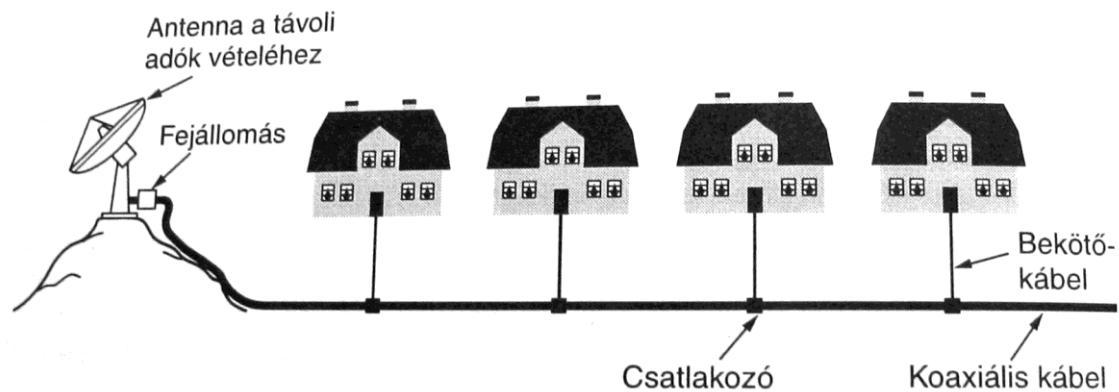


Távközlő Hálózatok

Az előadás kivonat Németh Krisztián(BME TMIT)
diasorozatának felhasználásával készült

Korai kábeltelevíziós rendszerek

- ▶ Ötlet az 1940-es évek végén (USA)
 - ▶ Jobb vétel a külvárosokban és a hegyek között élőknek
- ▶ Községi 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

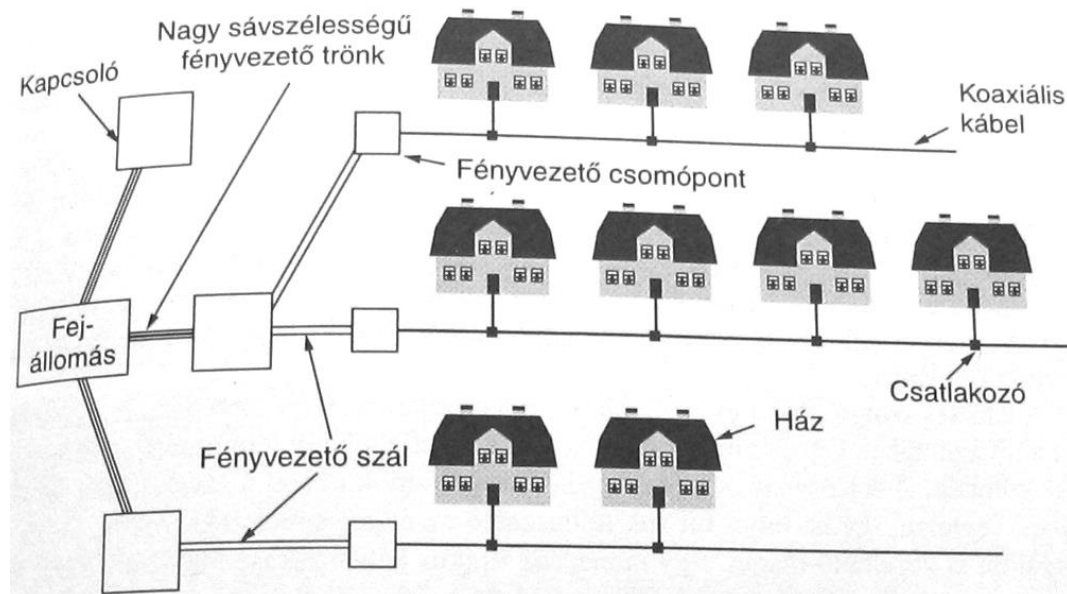


A kábeltévő fejlődése

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

HFC rendszer

- ▶ HFC - Hybrid Fiber Coax (fényvezető-koax hibrid)
 - ▶ Fényvezető-koax hibrid rendszer
 - ▶ Fényvezető szálak a nagy távolságok áthidalására
 - ▶ Koaxiális kábel az előfizetőkhez
 - ▶ Fényvezető csomópont (Fiber Node: FN)
 - ▶ Elektro-optikai átalakító



Internet a kábeltévéen

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

Internet a kábeltévén

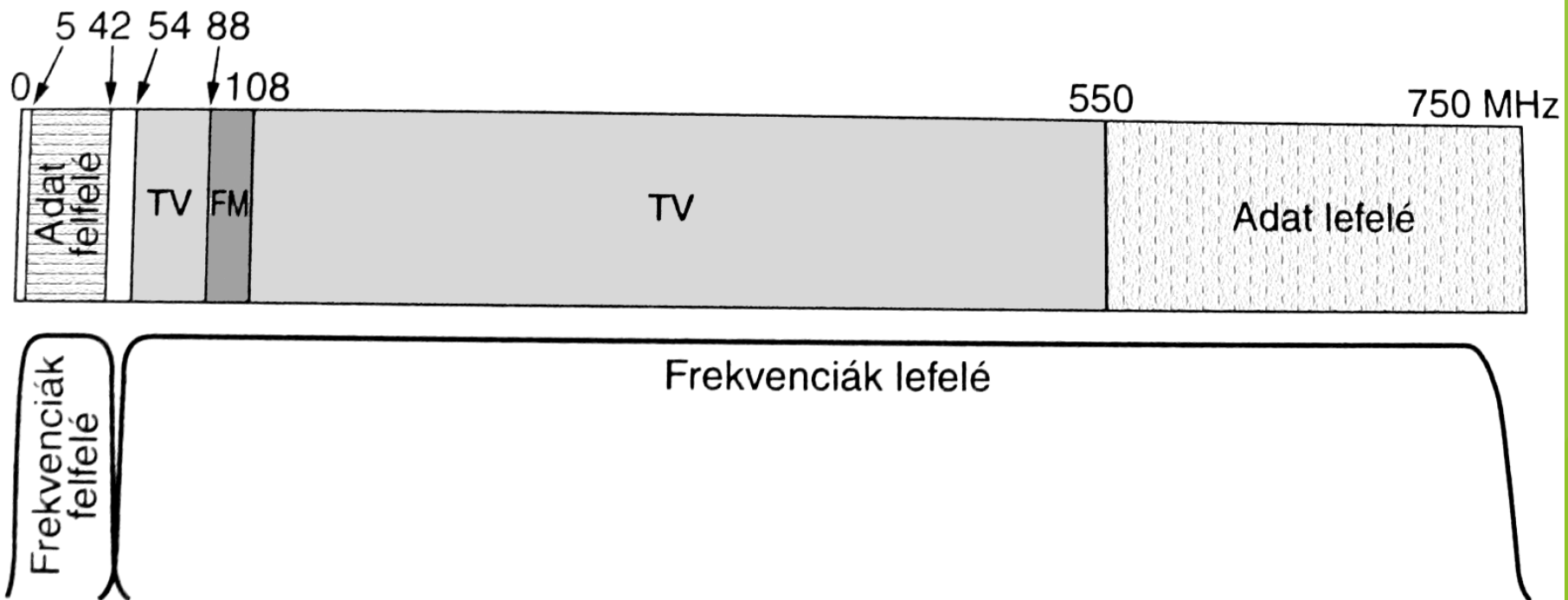
- ▶ A koax kábel osztott közeg, több előfizető egyszerre használja
 - ▶ A telefonhálózatban mindenki rendelkezik saját érpárral (előfizetői hurok)
 - ▶ A TV műsorok elosztásánál ez nem fontos
 - ▶ üzenetszórás van (broadcast)
 - ▶ Internetezésnél a felhasználók osztoznak a közegen
 - ▶ Verseny a felhasználók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

Spektrumkiosztás

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

Spektrumkiosztás

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

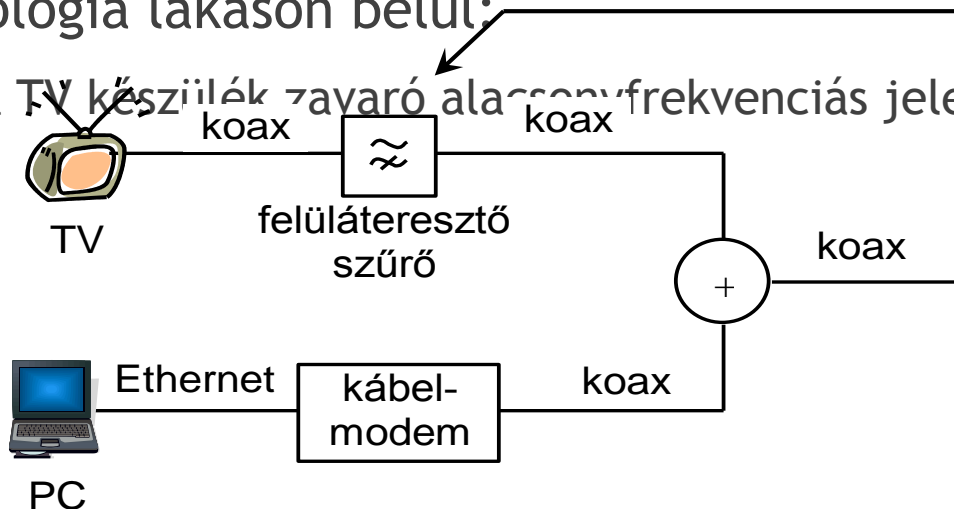


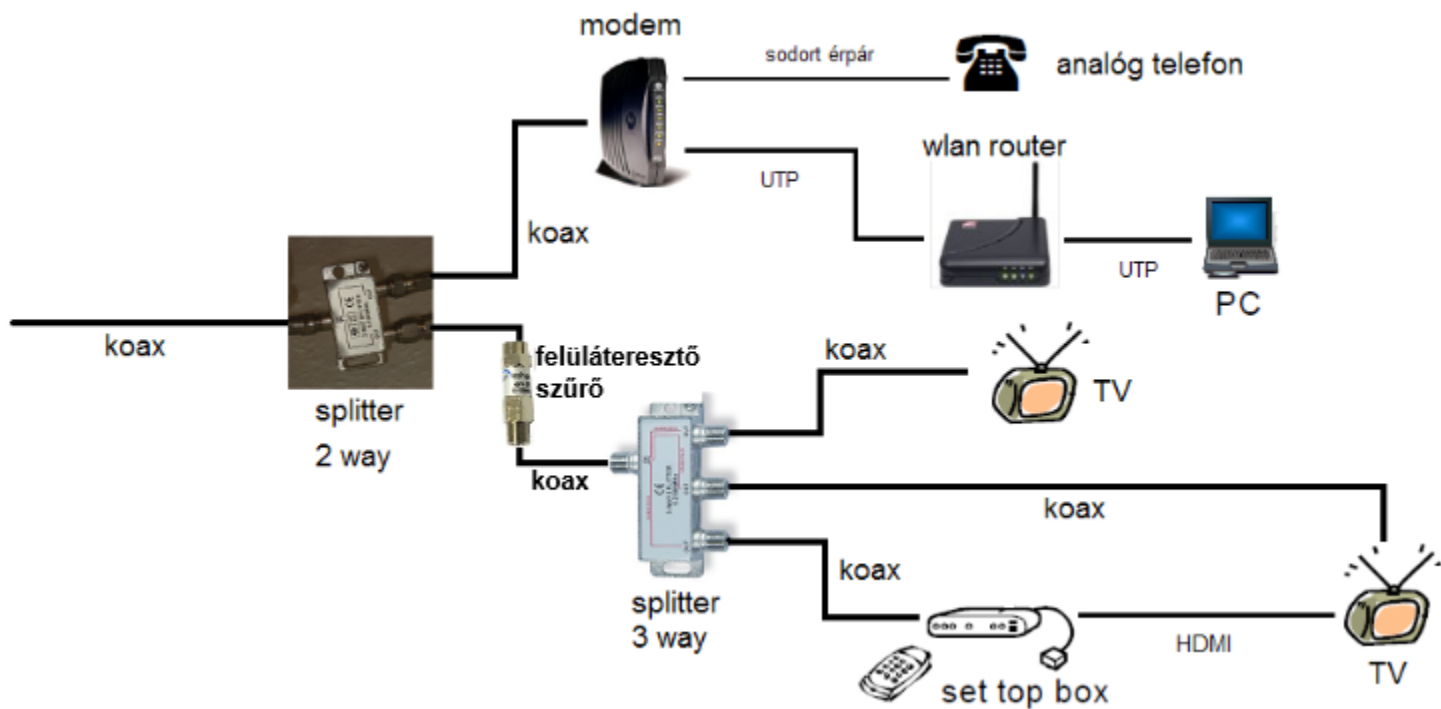
Aszimetrikus átvitel, házon belüli topológia

- ▶ A TV és rádió mind lefele halad
 - ▶ A fejállomástól a felhasználó felé
 - ▶ Felfele olyan erősítők melyek az 5-42 MHz-es tartományban működnek
 - ▶ Lefele az 54 MHz feletti tartományban működő erősítők
 - ▶ Aszimetrikus rendszer, nagyobb downstream mint upstream
 - ▶ Ezt itt műszaki okok befolyásolják, nem úgy mint az ADSL-nél!

▶ Topológia lakáson belül:

- ▶ a TV készülék zavaró alacsony frekvenciás jeleket bocsát





- ▶ A fenti megoldásban a digitális TV jeleit egyes analóg csatornák helyén szállítják (digitális, de nem IP feletti az átvitel)
- ▶ A példában az alsó TV készüléken analóg és digitális TV csatornákat is lehet nézni
- ▶ Más megoldások is léteznek, pl. digitális TV jel átvitele IP felett

Moduláció

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

Kábelmodem

- ▶ Két Interfész - egy a PC és egy a kábelhálózat felé
 - ▶ A modem és a PC Ethernet kábel, néha USB
- ▶ A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modemje, melyet egy technikus telepített
 - ▶ Nyílt szabvány kellett
 - ▶ Versenyhelyzethez vezet a modemek piacán
 - ▶ Csökkennek az árak
 - ▶ Ösztönzi a szolgáltatás terjedését
 - ▶ Ha a felhasználó telepíti a modemet, nem kell kiszállási költség



Kábelmodem

- ▶ CableLabs
 - ▶ A legnagyobb kábelszolgáltatók szövetsége
 - ▶ DOCSIS szabvány
 - ▶ Data Over Cable Service Interface Specification
 - ▶ EuroDOCSIS - európai változat
 - ▶ Aktuális verziók:
 - ▶ DOCSIS 3.0 (2006 aug.) magasabb adatsebességek a korábbiaknál, IPv6 támogatás
 - ▶ DOCSIS 3.1 (2013 okt.) még magasabb sebességek 4096 QAM használatával 6/8 MHz csatornák helyett 20-50 kHz-es csatornák feletti OFDM, max200 MHz-es blokkokban

Csatlakozás

- ▶ Csatlakozásnál a modem pásztázni kezdi a letöltési csatornákat
 - ▶ A fejállomás egy speciális csomagban időnként elküldi a rendszer paramétereit az újonnan kapcsolódó modemek részére
 - ▶ A modem bejelentkezik a fejállomásnál
 - ▶ A fejállomás kijelöli az új modem feltöltési és letöltési csatornáit
 - ▶ Ezt később lehet változtatni, például a terhelés kiegyenlítése miatt
 - ▶ Több modem ugyanazon a feltöltési csatornán
 - ▶ Az első csomag a modemtől az ISP-hez megy
 - ▶ IP címet kér, DHCP protokollon keresztül
 - ▶ Dynamic Host Configuration Protocol

Versenyhelyzetes feltöltés -- 1

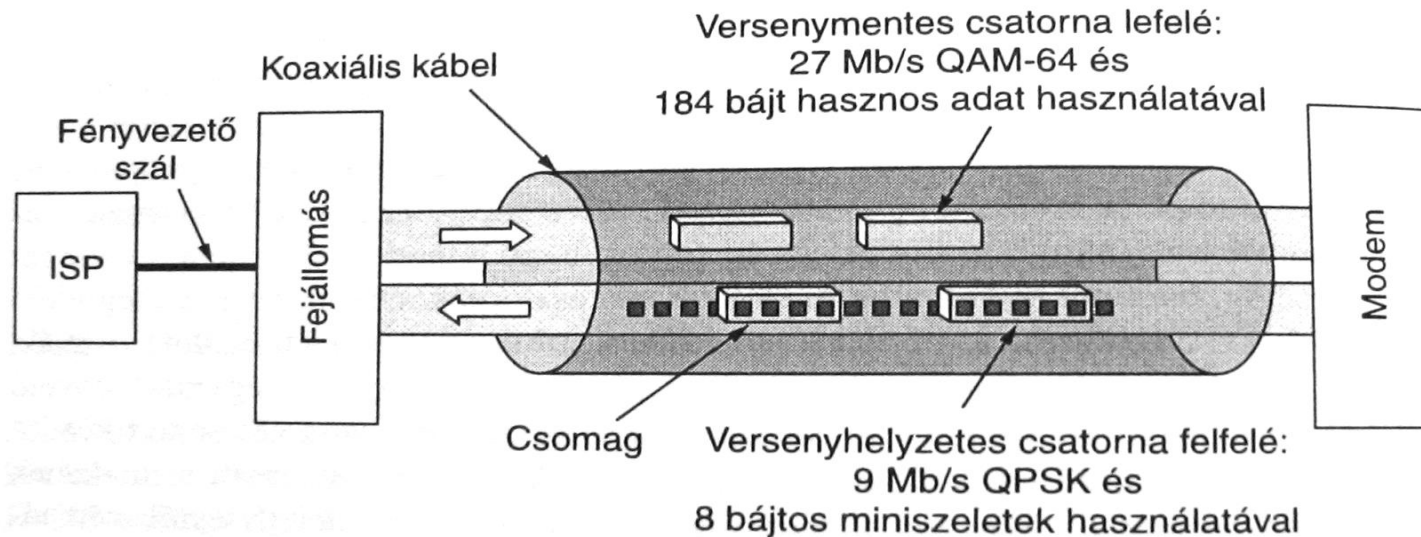
- ▶ A modem megméri milyen távol van a fejállomás
 - ▶ Távolságbecslés (ranging) - mint a ping
 - ▶ Szükség van rá az időzítések miatt
- ▶ A feltöltési csatornát az időben miniszeletekre osztják (minislot)
 - ▶ Minden felfele haladó csomag egy vagy több minislot-ban
 - ▶ A minislot-ok hossza hálózatonként más és más
 - ▶ Tipikusan 8 byte felhasználói adat egy minislot-ban
- ▶ A fejállomás rendszeresen bejelenti mikor új minislot-csoport kezdődik
 - ▶ A kábelen való terjedés miatt nem egyszerre hallják meg a modemek
 - ▶ Mindenki ki tudja számítani mikor volt az első minislot kezdete
 - ▶ Minden modemhez hozzárendelve egy speciális minislot melyben feltöltési sávszélességet igényelhet
 - ▶ Több modem ugyanazon a minislot-on

Versenyhelyzetes feltöltés -- 2

- ▶ Ha a modem csomagot akar küldeni, szükséges számú minislot-ot igényel
 - ▶ Ha a fejállomás elfogadja, a nyugtában megmondja mely minislot-okat jelölte ki
 - ▶ Ha további csomagokat akar küldeni, a fejlécben új minislot-okat kérhet
- ▶ Ha az igényléskor ütközés, nincs nyugta
 - ▶ Vár egy véletlen ideig és újra próbálkozik
 - ▶ Minden egymás utáni kudarc után a max. idő duplázódik

Versenymmentes letöltés

- ▶ Letöltésnél csak egy küldő, a fejállomás
 - ▶ Nincs versenyhelyzet, nincs szükség minislot-okra
 - ▶ Nagyméretű forgalom lefelé
 - ▶ Nagyobb, 204 byte-os rögzített csomagméret
 - ▶ Ebben Reed-Solomon hibajavító kód
 - ▶ 184 byte a felhasználói adatoknak



Biztonságos kommunikáció

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

Kábelhálózat Magyarországon

- ▶ Az első kábeltévé hálózatok a 70-es években
 - ▶ MTV1, MTV2, szlovák, orosz, osztrák földi sugárzású adók
 - ▶ Önkormányzati beruházások, minimális lakossági hozzájárulás
- ▶ 1987 végén műszakilag és politikailag lehetővé válik a műholdas adások vétele
 - ▶ A hálózatok privatizációja
- ▶ 90-es évek elején kizárólag soros rendszerek
 - ▶ Egy kábelre felfűzött háztartások
 - ▶ Mindenki ugyanazokat a programokat nézhette

Kábelhálózat Magyarországon

- ▶ 90-es évek közepétől generációs csillagpontos rendszerek
 - ▶ Minden lakásnak külön vonala
 - ▶ Lehetőség programcsomagok kialakítására
- ▶ 1996-os Médiatörvény előírja a kábelhálózatok korszerűsítését
 - ▶ A soros rendszerek lecserélése
 - ▶ Sok pénzbe kerül, a nagy cégek felvásárolják a kis hálózatokat
 - ▶ Műsordíj fizetési kötelezettség, szerzői díjak
 - ▶ Felmennek az árak, megtérülés alapú árképzés
- ▶ Ma Magyarországon 3,8 millió TV-vel rendelkező háztartás
 - ▶ 2 millió bekábelezett (>50% - 5. hely az EU-ban)
 - ▶ A háztartások 70-80% számára elérhető

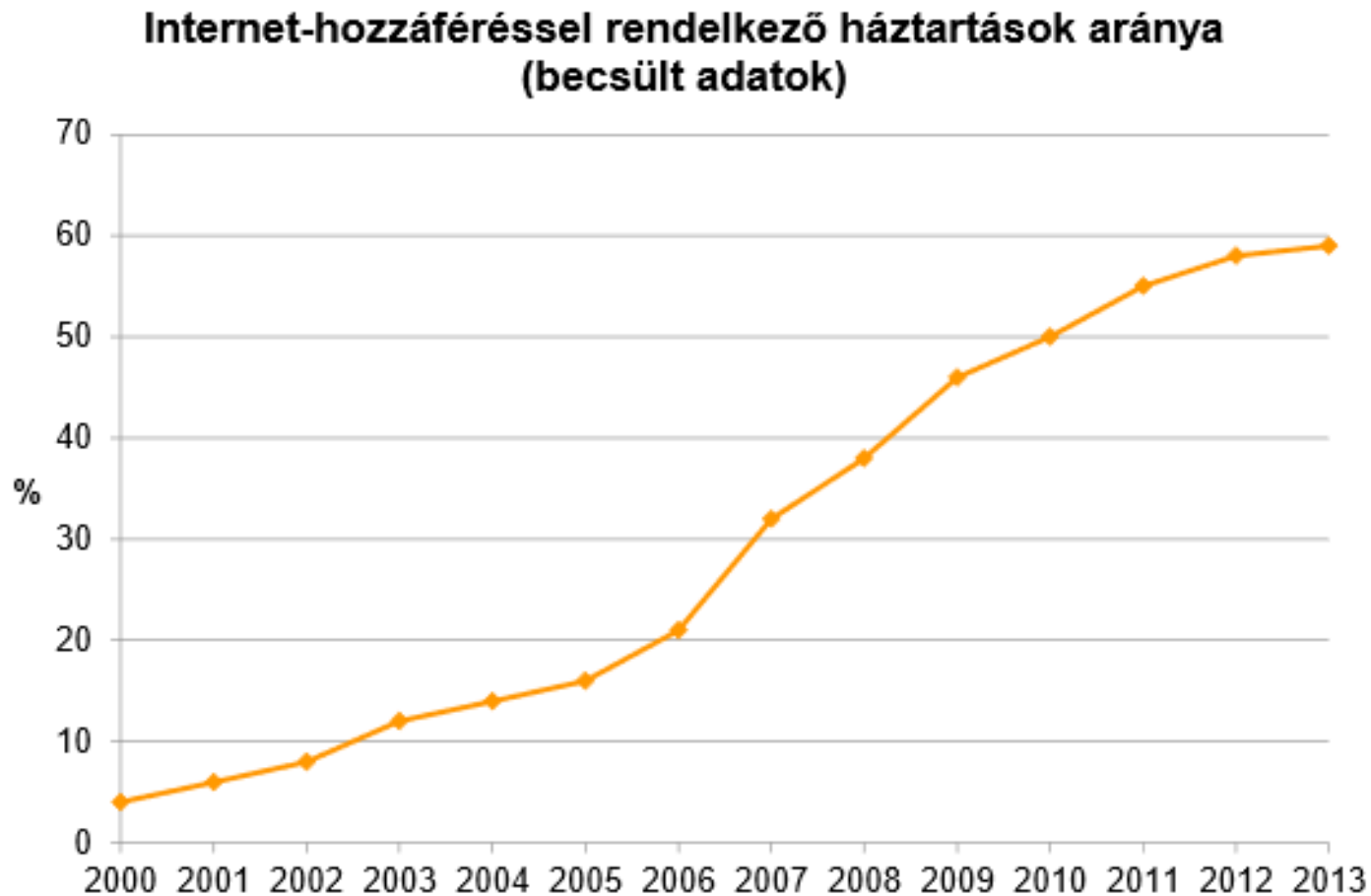
Kábel vs. DSL

	ADSL	kábeles elérés
közeg	sodrott érpár	koax
sávszél	10-30 Mb/s	néhányszor 10Mb/s
elérés (csak az első routerig...)	dedikált sávszél	osztott közeg
lefedettség	tel. kp. közelében	kábeltv területen bárhol
biztonság	fizikai elválasztás	titkosítás
több ISP	gyakori, törvény is	ritkább

- ▶ Összességében: több a hasonlóság, mint a különbség
- ▶ Várható jövő: optikai szálak mind nagyobb térhódiátsa
 - ▶ FTTC: Fiber to the Curb (optikai szál az elosztódobozig), pl. VDSL(2)
 - ▶ FTTH: Fiber to the Home (optikai szál a háztartásig)

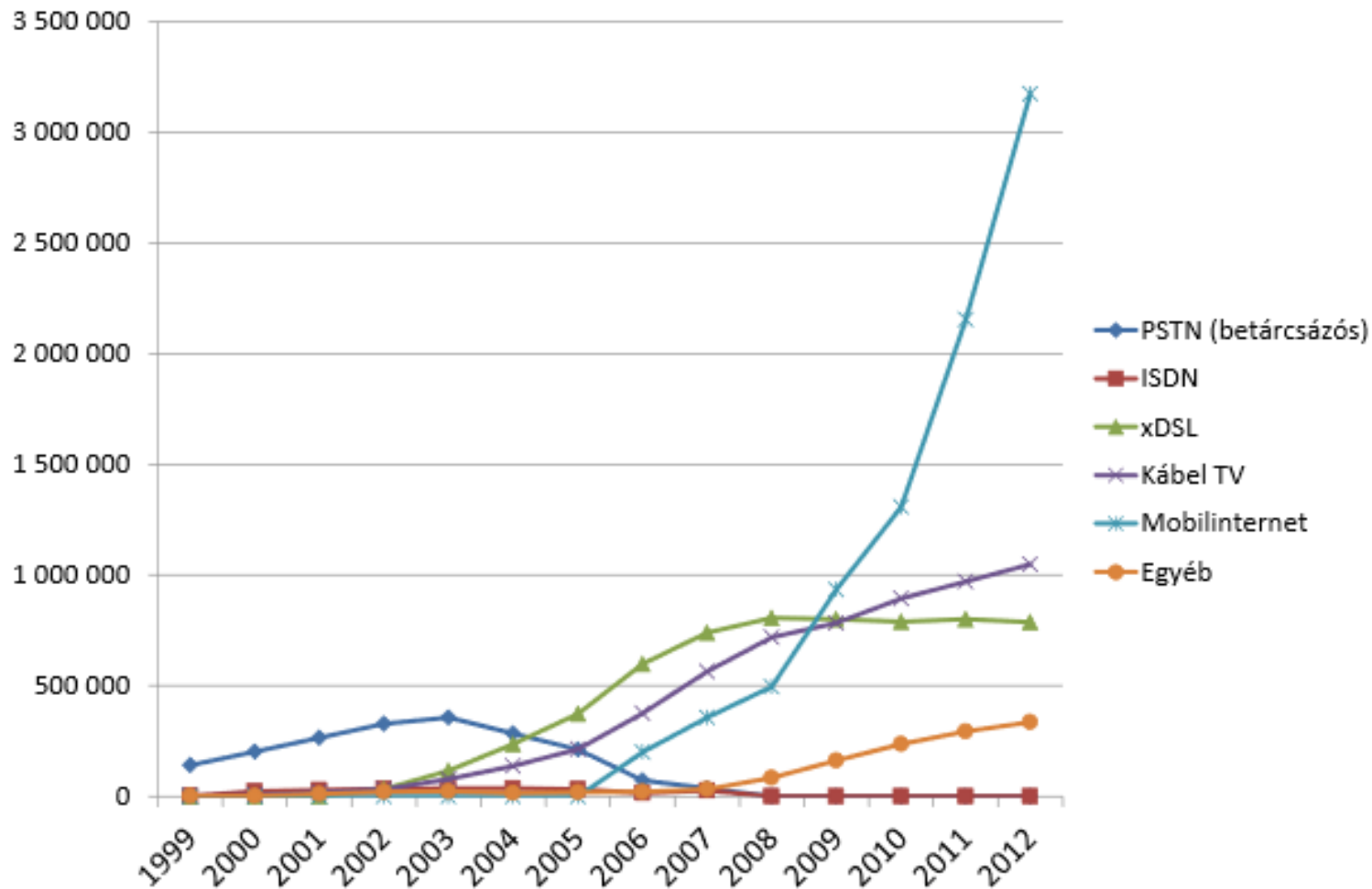
Internetelérési statisztikák (Magyarország)

□ Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)



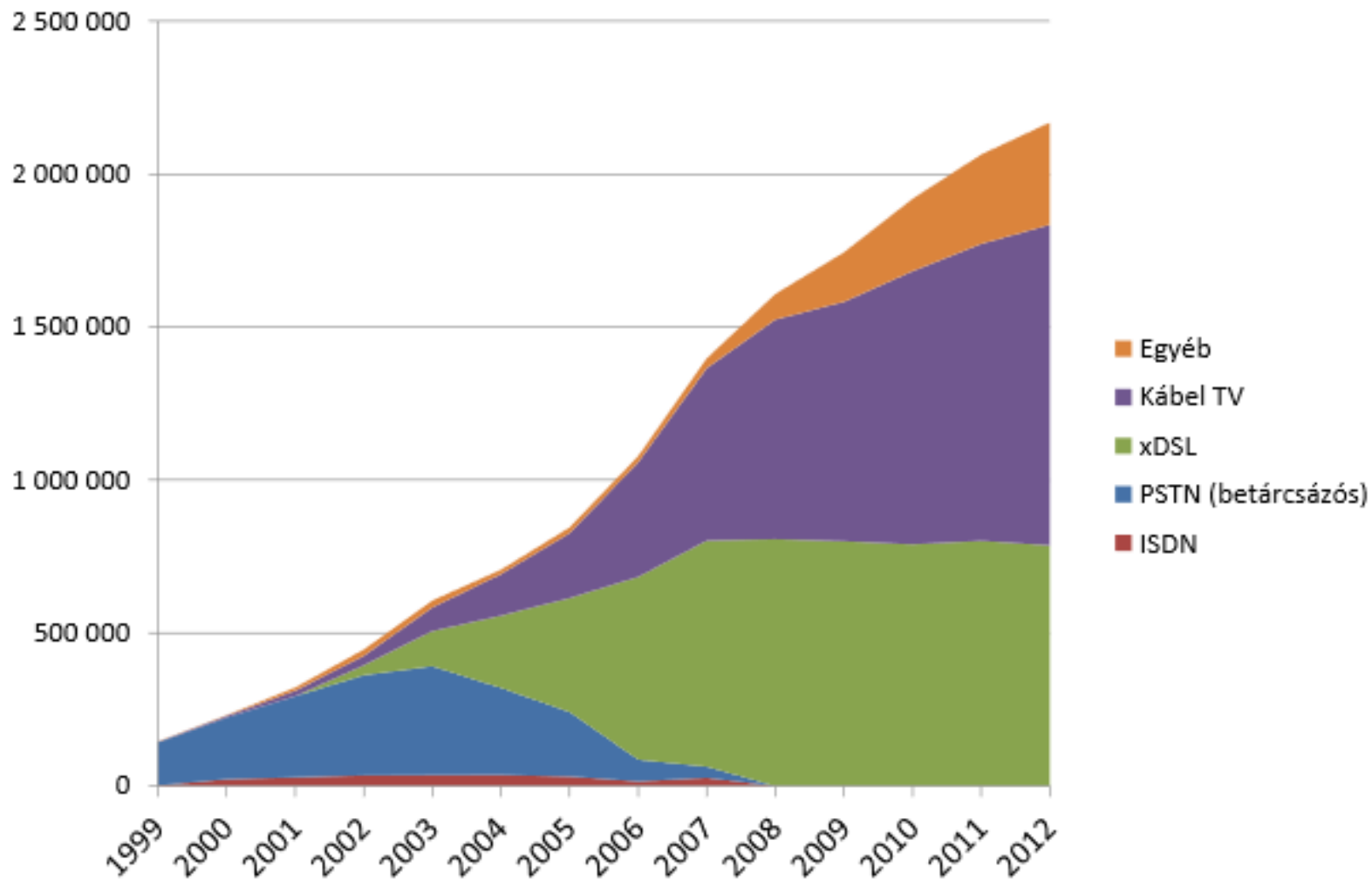
Internetelési statisztikák (Magyarország)

□ Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)

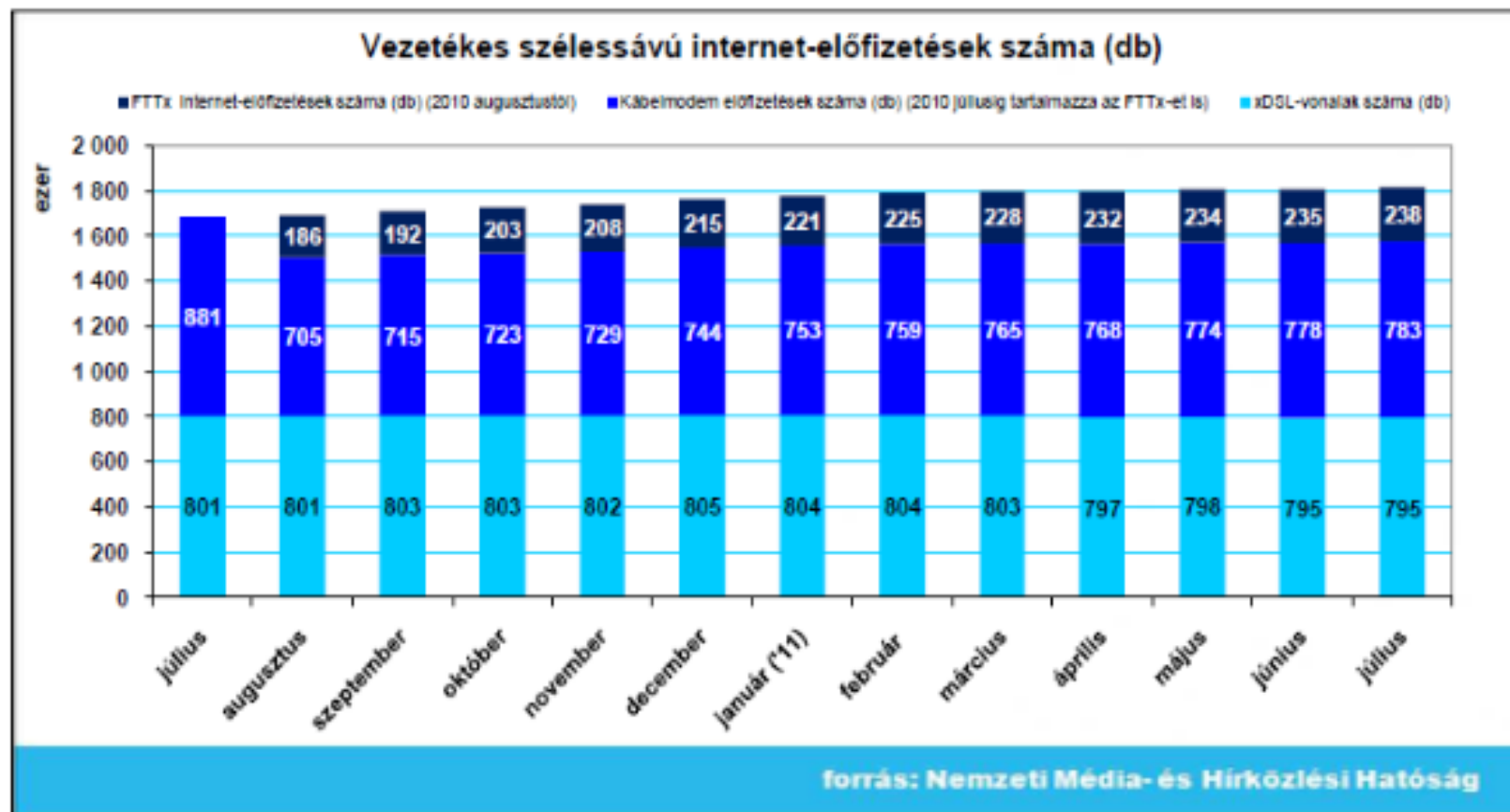


Internetelési statisztikák (Magyarország)

□ Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)

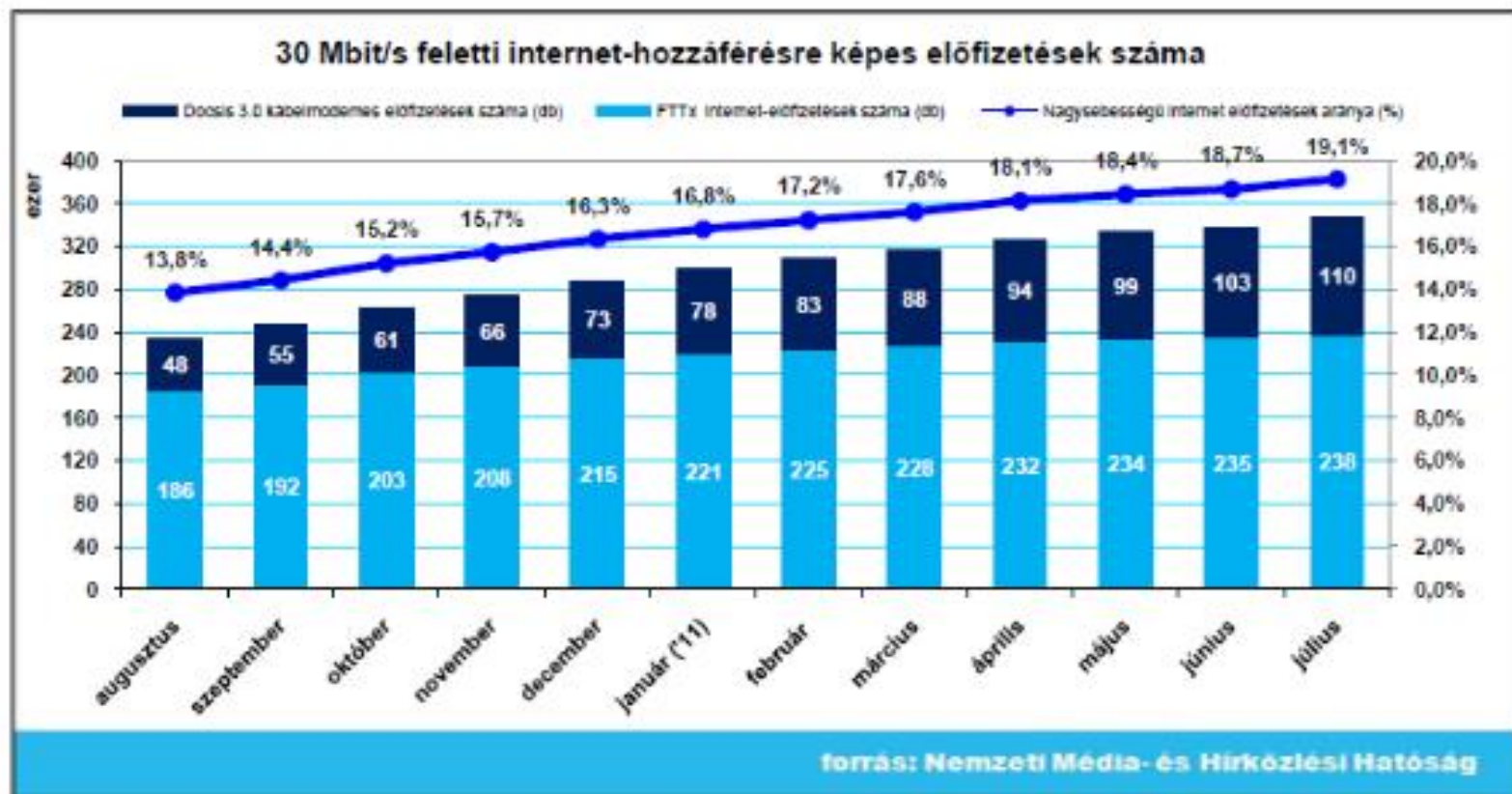


Internetelérési statisztikák (Magyarország)



Megjegyzés: A fent nevezett adatszolgáltatók adatai alapján, amelyek lefedik a vezetékes szélessávú internet-piac 92%-át. Az egyéb pl. vezeték nélküli szélessávú technológiák nélkül.

Internetelérési statisztikák (Magyarország)



Megjegyzés: A fent nevezett adatszolgáltatók adatai alapján, amelyek lefedik a vezetékes szélessávú internet piac 92%-át. Azon előfizetések száma, ahol a hálózat és a végberendezés képes a 30 Mbit/s feletti hozzáférésre, a tényleges nagysebességű előfizetések száma ennél jóval kevesebb. A DOCIS 3.0 hálózaton további kb. 400 ezer előfizetés van, ahol a végberendezés (modem) csere esetén elérhetővé válna a 30 Mbit/s feletti hozzáférés.