

Távközlő hálózatok és szolgáltatások

ADSL, xDSL

IP hálózatok elérése kábel-TV hálózatokon

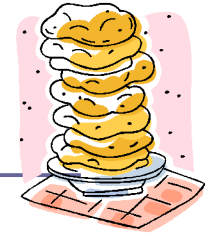
Németh Krisztián

BME TMIT

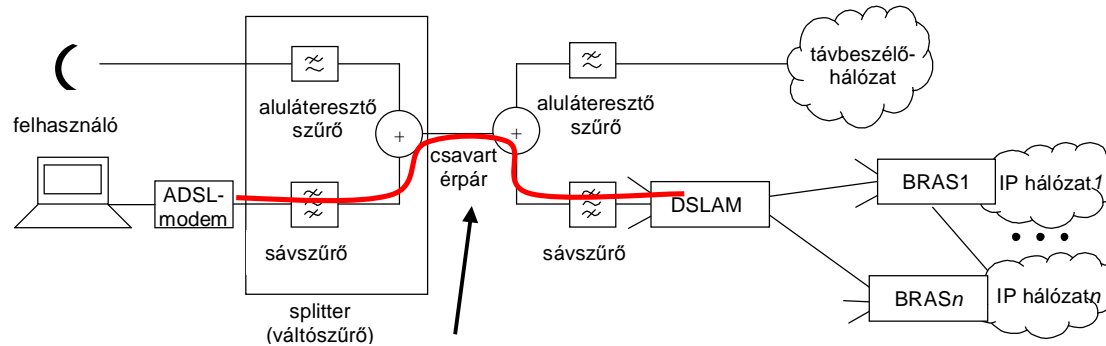
2010. okt. 11.



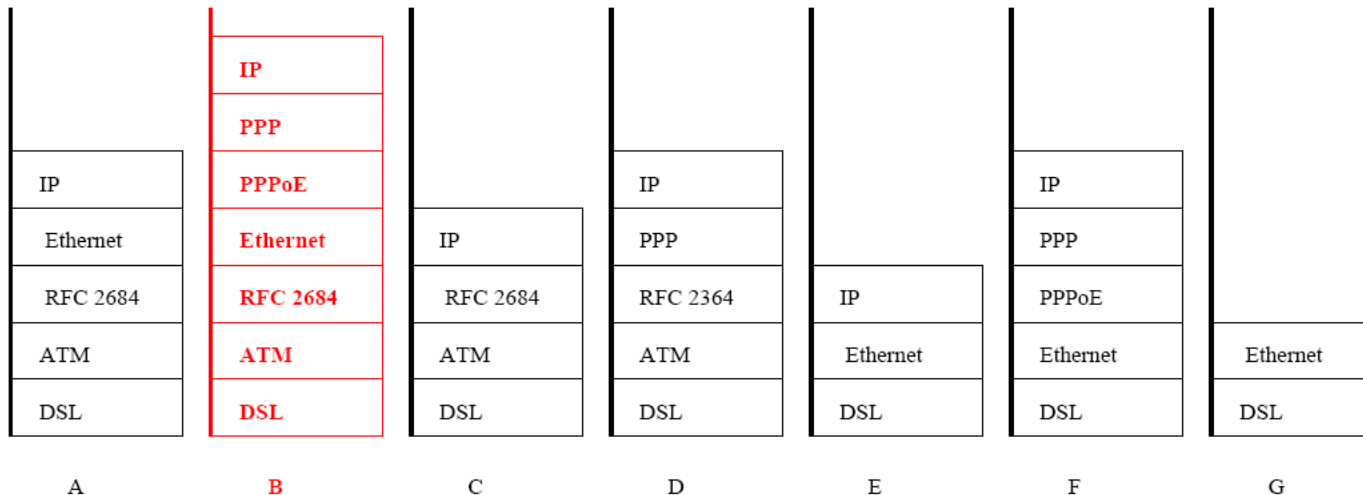
ADSL protokollépítmény



(Ez a dia nem vizsgaanyag. De persze érdekes...)



Különböző lehetőségek a protokollépítményre (protokol stack):



- p Magyarországon a B verzió az elterjedt
- p RFC2684: Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2684.txt>
- p PPP = Point-to-Point Protocol, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1661.txt>
- p PPPoE = PPP over Ethernet, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2516.txt>

ADSL2/2+

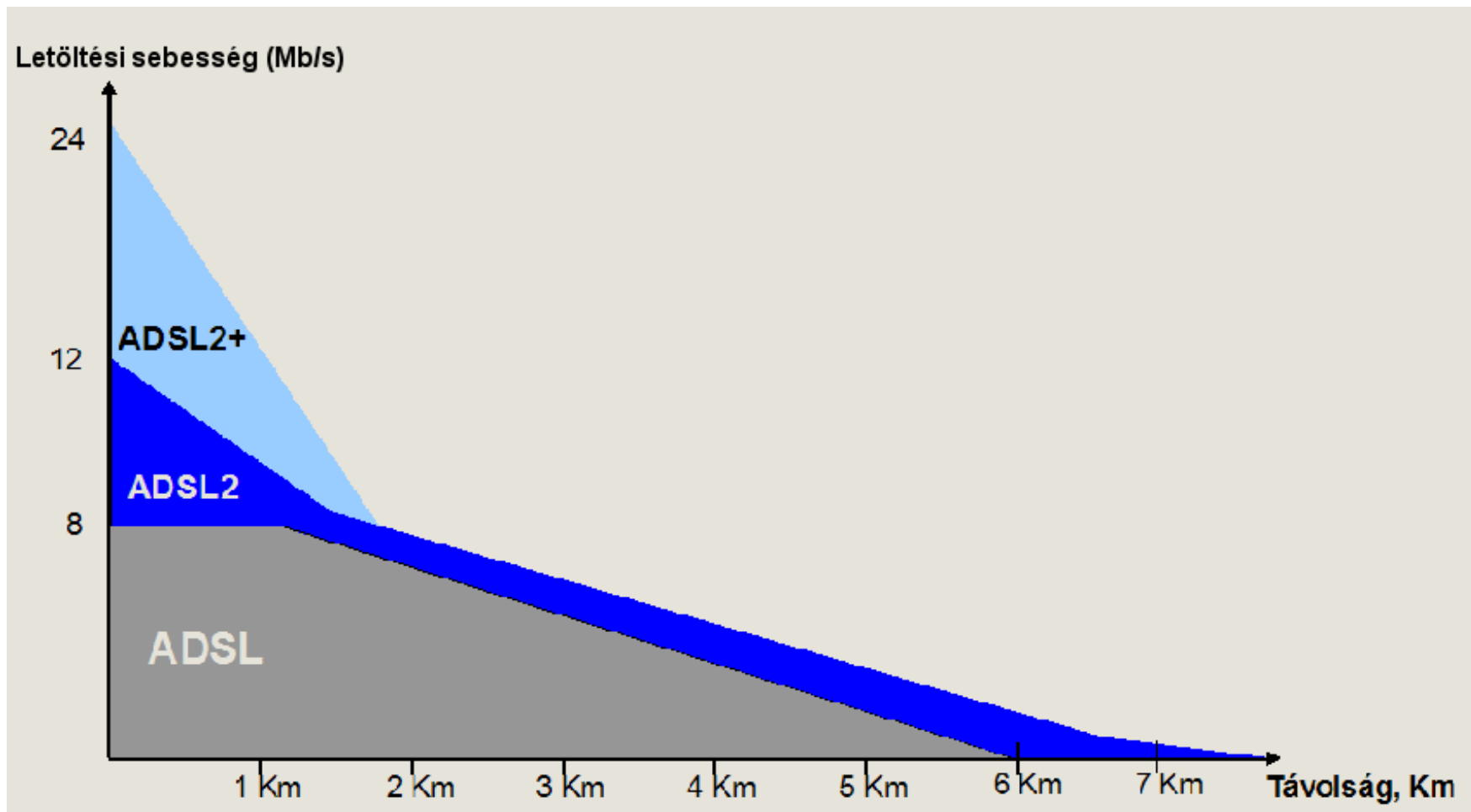
p ADSL2 (G.992.3)

- n jobb modulációs hatékonyság, letöltés max. 8-12 Mb/s
- n kb. 200 m-rel nagyobb hatótáv
- n átmenetileg a beszédcsatornát is használhatja
- n energiatakarékos üzem: figyelni, hogy van-e forgalom

p ADSL2+ (G.992.5)

- n a max. frekvencia 2,2 MHz-re bővül
- n a hangátvitelre, illetve az adatfeltöltésre használt frekvenciák nem változnak
- n a maximális letöltési sávszélesség 16-25 Mb/s-ra nő
- n 1,5 km-es távolságon belül

ADSL technológiák összehasonlítása





- p Ötlet ugyanaz: előfizetői hurok kihasználása
- p SHDSL: Symmetric High-speed DSL (G.991.2):
 - n 2,3 Mbit/s max. mindkét irányban
 - n max 3 km-ig
 - n beszédátvitel nincs
 - n 2001-es szabvány
 - n inkább üzleti, mintsem lakossági felhasználóknak ajánlott
- p VDSL - Very high rate Digital Subscriber Line (G.993.1)
 - n 13 Mbps - 55 Mbps (le), 1-3 Mbps (fel)
 - n vagy 26-26 Mbps szimmetrikusan
 - n 300 - 1500 méter sodort rézpár, onnan optikai átvitel
- p VDSL2 (G.993.2)
 - n 100 Mbps mindkét irányba
 - n 30 MHz-es frekvenciatartomány
 - n DSLAM kompatibilis az ADSL modemekkel
- p xDSL: ezek együtt

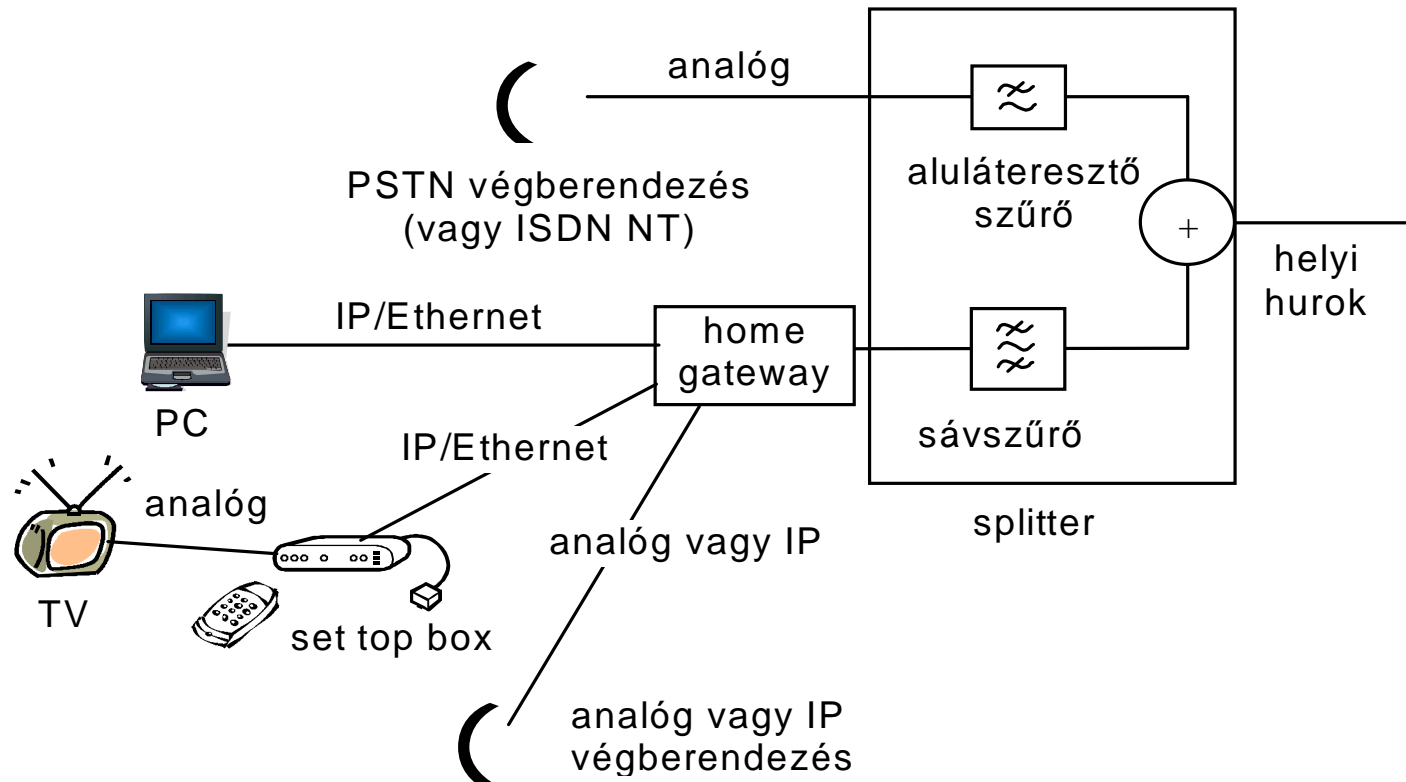
Triple play



p Triple play

- n marketing elnevezés egy IP szolgáltatásra mely magába foglalja a következő három szolgáltatást:
 - p Internet
 - § 5 Mb/s a cél legalább
 - p Televízió
 - § jellemzően legalább 3 TV csatorna egyidejű vétele háztartásonként
 - p Telefónia
 - § Voice over IP (VoIP, IP feletti beszédátvitel)
- n Inkább egy üzleti modell, mintsem egy technológiai szabvány
- n A hordozó közeg lehet pl.
 - p sodrott érpár/ADSL (telefontársaságok)
 - p koax kábel (kábel-TV társaságok)
 - p UTP/Ethernet (Internetszolgáltatók)
 - p üvegszál (a fentiek mind...)
 - p jövőben: vezeték nélküli hozzáféréseken át is

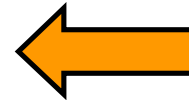
Triple play ADSL-en



- p beszéd, videó prioritást élvez az adatforgalom felett
- p pl. külön-külön ATM VC / Ethernet VLAN mindhárom
- p home gateway: IP/PSTN átjáró is (ld. majd a VoIP-nál is)
- p extra szolgáltatások, pl:
 - n video-on-demand = virtuális videotéka
 - n igény szerinti sáv szélesség hozzárendelés

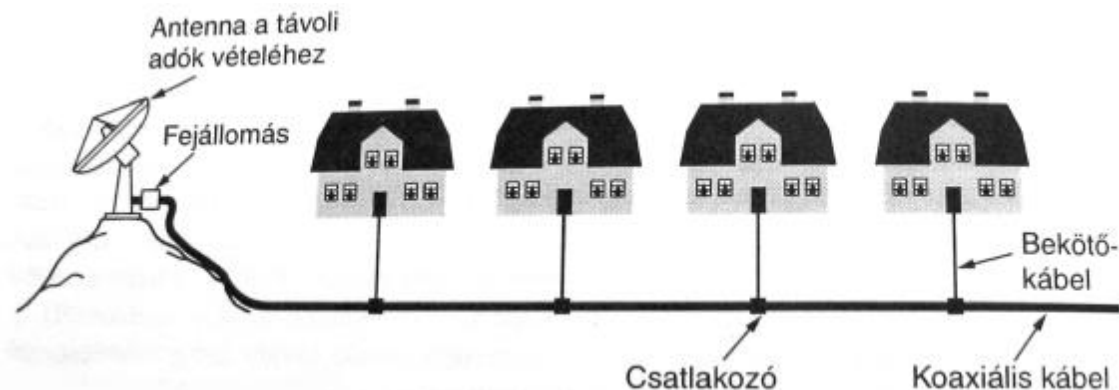
Áttekintés

- p Telefonvonalali modemek
 - n Akusztikus modemek
 - n PSTN modemek
 - n ISDN modemek
- p ADSL, xDSL
- p **Kábeltévés Internet-elérés**
- p Optikai hozzáférési hálózatok



Korai kábeltelevíziós rendszerek

- Ötlet az 1940-es évek végén (USA)
 - Jobb vétel a külvárosokban és a hegyek között élőknek
- Közösségi antennás televízió
 - Community Antenna Television – CATV
 - Egy dombtetőn elhelyezett nagy antenna
 - Egy erősítő: fejállomás (head end)
 - Koaxiális kábel
- Családias üzletág, bárki telepíthetett ilyen szolgáltatást
 - Ha több előfizető csatlakozik: újabb kábelek és erősítők
- Egyirányú átvitel, a fejállomástól a felhasználók felé

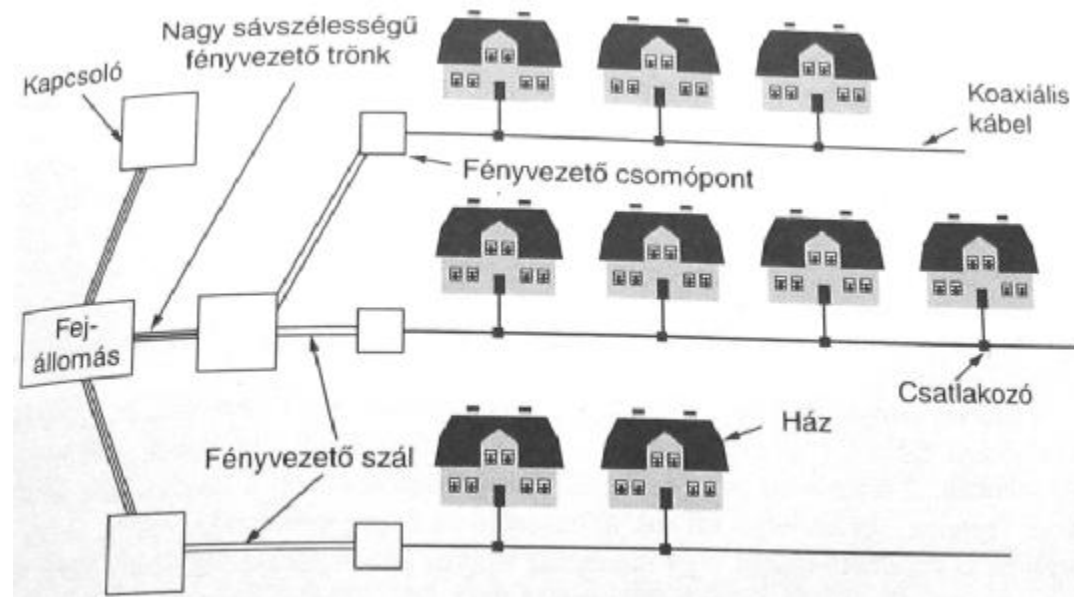


A kábeltévé fejlődése

- p 1970-re több ezer független rendszer (USA)
- p 1974-ben elindul az HBO, kizárólag kábelen
 - n Több új kábeles csatorna – hírek, sport, főzés, stb.
- p Nagyvállalatok elkezdik felvásárolni a létező kábelhálózatokat, új kábeleket fektetnek le
 - n Kábelek a városok között a hálózatok egyesítésére
 - n Hasonló ahhoz, ahogy a távközlő iparban a század elején összekötötték a helyi központokat a távolsági hívások végett
- p Később a városok közötti kábeleket nagy sáv szélességű fényvezető szálakra cserélik

HFC rendszer

- p HFC - Hybrid Fiber Coax (fényvezető-koax hibrid)
 - n Fényvezető-koax hibrid rendszer
 - p Fényvezető szálak a nagy távolságok áthidalására
 - p Koaxiális kábel az előfizetőkhez
 - n Fényvezető csomópont (Fiber Node: FN)
 - p Elektro-optikai átalakító
 - § a fényvezető és villamos rész közötti csatlakozásnál



Internet a kábeltévén

- p A kábelhálózat üzemeltetők elkezdtek bővíteni a szolgáltatásaikat
 - n Internetelérés
 - n Telefonszolgáltatás (VoIP)
- p Át kell alakítani a hálózatot
 - n Az egyirányú erősítőket kétirányú erősítőre kell cserélni mindenhol
 - n A fejállomást fel kell fejleszteni
 - p Egy buta erősítőtől egy intelligens digitális számítógéprendszer
 - § Nagysebességű optikai szálakat csatlakoztat egy ISP hálózatához
 - p (Új név: Cable-Modem Termination System (CMTS) – nem kell tudni)

Internet a kábeltévéen

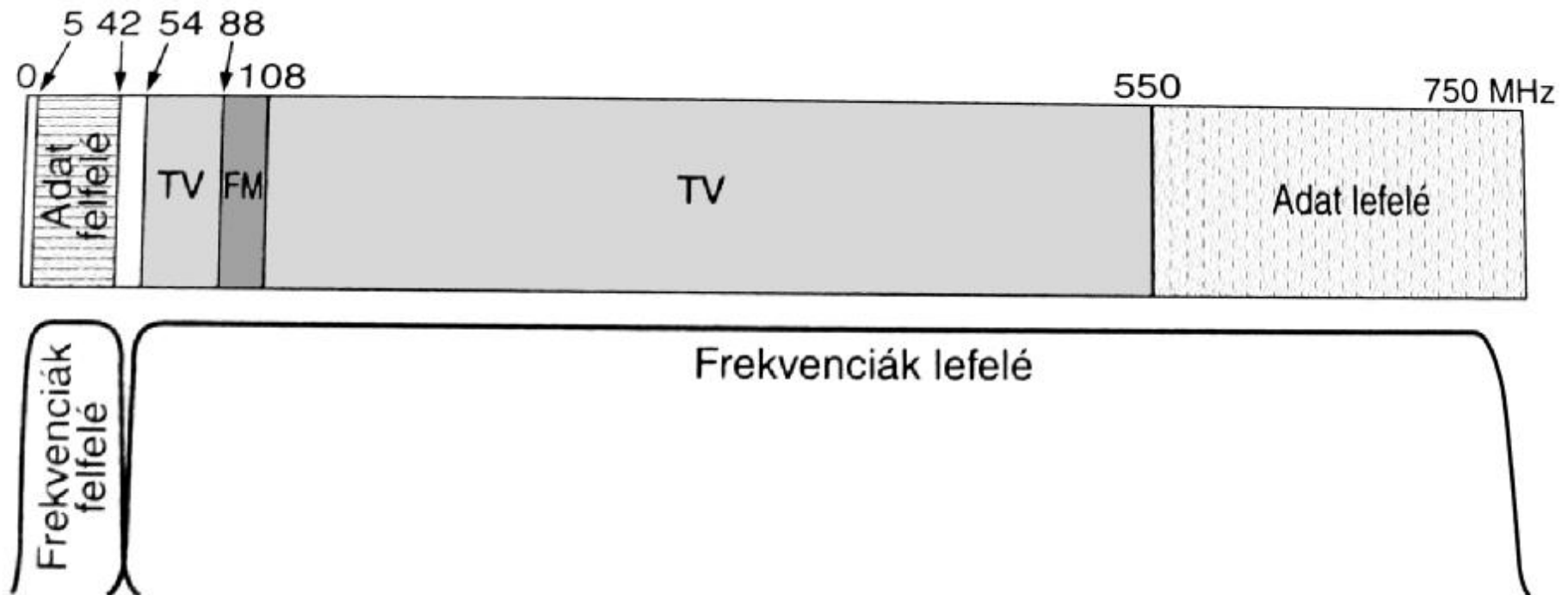
- p A koax kábel osztott közeg, több előfizető egyszerre használja
 - n A telefonhálózatban mindenki rendelkezik saját érpárral (előfizetői hurok)
 - n A TV műsorok elosztásánál ez nem fontos
 - p üzenetszórás van (broadcast)
 - n Internetezésnél a felhasználók osztoznak a közegen
 - p Verseny a felhasználók között
 - n Másfelől a koax kábel sokkal nagyobb sávzélességet biztosít, mint a csavart érpár
- p Megoldás: több darabra osztunk egy hosszú kábelt
 - n Minden szakaszt közvetlenül egy fényvezető csomóponthoz kötünk
 - n A fejállomás és a fényvezető csomópontok között a sávzélesség nagyon nagy
 - p Ha nincs túl sok felhasználó egy szakaszon, a forgalom kezelhető marad
 - n Ma tipikusan 500-2000 előfizető egy szakaszon
 - p További felosztás várható ahogy nő az előfizetők száma és a forgalom

Spektrumkiosztás

- p A kábelhálózatot nem lehet (egyelőre) kizárólag internetezésre használni
 - n Sokkal több a tévénéző mint az internetező ügyfél
 - n Hatóságok szabályozzák mi mehet a kábelen, a tévészolgáltatás kötelező
 - n Fel kell osztani a frekvenciákat a TV és az internetelés között
- p Európa
 - n TV sávok alsó határa 65 MHz
 - n 8 MHz széles csatornák
 - p PAL és SECAM rendszerek nagyobb felbontása miatt
 - § (PAL - Phase Alternating Line)
 - § (SECAM - Séquentiel Couleur à Mémoire)
 - § Felbontás: 768 x 576, 25 fps
- p USA, Kanada
 - n FM rádió: 88 – 108 MHz
 - n kábeltévé-csatornák: 54 – 550 MHz
 - p 6 MHz széles csatornák, védősávval együtt
 - § NTSC - National Television System Committee
 - § Felbontás: 720 x 480, 29.97 fps

Spektrumkiosztás

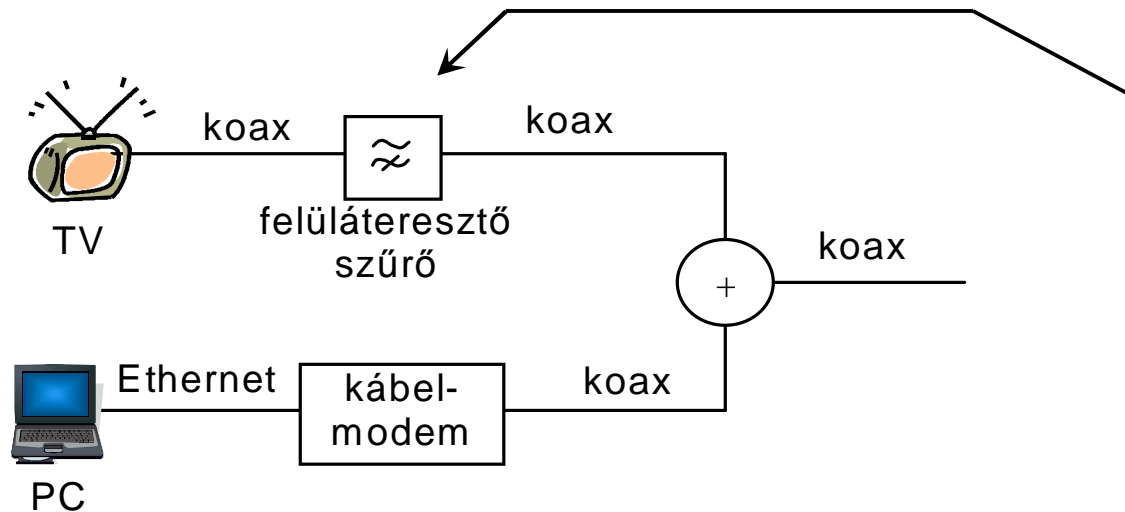
- p Modern kábelek 550 MHz felett is működnek, gyakran 750 Mhz felett is
 - n Megoldás: feltöltés 5 - 65 MHz (ez Európában, USA: 5 – 42 MHz között)
 - n A magasabb frekvenciák a letöltéshez



Frekvenciakiosztás (USA)

Aszimmetrikus átvitel, házon belüli topológia

- p A TV és rádió mind lefele halad
 - n A fejjállomástól a felhasználó felé
 - n Felfele olyan erősítők melyek az 5-42 MHz-es tartományban működnek
 - n Lefele az 54 MHz feletti tartományban működő erősítők
 - n Aszimmetrikus rendszer, nagyobb letöltés sebessége mint a feltöltésé
 - p Ezt itt műszaki okok befolyásolják, nem úgy mint az ADSL-nél!
- p Topológia lakáson belül:
 - n a TV-készülék zavaró alacsonyfrekvenciás jeleket bocsát ki



Moduláció

- p Koax kábel, szükség van modulációra
- p Minden 6-8 MHz-es csatornát QAM-64-el modulálnak
 - n Quadrature Amplitude Modulation
 - n Ha kivételesen jó minőségű kábel, akkor QAM-256
- p 6 MHz-es csatornán QAM-64-el: kb. 36 Mbps
 - n A fejlécek nélküli sávszélesség 27 Mbps
 - n QAM-256-al nettó kb. 39 Mbps
- p 8 MHz-es európai csatornán arányosan több
- p A feltöltési csatorna a QAM-64-hez nem elég jó
 - n Túl sok zaj a felszíni mikrohullámú rendszerek, CB-rádiók, stb. miatt
 - p CB = Citizen Band, „magyarul” walky-talky
 - n QPSK moduláció
 - p Quadrature Phase Shift Keying
 - p Csak két bit szimbólumonként (a QAM-64-nél 6, a QAM-256-nál 8)
 - n Sokkal nagyobb a feltöltés és letöltés közötti különbség

Kábelmodem

- p Két interfész – egy a PC és egy a kábelhálózat felé
 - n A modem és a PC között 10 Mb/s Ethernet kábel, néha USB
 - n A jövőben valószínűleg belső modemek (?)
- p A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modemje, melyet egy technikus telepített
 - n Nyílt szabvány kellett
 - p Versenyhelyezettséghez vezet a modemek piacán
 - p Csökkennek az árak
 - p Ösztönzi a szolgáltatás terjedését
 - p Ha a felhasználó telepíti a modemet, nem kell kiszállási költség
- p CableLabs
 - n A legnagyobb kábelszolgáltatók szövetsége
 - n DOCSIS szabvány
 - p Data Over Cable Service Interface Specification
 - p EuroDOCSIS – európai változat
 - n Sokan nem örültek neki
 - p Nem tudták tovább drágán bérbe adni modemjeiket a kiszolgáltatót előfizetőknek



Kábelmodem





Biztonságos kommunikáció

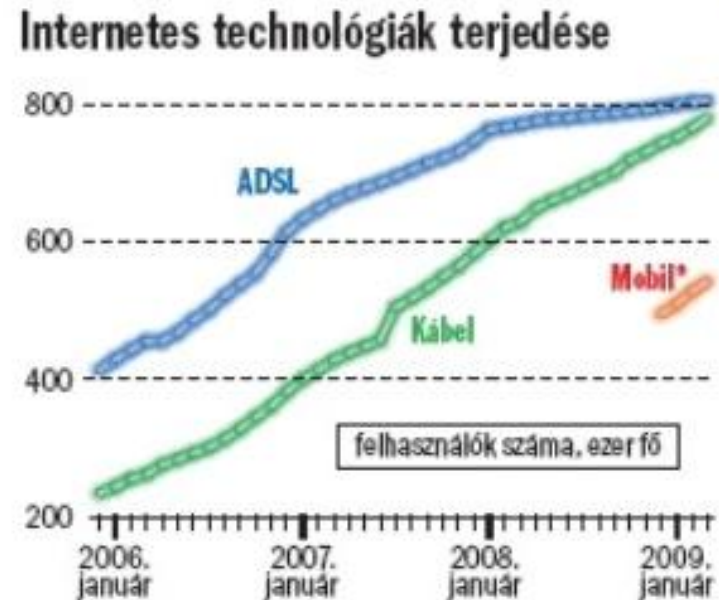
- p A kábel egy osztott közeg
 - n Bárki megnézheti a mellette elhaladó forgalmat
- p Hogy a szomszédod ne hallgatasson le, a forgalom kódolva mindkét irányban
 - n Meg kell egyezni a modem és a fejállomás között egy közös titkosítási kulcsban
 - p Két „idegen” között, egy osztott, lehallgatható közegen

Kábel vs. DSL

	ADSL(2+)	kábel-TVs Internet
közeg	sodrott érpár	koax
elérés (csak az első routerig...)	dedikált sáv szélesség	osztott közeg
tipikus sáv szélesség	néhány Mb/s	néhányszor tíz Mb/s
sáv szélesség növelése	fizikai akadályok	kisebb szakaszok: nagyobb sáv szélesség: még van tartalék a rendszerben
lefedettség	tel. kp. közelében	kábel-TV területen bárhol
biztonság	fizikai elválasztás	titkosítás
több ISP	gyakori, törvény is	ritkább, de Magyaro-n így sincs igazán árverseny

Kábel vs. DSL

- Összességében:
 - n nagyon különböző technológiával nagyon hasonló szolgáltatások!
 - n ADSL volt kicsit előbb
 - n Kábel-TVs (ma már) hazánkban olcsóbb
 - n Kábel-TVs (ma már) gyorsabb
 - n Az eredményt ld. a grafikonon:



* A mobilinternetről csak 2008 decembere óta készül gyorsjelentés.

Forrás: Nemzeti Hírközlési Hatóság, HVG

- Várható közeljövő:
 - n optikai szálak mind nagyobb térhódítása, pl:
 - FTTC/FTTCab: Fiber to the Curb/Cabinet (optikai szál az aknáig, elosztódobig, azaz max. 300 m-re a végberendezéstől), pl. VDSL(2)
 - FTTH: Fiber to the Home (optikai szál a háztartásig), PON: Passive Optical Network (passzív optikai hálózat), GPON (Gigabit PON)
 - n mobiltelefonos Internet térhódítása

Áttekintés

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



Optikai hozzáférési hálózatok

p Előnyei

- n nagy sáv szélesség
- n kis csillapítás: kis teljesítmény elég
- n kis csillapítás: nagy távolság áthidalható

p Hátránya

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

Hálózati architektúrák

Pont – pont összeköttetések

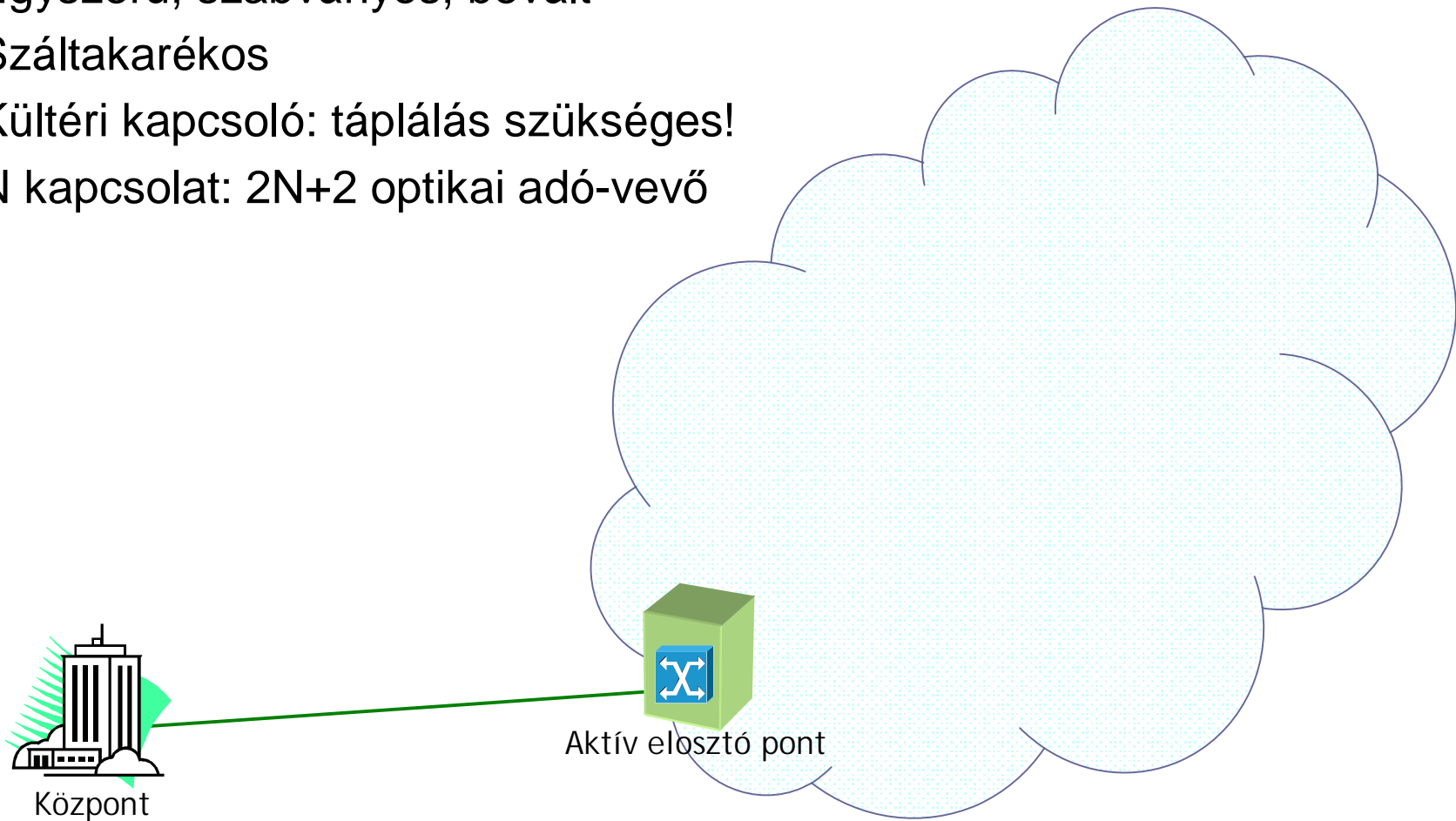
- Egyszerű, szabványosított, jól bevált technológia
- Kapcsolatonként egy fényvezetősál (pár)
- N kapcsolat: $2N$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

Aktív optikai hálózat

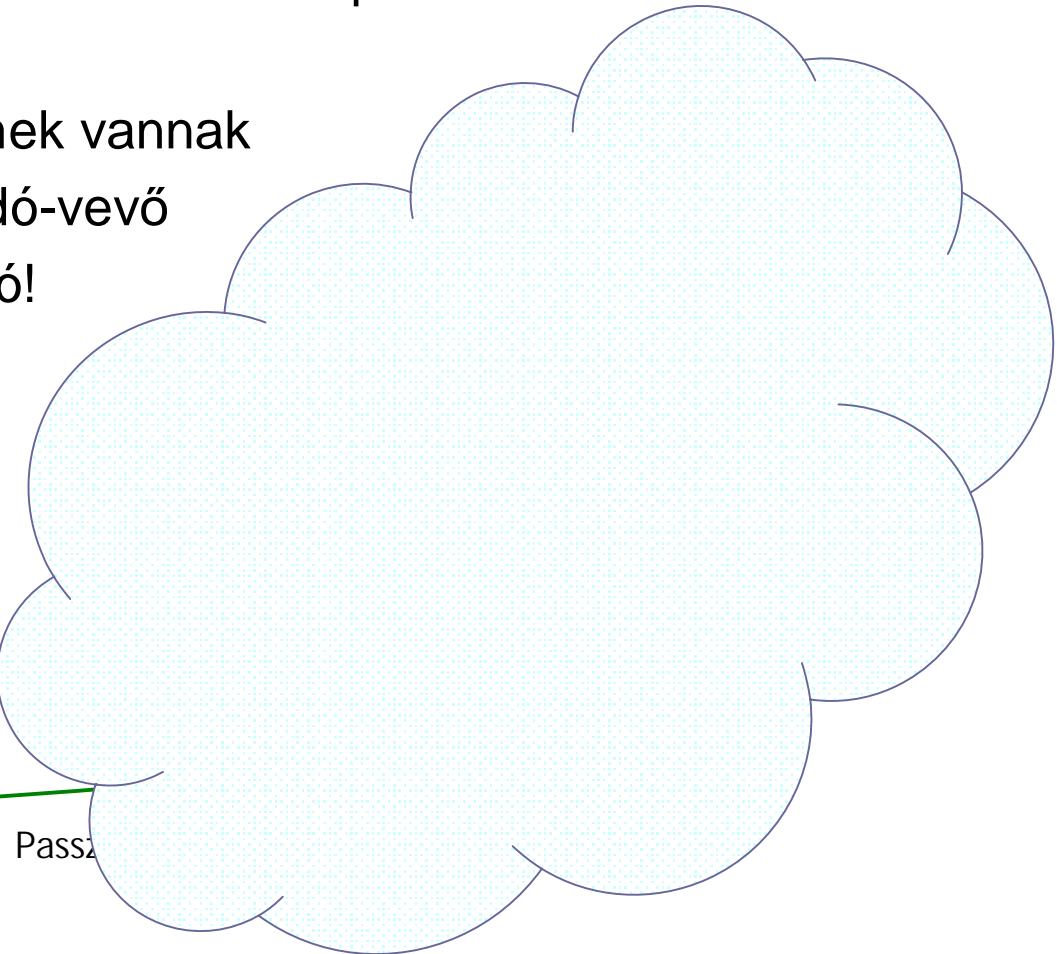
- ⌘ Egyszerű, szabványos, bevált
- ⌘ Száltakarékos
- ⌘ Kültéri kapcsoló: táplálás szükséges!
- ⌘ N kapcsolat: $2N+2$ optikai adó-vevő



Hálózati architektúrák

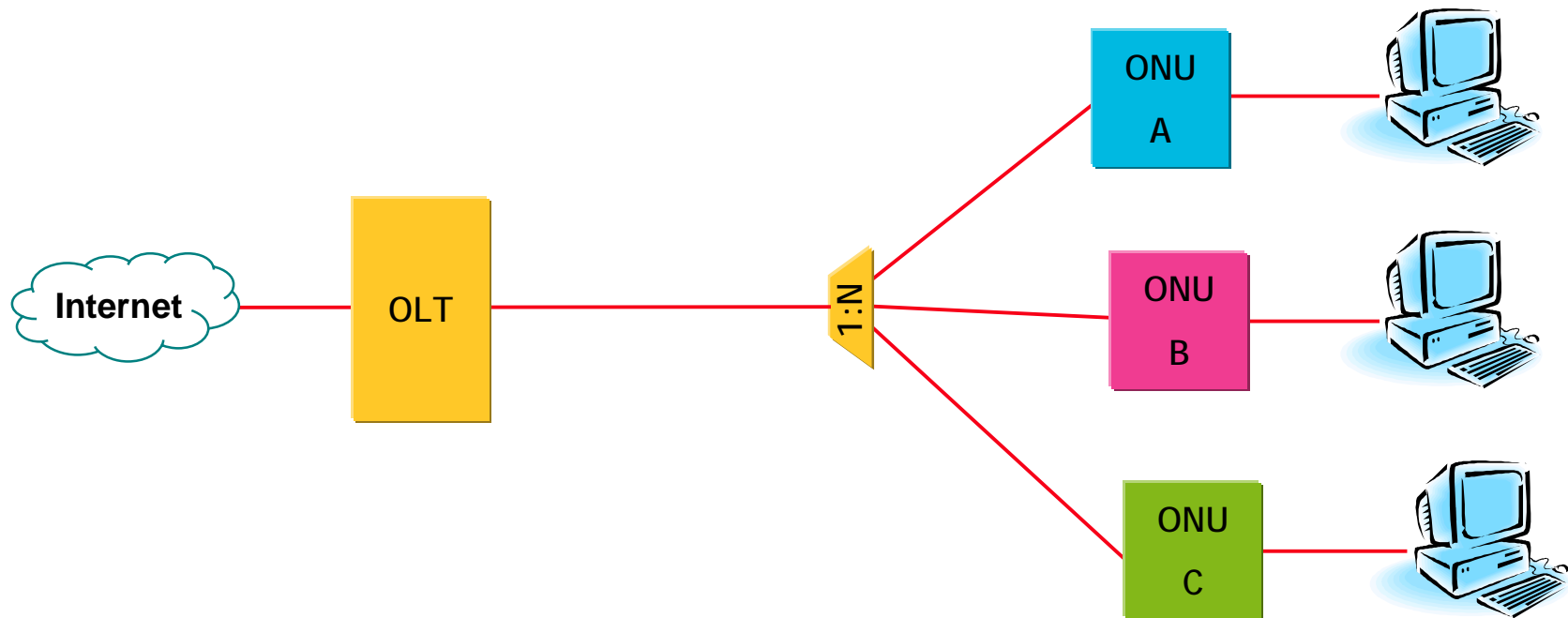
Passzív optikai hálózat (Passive Optical Network, PON)

- ρ Egyszerű, szabványosított, túl az első telepítéseken
- ρ Száltakarékos
- ρ Kültéren csak passzív elemek vannak
- ρ N kapcsolat: N+1 optikai adó-vevő
- ρ 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 esetek is: pl. videó, telefon (VoIP) átvitele az Internet átvitele mellett



Többszörös hozzáférés

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



Szét kell választani a forgalmakat



TDMA



WDMA*

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

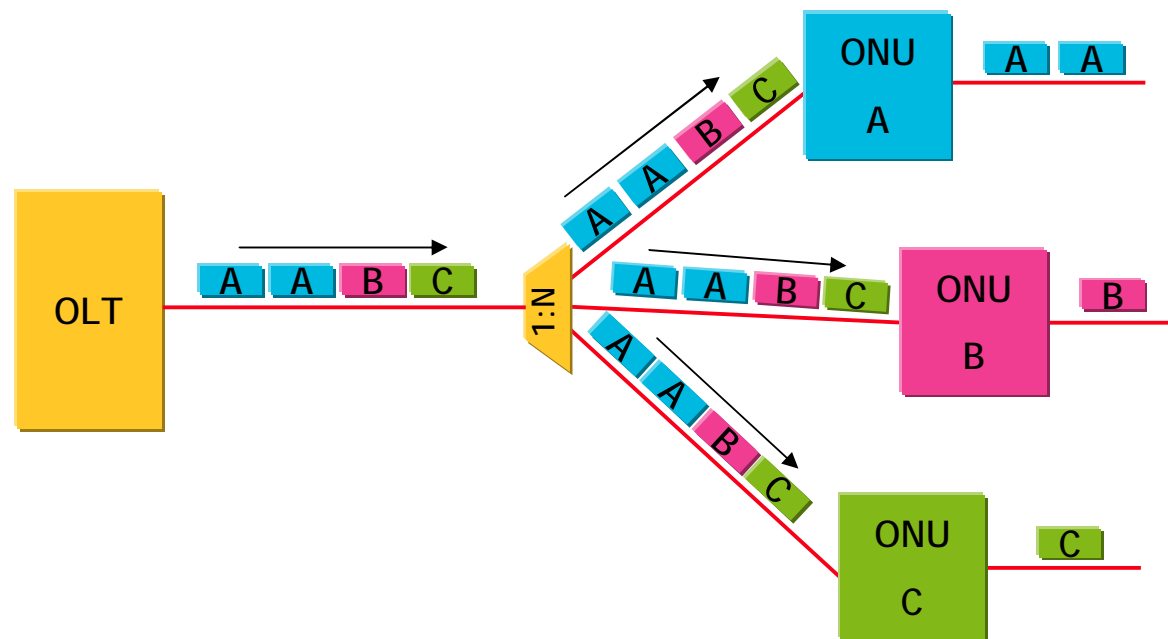
Többszörös hozzáférés

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

TDM alapú PON

Lefele irány:

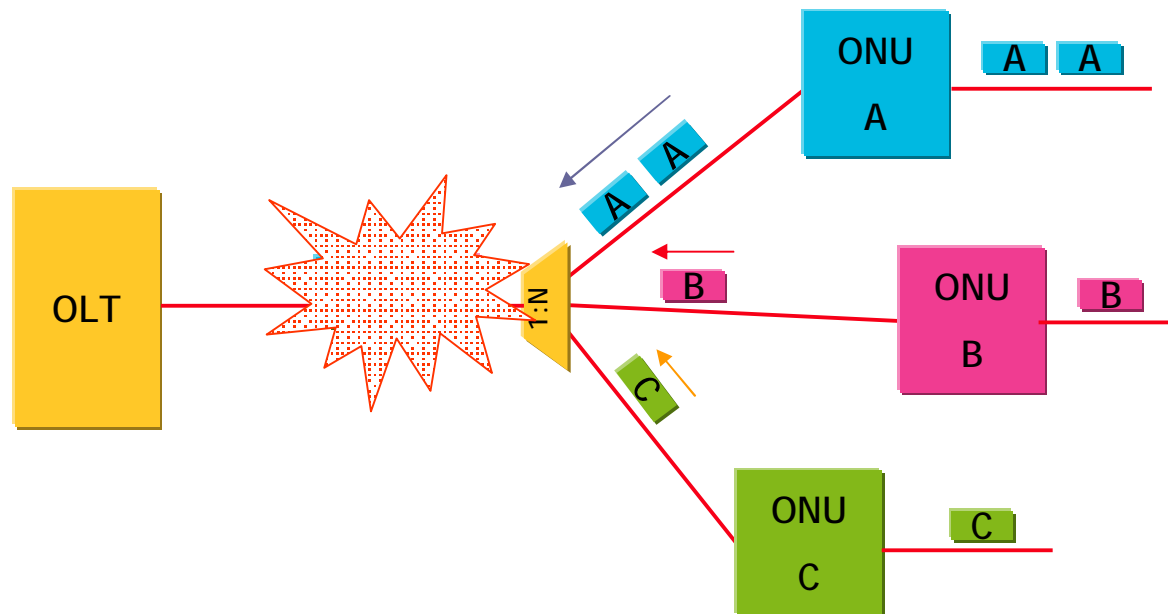
- ⌘ Műsorszórás jelleg: önmagában nem biztonságos, titkosítás kell
- ⌘ Időosztásos multiplexálás
- ⌘ Az ONU-k csak a nekik szóló forgalmat dolgozzák fel
- ⌘ A „címezéseket” a keretszervezésben elhelyezett fejrészek hordozzák



TDM alapú PON

Felfele irány, a probléma:

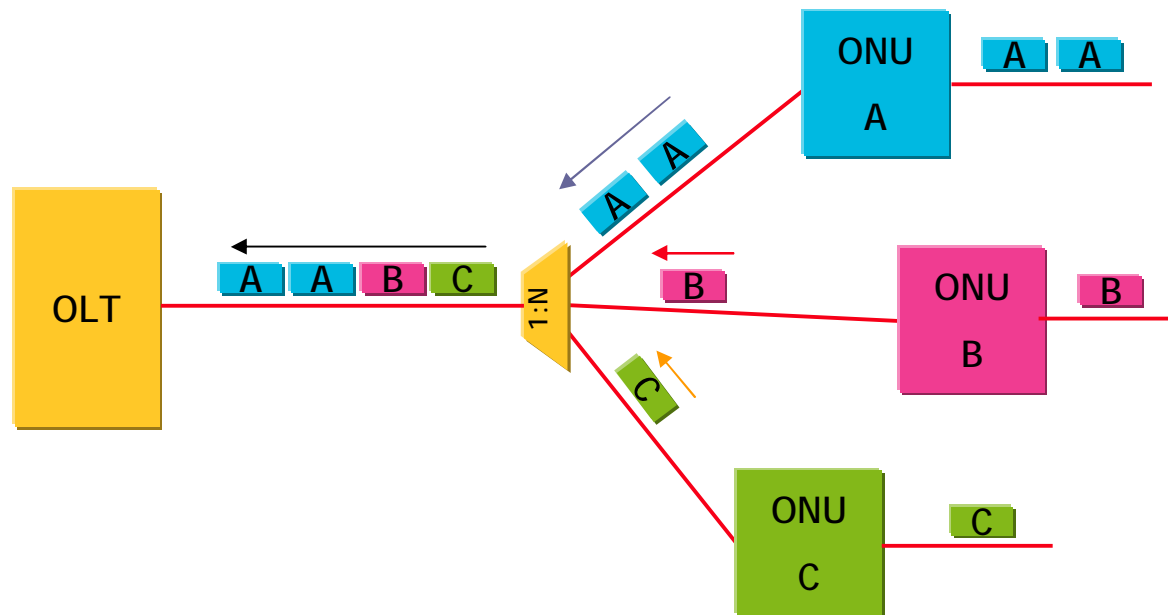
- ρ Az összes ONT egy felfelé irányuló csatornán osztozik
- ρ Az ONU-k közötti adatforgalom közvetlenül nem megoldható
- ρ A splitter és az OLT közötti szakaszon ütközés léphet fel
- ρ Az ONT-k nem érzékelik az ütközést



TDM alapú PON

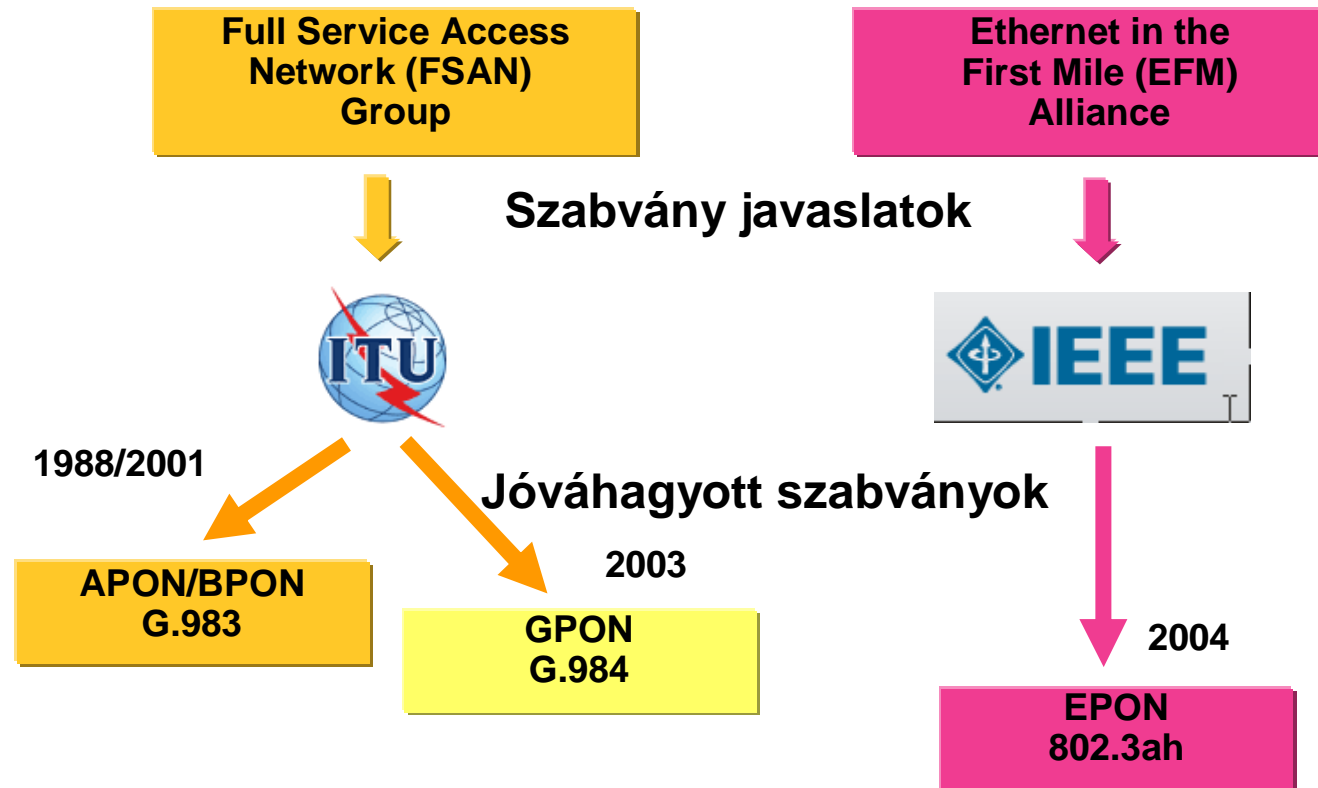
Felfele irány, a megoldás:

- ⌘ 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

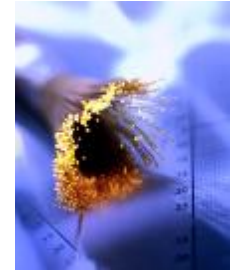
(Vizsgára nem kell tudni)

	BPON	GPON	EPON
Szabvány	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE802.3ah
Cella / csomag méret	53 bájt	53...1518 bájt	1518 bájt
Max. sebesség	Konfigurálható: D/S: 1,2 Gbit/s U/S: 622 Mbit/s	Konfigurálható: D/S: 2,48 Gbit/s U/S: 2,48 Mbit/s	Szimmetrikus: 1,25 Gbit/s
Átviteli mód	ATM	ATM, TDM, Ethernet	Ethernet
Hang átvitel	ATM	ATM, TDM, VoIP	VoIP
Videó átvitel	1550 nm overlay (RF)	RF vagy IP	RF vagy IP
Max. ODN csillapítás	20-30 dB	20-30 dB	21-26 dB
Max. osztásarány	32	64	16 (vagy több)
Max. távolság	10-20 km	20 km	10-20 km

GPON sebességek

- p Tipikus feltöltési sebesség: 1,2 Gb/s
- p Tipikus letöltési sebesség: 2,5 Gb/s
- p Ez pl. 32 részre osztva felhasználónként:
 - n Fel: 37 Mb/s
 - n Le: 78 Mb/s
- p Már vannak 10 Gb/s rendszerek is...

Optikai hozzáférési hálózatok



- ⌘ 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