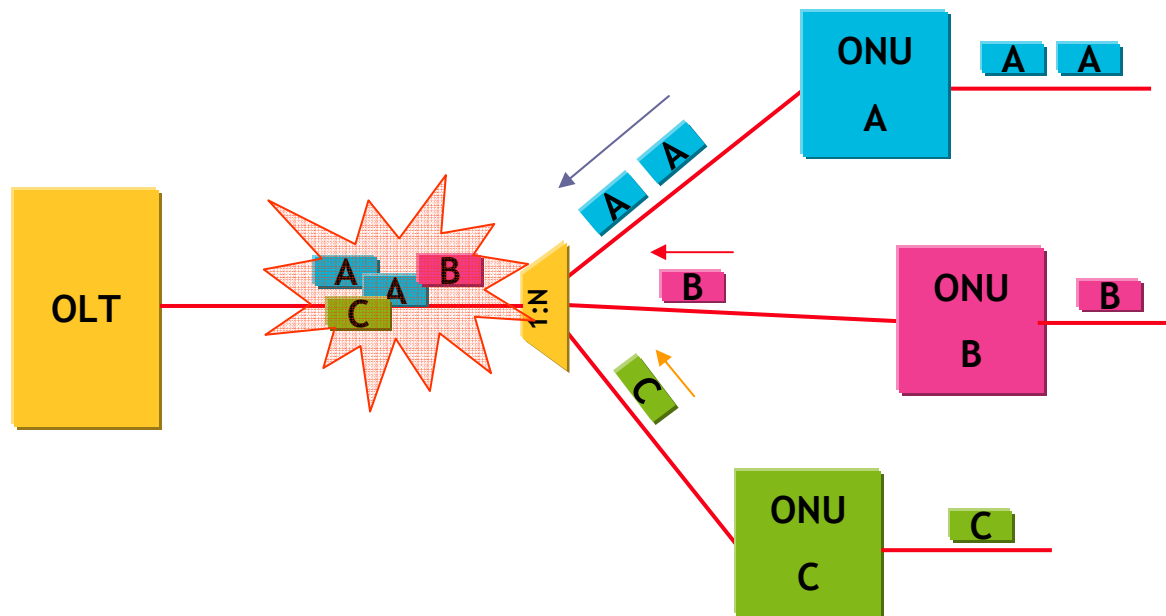
- Üzenetszórás jelleg: önmagában nem biztonságos, titkosítás kell
- Időosztásos multiplexálás
- Az ONU-k csak a nekik szóló forgalmat dolgozzák fel
- A „címezéseket” a keretszervezésben elhelyezett fejrészek hordozzák



TDM alapú PON

Felfele irány, a probléma:

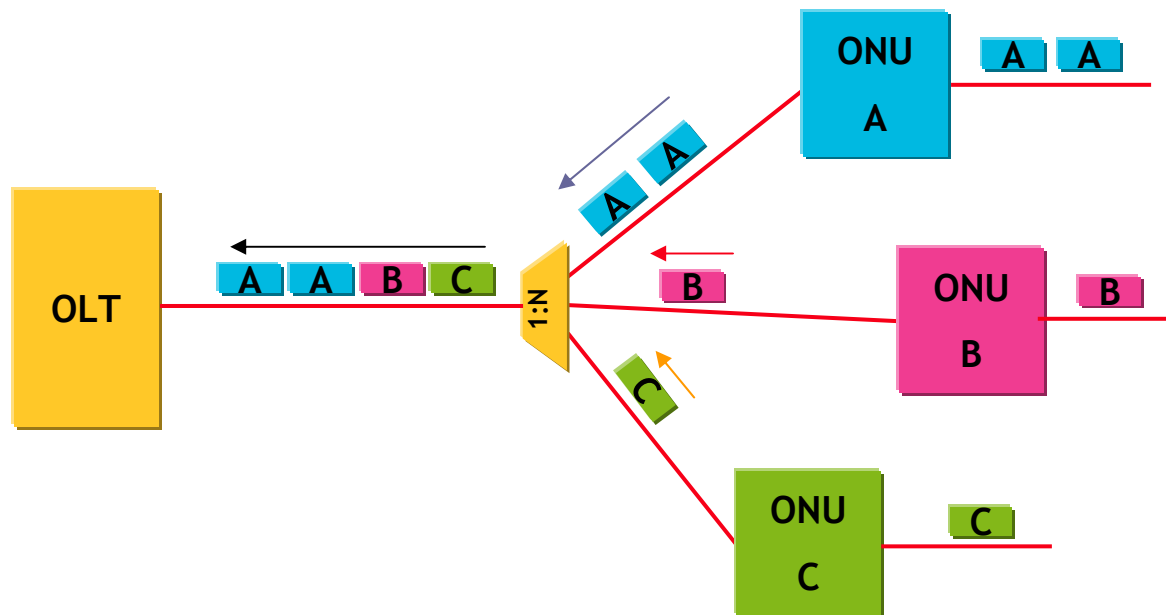
- Az összes ONT egy felfelé irányuló csatornán osztozik
- Az ONU-k közötti adatforgalom közvetlenül nem megoldható
- A splitter és az OLT közötti szakaszon ütközés léphet fel
- Az ONT-k nem érzékelik az ütközést



TDM alapú PON

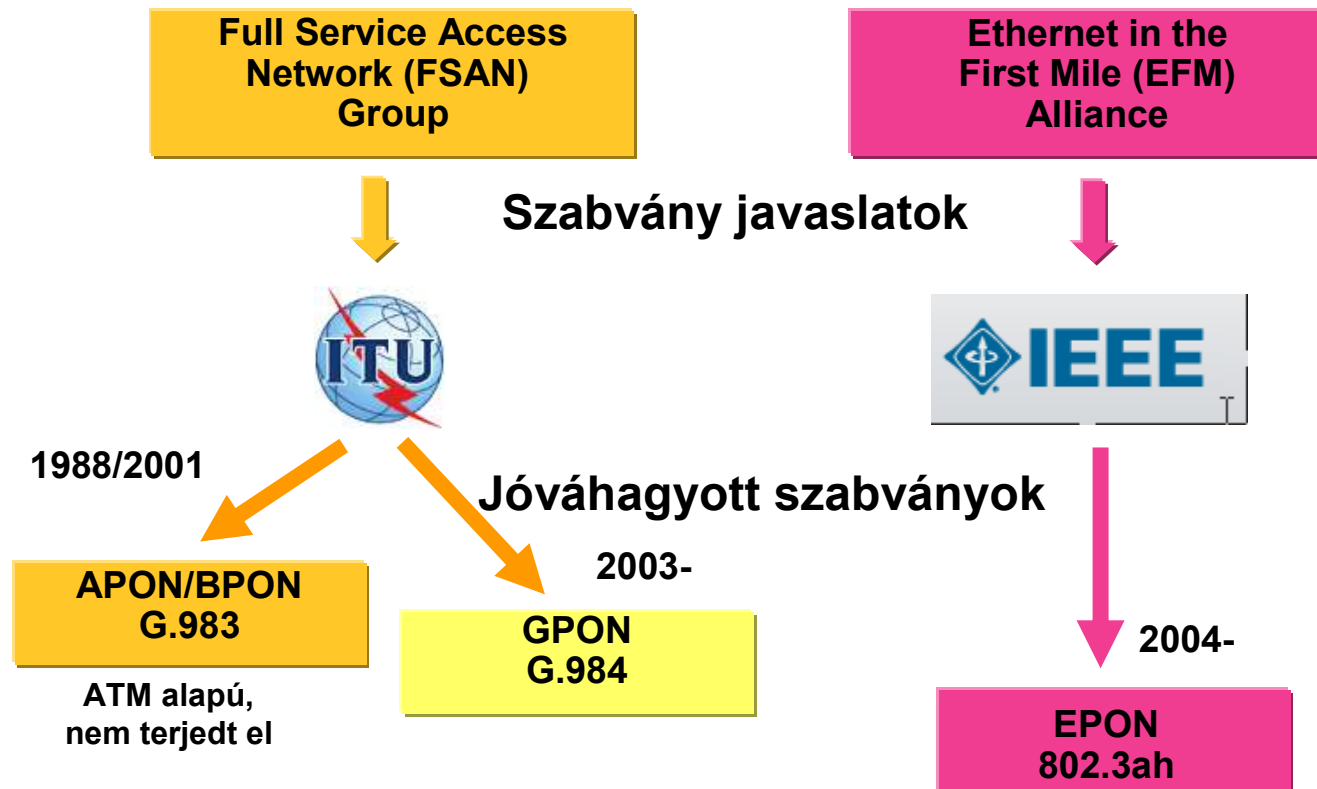
Felfele irány, a megoldás:

- A forgalom meghatározott időszelletekre osztása
- Ranging (távolságmérés) mechanizmus alkalmazása, megfelelő adási időzítéssel
- Az egészet az OLT vezérli



PON szabványok

(Vizsgára nem kell tudni)



PON rendszerek összehasonlítása

	GPON	EPON
Szabványosító szervezet	ITU-T	IEEE
Közeghozzáférés	TDM	Ethernet
Elterjedtség	Európa, USA	Ázsia
Beszédátvitel	Beszédinformációnak fenntartott hely a keretekben	Beszéd az adatok között, QoS-t kell biztosítani
TV jel átvitele	USA-ban analóg módon külön sávon (1550 nm), amúgy IP	IP

GPON sebességek

- Ma használt felfele irányú aggregált sebesség: 1,2 Gb/s
- Ma használt lefele irányú aggr. sebesség: 2,5 Gb/s
- Ez pl. 32 részre osztva felhasználónként:
 - Fel: 37 Mb/s
 - Le: 78 Mb/s
- Már vannak 10 Gb/s rendszerek is...

PON továbbfejlesztések

- XG-PON: 10 Gb/s le, 2,5 fel
 - XG-PON1 (G.987) (közeljövő)
 - új hullámhossz a 10 Gb/s átvitelre
 - GPON kompatibilis, nem kell az optikai hálózatot cserélni
 - sőt, első körben az ONU-t sem, akkor az ott marad GPON
 - sőt, a régi OLT is megmarad, csak beraknak mellé egy újat, az új hullámhosszakra
 - a régi ONU a régi OLT-hez csatlakozik, az új az újhoz (kompatibilitás)
 - XG-PON2 (fejlesztés alatt)
 - új rendszer, nem kompatibilis a GPON hálózattal
 - WDM
- 10G EPON is van: 802.3av

PON továbbfejlesztések

- Reach extension: hatósugár kiterjesztés
 - 20 km fölé
 - vidéken vagy pl. távoli bázisállomásokhoz
 - alapprobléma: optikai jelszint növelése
 - megoldás: aktív splitter, optikai erősítővel
 - kell hozzá elektromos táplálás (PON, de mégsem passzív!)

PON továbbfejlesztések

□ WDM PON

- Wavelength Division Multiplexing, hullámhosszosztásos nyalábolás
- (FDM, de optikában inkább hullámhosszokról beszélnek)
- jelenleg is fejlesztés alatt
- nem időben, hanem hullámhosszban különülnek el az egyes ONU-k
- Pár probléma:
 - az ONU-knak nem lehet dedikált hullámhosszuk, mert akkor pl. 64 féle ONU-t kéne raktározni
 - nagyon stabil lézer kellene az ONU-kba, ami az adott hullámhosszon működik, és ez túl drága
 - vannak ügyes, trükkös megoldások, de még nincs szabvány, nincsenek gyártásban

Összefoglalás



- Az optika alkalmazása az előfizetői hálózatokban elkezdődött
- Egymással versengő technológiák: pont-pont, pont-multipont, aktív, passzív
- Különféle szabványos megoldások vannak
- Európában beválni látszik: GPON
- Tovább fejlesztési lehetőségek: 10 Gbit/s, WDM PON

A tárgy felépítése



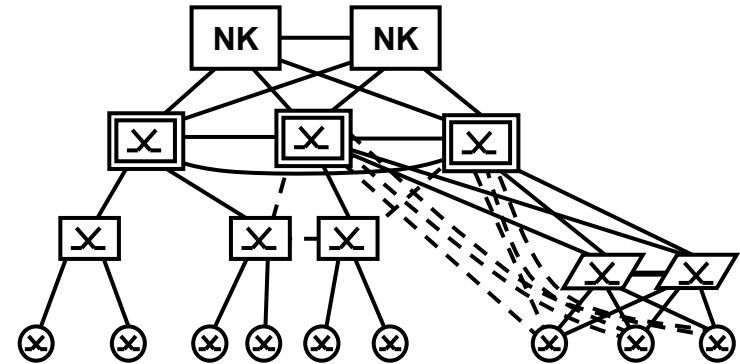
- 1. Bevezetés
- 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- 3. VoIP ←
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Jelátviteli követelmények, kodekek
- 7. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 8. Jelzésátvitel
- 9. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)
- 10. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése (Cinkler Tibor)

Beszédátviteli hálózatok

- VoIP = Voice over IP, beszédátvitel IP felett
 - („Voice” magyarul „beszédhang”, nem pusztán „hang”)
 - Mindent elsőprő tendencia!
- Beszédátvitel:
 - PSTN
 - ISDN
 - (ATM \Rightarrow nem jött be)
 - Mobil rendszerek
 - IP (=VoIP)

Miért jó a VoIP?

- Alapötlet: felesleges két hálózatot fenntartani
- A beszédforgalom IP szemmel nézve nagyon kis sáv szélességű
 - 6...64 kb/s egy beszédcsatorna
 - kb. 200 Mb/s gerinchálózat
- A lakásban/irodában is kevesebb lesz a vezeték
- Csökkenthetőek a költségek
- Nem csak hangátvitel, hanem integrált adat-, képátvitel is
 - pl. URL küldése beszélgetés közben,
 - annak megtekintése
 - web alapú telefonkönyv



VoIP architektúrák

- Első ránézésre IP alkalmazási rétegbeli probléma
 - Valamilyen szinten igaz. Azonban léteznek:
 - célprotokollok
 - különböző feladatokra: adatátvitel, kapcsolatfelépítés
 - célhardverek
 - végberendezések, hálózati csomópontok

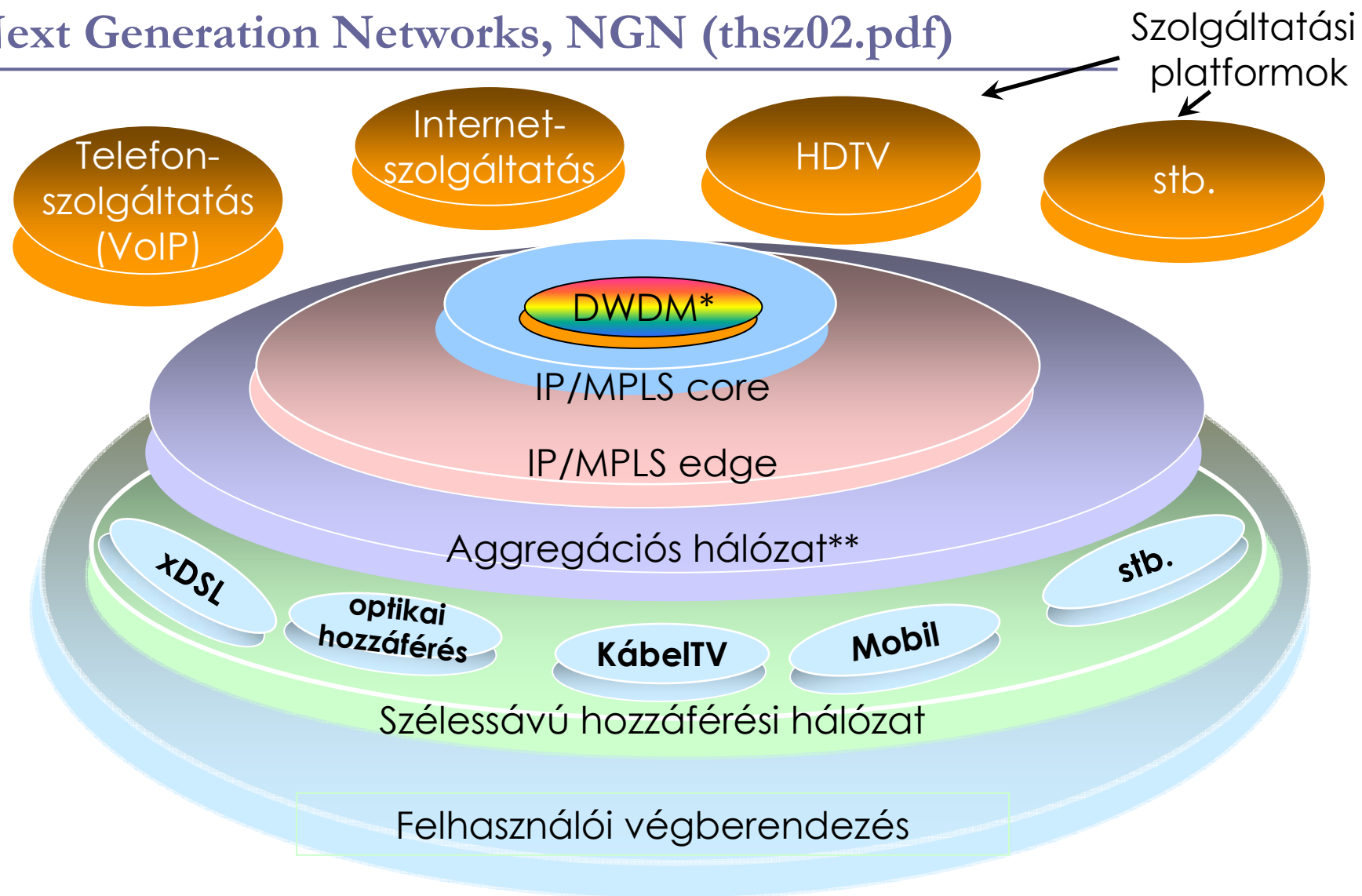
VoIP architektúrák

- VoIP általános fogalom. Kérdés: a hálózat melyik része IP?
- Gerinchálózatban
 - A trónkók IP-re cserélése, a kapcsolóközpontok megmaradnak TDM-ek (\Rightarrow ld. 3-as fejezet) (átmeneti megoldás)
 - A „kapcsolás” is IP alapú (=útválasztás), azaz a teljes gerinchálózat IP
- Hozzáférői hálózatban, PSTN végberendezések
 - IP eszközökhöz csatlakoznak
 - ma leggyakoribb: kábelmodem, ADSL Home Gateway
 - de lehet más is:
 - PC kártya
 - IP router PSTN interfésszel
 - IP alapú tel. kp. (ld. 1. mérés!)
 - ezek az eszközök végzik a PSTN/VoIP átjárást
 - pl. tárcsahang generálás, jelzés fordítás, stb.

VoIP architektúrák

- Hozzáférői hálózatban, IP alapú végberendezések
 - VoIP végberendezés
 - kinézetre hasonlít egy „hagyományos” telefonhoz (ld. 1. mérés!)
 - IP címmel
 - Ethernet csatlakozóval
 - plusz szolgáltatásokkal (pl. webböngésző)
 - Softphone = VoIP szoftver
 - pl. Skype, MSN, ICQ, stb.
 - futtat PC-n, PDA-n, de akár mobiltelefonon is (!!)
 - Kell egy VoIP/PSTN átjáró a VoIP hálózat határán

A közeljövő távközlő hálózata: Új generációs hálózatok, Next Generation Networks, NGN (thsz02.pdf)



*DWDM = Dense Wavelength Division Multiplexing, sűrű hullámhosszosztású nyalábolás. (Ez egyfajta nagy kapacitású optikai hálózat, ld. majd: Gerinchálzati technikák fejezet)

** (OSI) Layer 2, azaz még nem IP. Újabban pl. gyakran Ethernet.

VoIP funkciók

□ Négy funkcióhalmaz

1. beszédkódolás és dekódolás
2. beszédcsomagok szállítása
3. jelzési feladatok
4. együttműködés más VoIP/PSTN hálózatokkal (gateway funkciók)

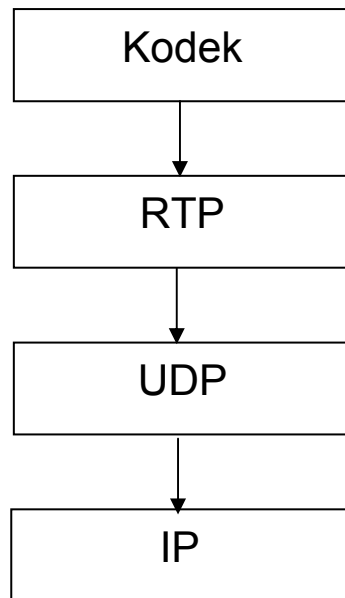
1. Beszédkódolás és dekódolás

- Azaz kodekek
- Egy ilyen már ismerünk: PCM
- Lesz még sok, ld. majd a 6. fejezetben
- A lényeg most: ezek kimenete egy kb. 5-64 kb/s sebességű bitfolyam

VoIP funkciók

2. Beszédcsomagok szállítása

- Tipikusan UDP csomagba ágyazott RTP csomagban (ld. Szg-hálózatok tárgy)



IP fejrész (20 byte)	UDP fejrész (8 byte)	RTP fejrész (12 byte)	Beszéd-információ (4-100 byte)
----------------------	----------------------	-----------------------	--------------------------------

- Nagyobb IP csomag:
 - kisebb overhead
 - nagyobb késleltetés

VoIP funkciók

3. Jelzési feladatok

- Legfontosabb: kapcsolat felépítése, bontása
- Sok jelzésrendszer-ajánlás. A két legelterjedtebb:
 - H.323 (ITU -- International Telecommunication Union)
 - SIP (IETF -- Internet Engineering Task Force)
 - Id. Számítógép-hálózatok tárgy

4. Együttműködés más VoIP/PSTN hálózatokkal (gateway funkciók)

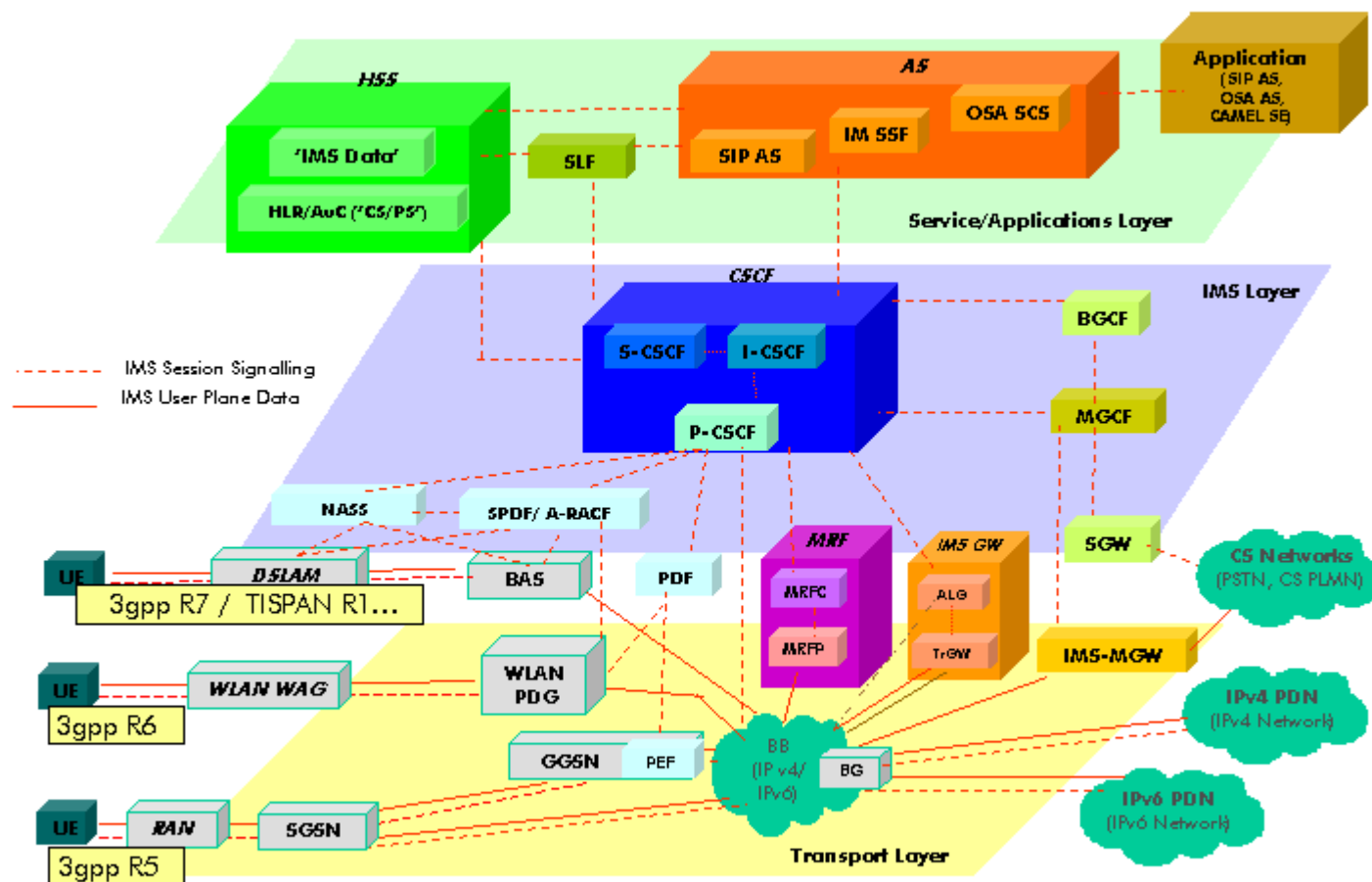
- Kell egy átjáró, amelyik beszél a PSTN és VoIP hálózatok nyelvét is
 - mindhárom fenti szempont szerint, *például*:
 - PCM ↔ G.729 (ez egy VoIP kodek)
 - SDH (TDM átvitel rendszer) ↔ IP/UDP/RTP
 - PSTN jelzések (pl. SS7, ld. később) ↔ H.323

IMS

- IMS = IP Multimedia Subsystem, IP multimédia alrendszer
- Fix és mobil hálózatok IP alapú gerinchálózatának a megvalósítására való architektúra
 - Az adatok IP csomagokban, routereken át
 - Más hálózatok felé konvertálni kell az adatok formátumát és a jelzéseket is
 - ezekre külön szerverek vannak
 - Külön szerverek a jelzések kezelésére
 - Alkalmazáserverek, amelyek az egyes funkciókat valósítják meg
 - pl. konferencia beszélgetés felépítése

IMS

(ez a dia nem vizsgaanyag!)



VoIP és a QoS

- QoS = Quality of Service, szolgálatminőség
 - e nélkül: Best Effort, „legjobb szándék”, ez van most az IP-ben
- RTP nem nyújt ilyen szolgáltatást
- Ez az alacsonyabb rétegek dolga
 - hiszen egy csomag elvesztése a felsőbb rétegekben csak jelentős késleltetéssel javítható (újraküldés)
 - egy csomag késleltetése a felsőbb rétegekben már nem javítható (időgép kéne...)
- Tehát a VoIP erre támaszkodik
 - Nehogy egy nagy fájl letöltése tönkretelje egy beszélgetés minőségét
- Ilyen (=IP QoS) mégis csak korlátozottan van
 - Id. következő dia

IP QoS paraméterek:

- csomagvesztés aránya
- csomagtöbbszörözés aránya
- téves csomagkézbesítés aránya
- csomagkésleltetés
- a késleltetés ingadozása
- *de: a sávszélesség mennyiségi és nem minőségi paraméter!*

VoIP és a QoS

Létező QoS megoldások:

- Integrated Services, Differentiated Services
 - IETF ajánlások, de nem terjedtek el a gyakorlatban
- Csomag prioritások, hálózat túlméretezés
 - Minőségi garancia itt sincs, csak prioritásos kezelés
 - Csak zárt, korlátozott belépéssel rendelkező hálózatokban működik
 - „Az” Interneten általában nem
- Ezért jó lehet a hangminőség a vállalati VoIP rendszerekben, a VoIP alapú szolgáltatóknál
- Ezért csak néha jó a Skype, MSN, ICQ, ... hangminősége
- Van még: hívásbeengedés (Call Admission Control, CAC)
 - csak adott számú VoIP hívás léphet be a rendszerbe
 - csak akkor ér valamit, ha megoldottuk, hogy pl. egy letöltés nem szorítja ki az összeset

A VoIP kihívásai

- A PSTN/ISDN/mobil (pl. GSM/UMTS) hálózatok „bombabiztosra” vannak tervezve
 - Magas rendelkezésre állás
 - Nagy megbízhatóságú eszközök
 - Tartalékolás
 - Alaposan tesztelt protokollok
 - Zárt hálózat (betörésvédelem)
 - Sok-sok-sok év tapasztalata
- Garantált szolgáltatásminőség
 - hála az áramkörkapcsolásnak
- Többletszolgáltatások
 - Pl. a segélyhívásnak egy száma van, de mindig a helyi központba fut be a hívás
- *VoIP alapú hálózatoknál mindez természetesen szintén szükséges!*

Kitérő: Távbeszélő hálózatok megbízhatósága

(Kitérő, de vizsgaanyag!)

- 0,99999 rendelkezésre állás
 - 20 évente 1 óra leállás!! (az egész központra, kisebb részegységekre nagyobb hibaarány engedélyezett)
- A megvalósítás eszközei:
 - működő hardver
 - melegtartalékolás
 - csak egy hiba kivédésére jó → részegységenkénti tartalékolás
 - szinkron üzemmódú tartalékolás, vagy
 - terhelésmegosztásos tartalékolás
 - hiba esetén kisebb teljesítménnyel, de működik
 - + logika, ami (jól) detektálja a hibát, és átkapcsol
 - hidegtartalékolás
 - kevésbé kritikus elemeknél
 - tápellátás folyamatossága
 - betáplálás több úton
 - akkumulátorok (~3-4 óra)
 - generátorok (teherautóra szerelt is) -- csak a dízelolaj mennyisége korlátozza az üzemidőt
 - végberendezés: távtáplálás (mobil nem...)

Kitérő: Távbeszélő hálózatok megbízhatósága

- 0,99999 rendelkezésre állás
- A megvalósítás eszközei:
 - működő hardver
 - tápellátás folyamatossága
 - működő szoftver
 - hibamentes
 - együttműködő különböző gyártók esetén
 - *igenis lehet komplex rendszerek esetén is (majdnem) hibamentes kódot írni!!*
 - megbízható architektúra
 - e célra tervezték
 - alaposan tesztelt, évek során finomított
 - külső támadás lehetősége minimális
- *VoIP-nál is szükséges ez!*

Kitérő: Távbeszélő hálózatok megbízhatósága

- Valóban működő rendszer!
- Ritka kivételek azért akadnak, pl:
 - Magyarország, 1998. december. „Hirtelen havazás”, GSM hálózatok rövid időre összeomlanak. (Szilveszterkor nem omlanak össze a rendszerek, csak átmenetileg túlterhelődnek)
 - AT&T 1990. jan. 15. SS7 szoftver downgrade segített -- egy fél nap után

VoIP jövő

- Egyértelmű minden téren a VoIP térhódítása
 - már az új 3G hálózatok is IP alapúak
 - a PSTN/ISDN gerinchálózatok szintúgy gyakran IP alapúak
 - sok vállalati rendszert lecseréltek teljesen VoIP-ra
 - sok magán előfizető is a VoIP-ot választotta (Pl. kábel-TV, ADSL felett)
- Akkor igazi *műszaki értelemben vett* siker, ha sikerül mindkét világból (internet, telefon) a pozitívumokat átmenteni