

# Távközlő hálózatok és szolgáltatások

## IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon

*Németh Krisztián*

*BME TMIT*

*2015. okt. 5.*



# A tárgy felépítése

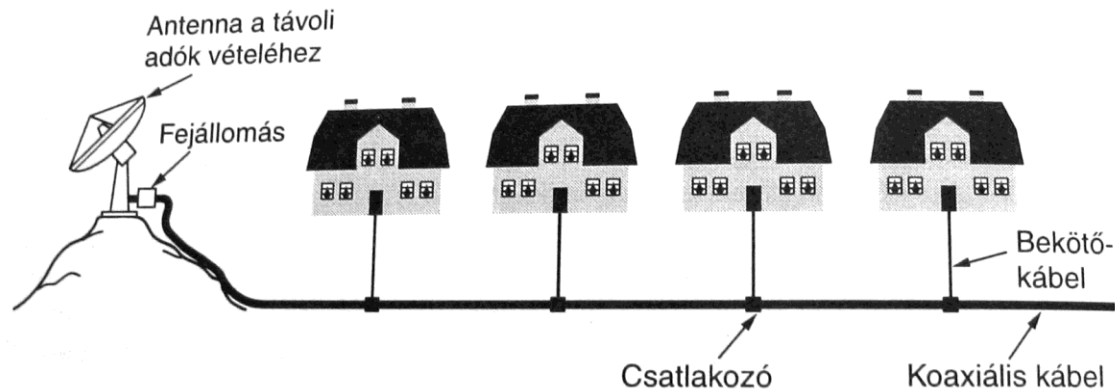
---



- 1. Bevezetés
- **2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon**
  - 2.1 Telefonvonalali modemek
  - 2.2 ADSL, xDSL
  - **2.3 Kábeltévés Internet-elérés** ←
  - 2.4 Optikai hozzáférési hálózatok
- 3. VoIP, beszédkódolók
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 6. Jelzésátvitel
- 7. Mobiltelefon-hálózatok
- 8. Gerinchálózati technikák

# 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



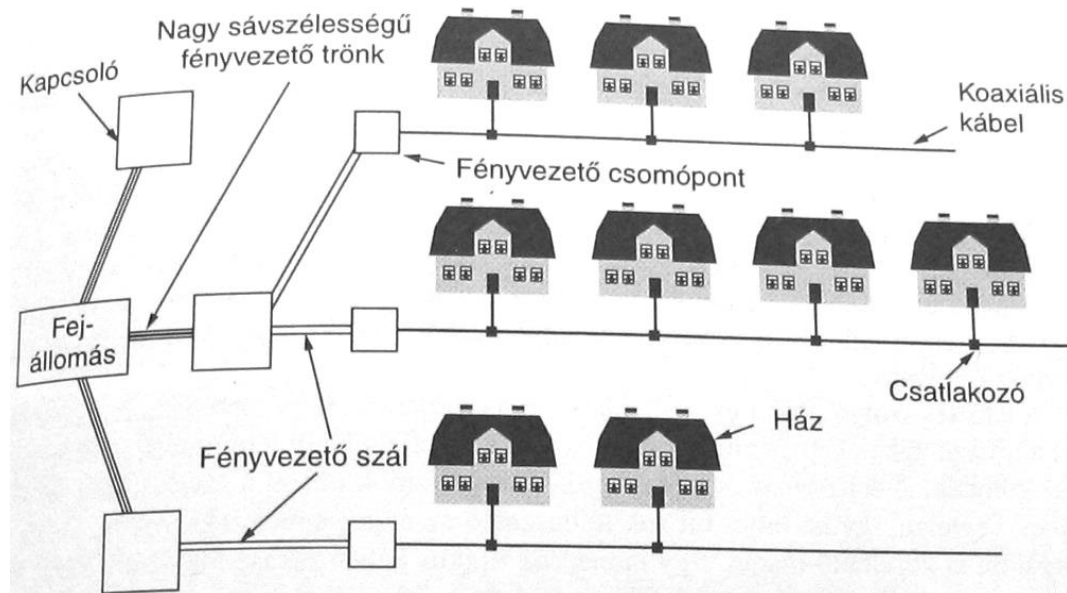
# A kábeltévé fejlődése

---

- 1970-re több ezer független rendszer (USA)
- 1974-ben elindul az HBO, kizárólag kábelen
  - 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
      - a fényvezető és villamos rész közötti csatlakozásnál



# 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 erősítőből egy intelligens digitális számítógéprendszer
      - Nagysebességű optikai szálakat csatlakoztat egy ISP hálózatához
    - (Új név: Cable-Modem Termination System (CMTS) – nem kell tudni)

# Internet a kábeltévéen

---

- 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 sáv szélességet 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 sáv szélesség 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

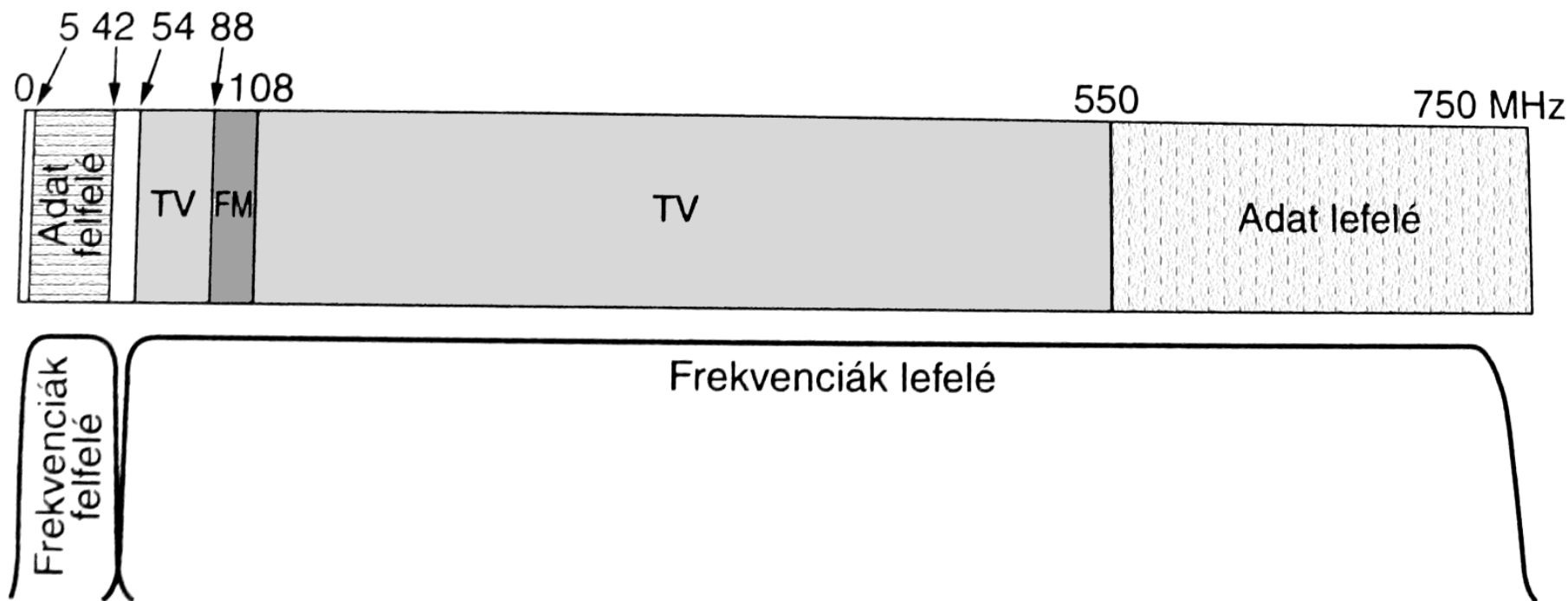
---

- A kábelhálózatot nem lehet (egyelőre) kizárólag internetezésre használni
  - Több a tévénéző mint az internetező ügyfél
  - Hatóságok szabályozzák mi mehet a kábelen, 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 - Séquentiel Couleur à 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



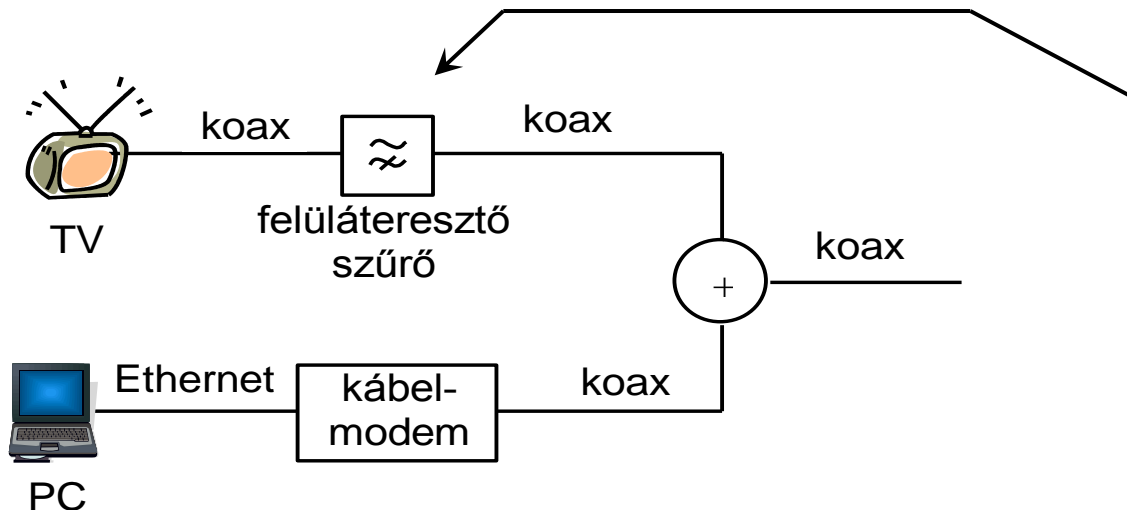
# Spektrumkiosztás

- 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



# Aszimmetrikus átvitel, házon belüli topológia

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



# Splitter, felüáteresztő szűrő

---

- A splitter itt a teljes bemeneti jelet továbbítja a kimeneteire
  - Némileg kisebb teljesítménnyel (-6 dB)

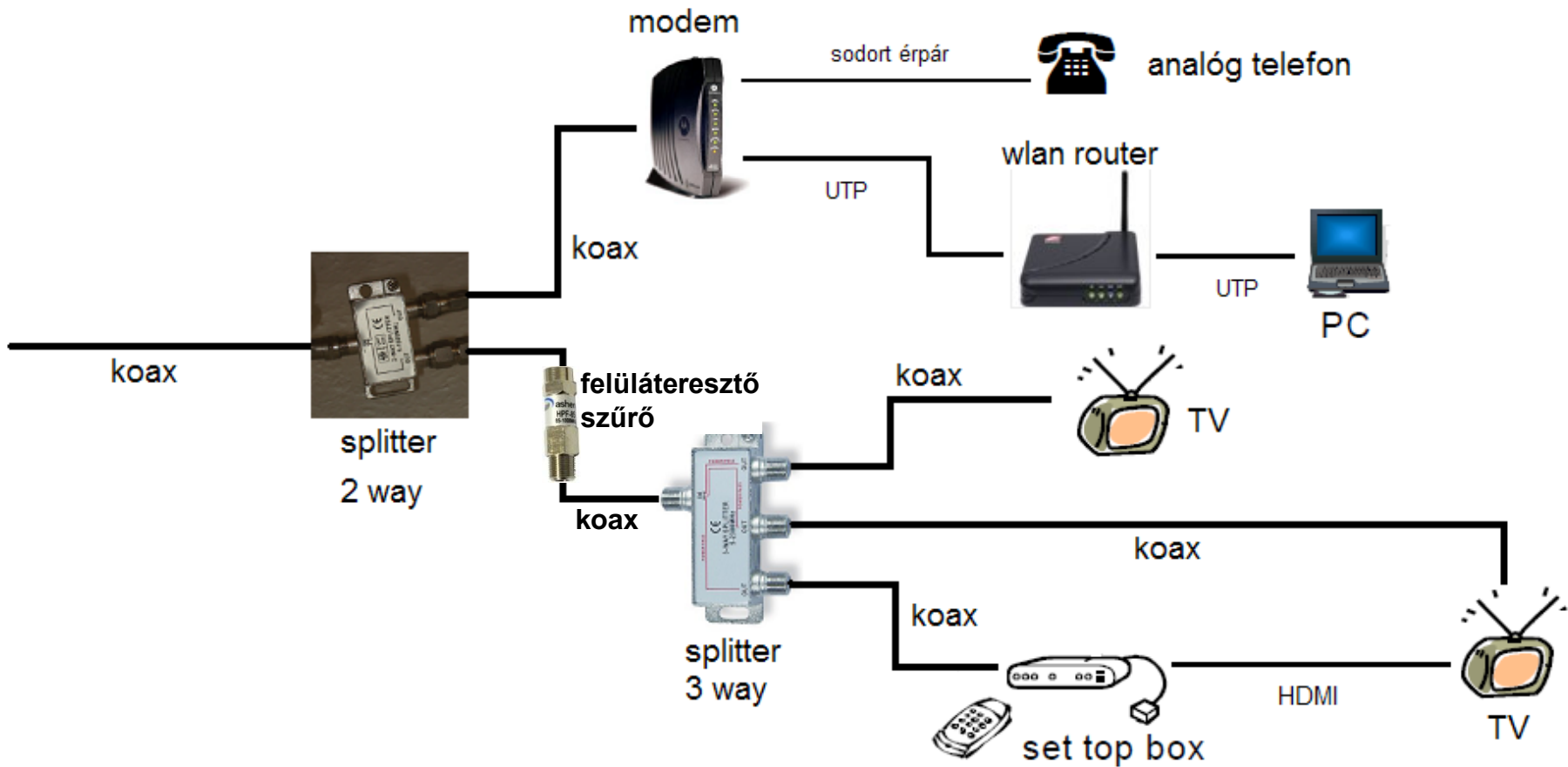


# Splitter, felüáteresztő szűrő

---



# 3play kábeltévén (példa)



- A fenti elrendezés csak egy példa, nyilván nem muszáj pont 3 részes osztó az analóg TV ágba
- 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 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 sávszélesség 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 a feltöltés és letöltés közötti különbség

# Kábelmodem, DOCSIS

- Két interfész – egy a PC és egy a kábelhálózat felé
  - A modem és a PC között Ethernet kábel, néha USB
- A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modemje, melyet egy technikus telepített
  - Nyílt szabvány kellett
    - Versenyhelyezethez vezet a modemek piacán
    - Csökkennek az árak
    - Ösztönzi a szolgáltatás terjedését
    - Ha a felhasználó telepíti a modemet, nem kell kiszállási költség
- 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, max 200 MHz-es blokkokban





# Kábelmodem





# Kábelmodem



# Biztonságos kommunikáció

---

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

# Kábel vs. DSL

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

# Kábel vs. DSL

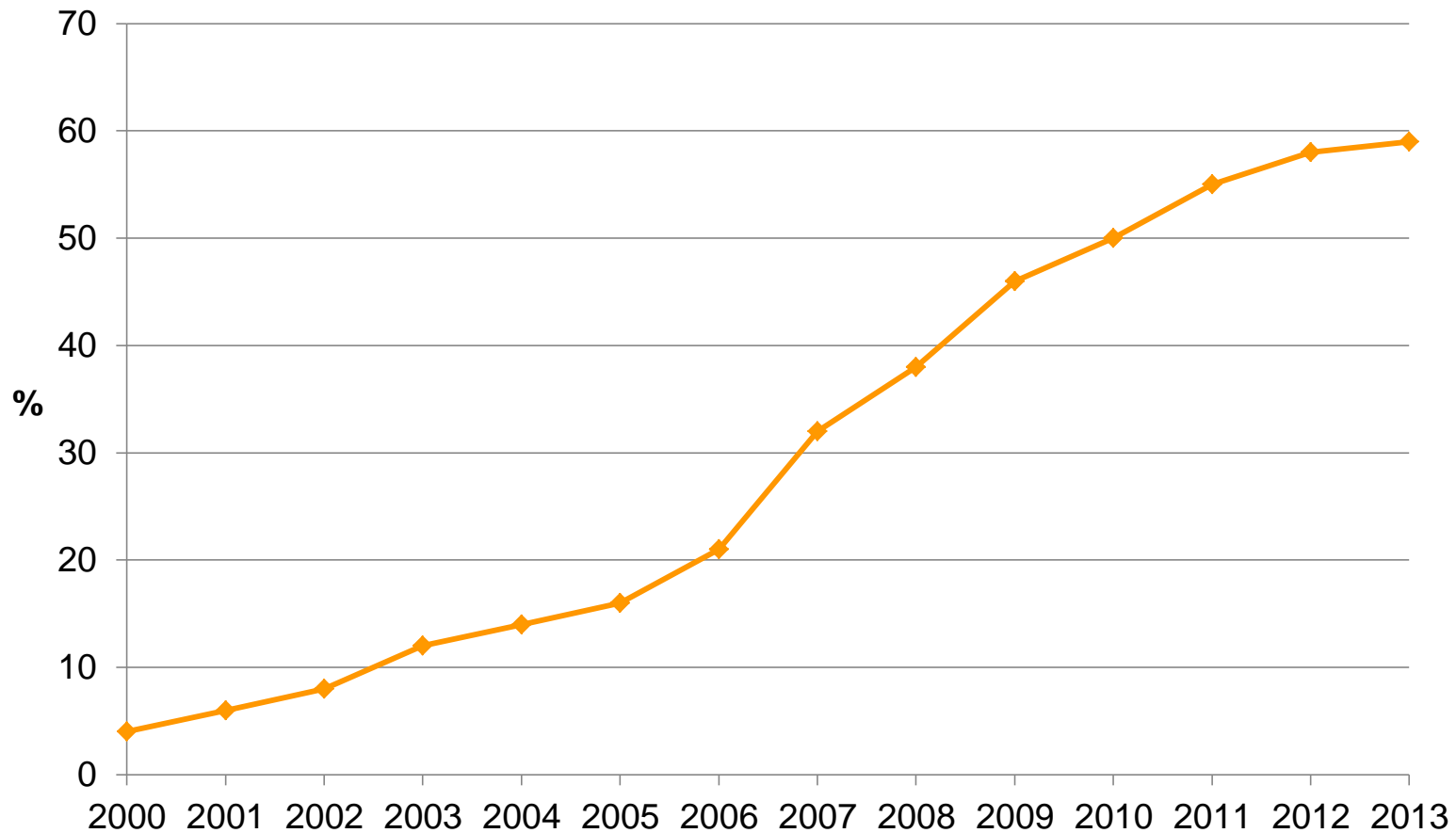
---

- Összességében:
  - nagyon különböző technológiával hasonló szolgáltatások
  - ADSL volt kicsit előbb
  - Kábel-TVs (ma már) hazánkban olcsóbb
  - Kábel-TVs (ma már) gyorsabb
  
- Jelenlegi trendek:
  - optikai szálak mind nagyobb térhódítása, pl:
    - FTTC/FTTCab
      - = Fiber to the Curb/Cabinet: optikai szál az aknáig, elosztódobozig, azaz max. kb. 300 m-re a végberendezéstől, pl. VDSL2
    - FTTH
      - = Fiber to the Home (optikai szál a háztartásig), pl. GPON: Gigabit Passive Optical Network (gigabites passzív optikai hálózat)
  - mobiltelefonos Internet térhódítása
    - várhatóan nem a vezetékes hozzáférés helyett, hanem mellette

# Internetelérési statisztikák (Magyarország)

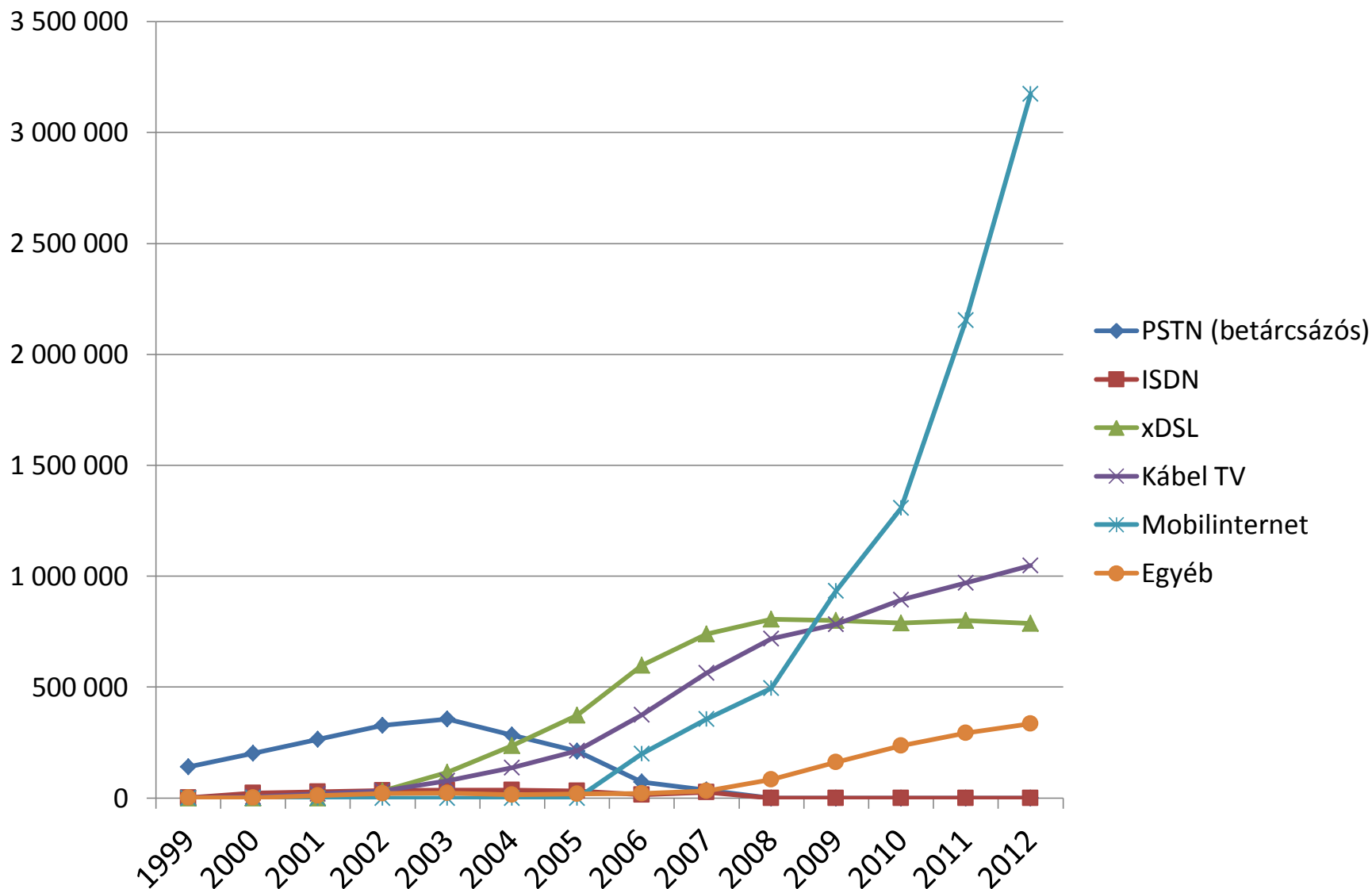
- Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)

**Internet-hozzáféréssel rendelkező háztartások aránya  
(becsült adatok)**



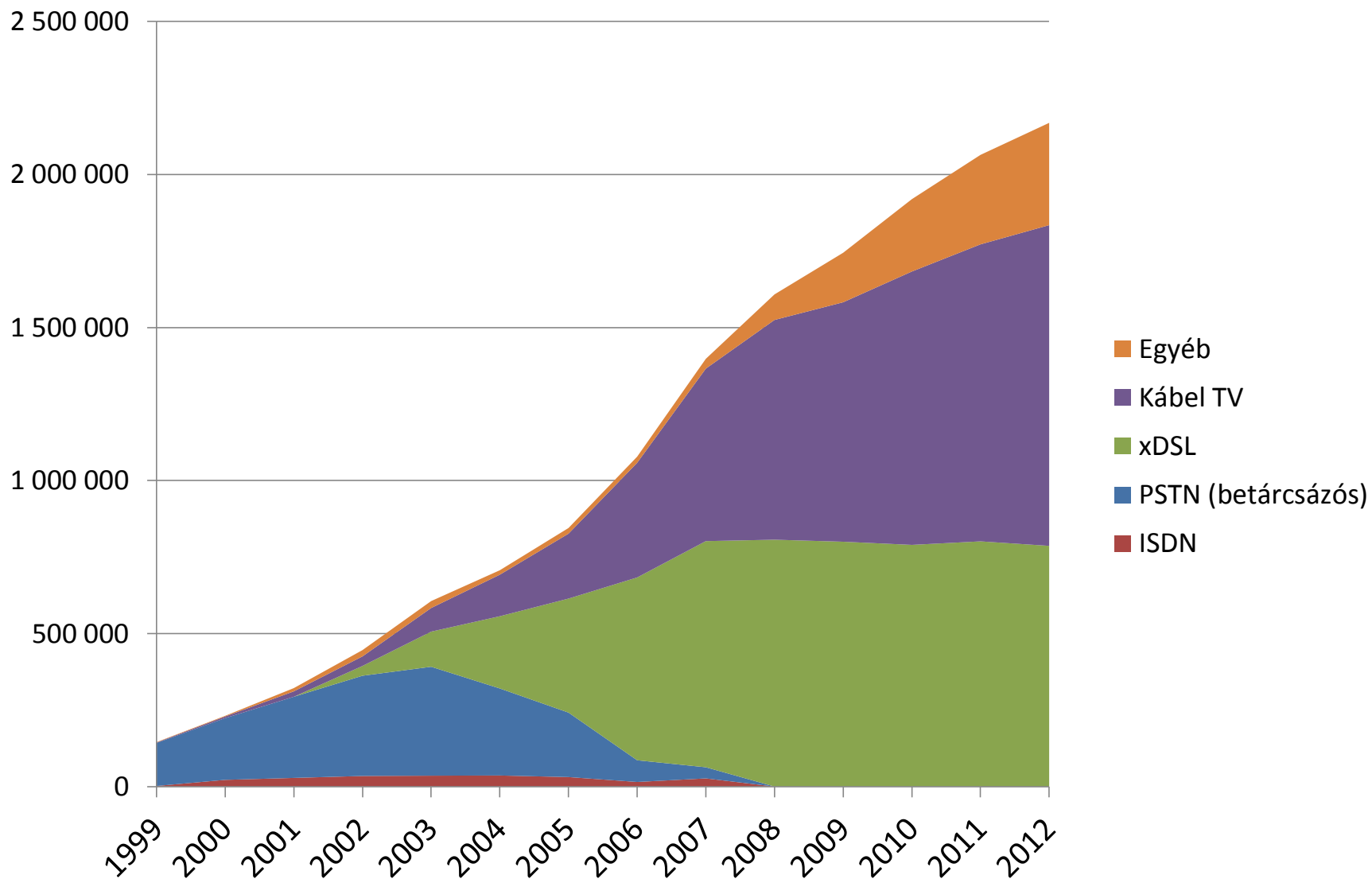
# Internetelési statisztikák (Magyarország)

□ Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)



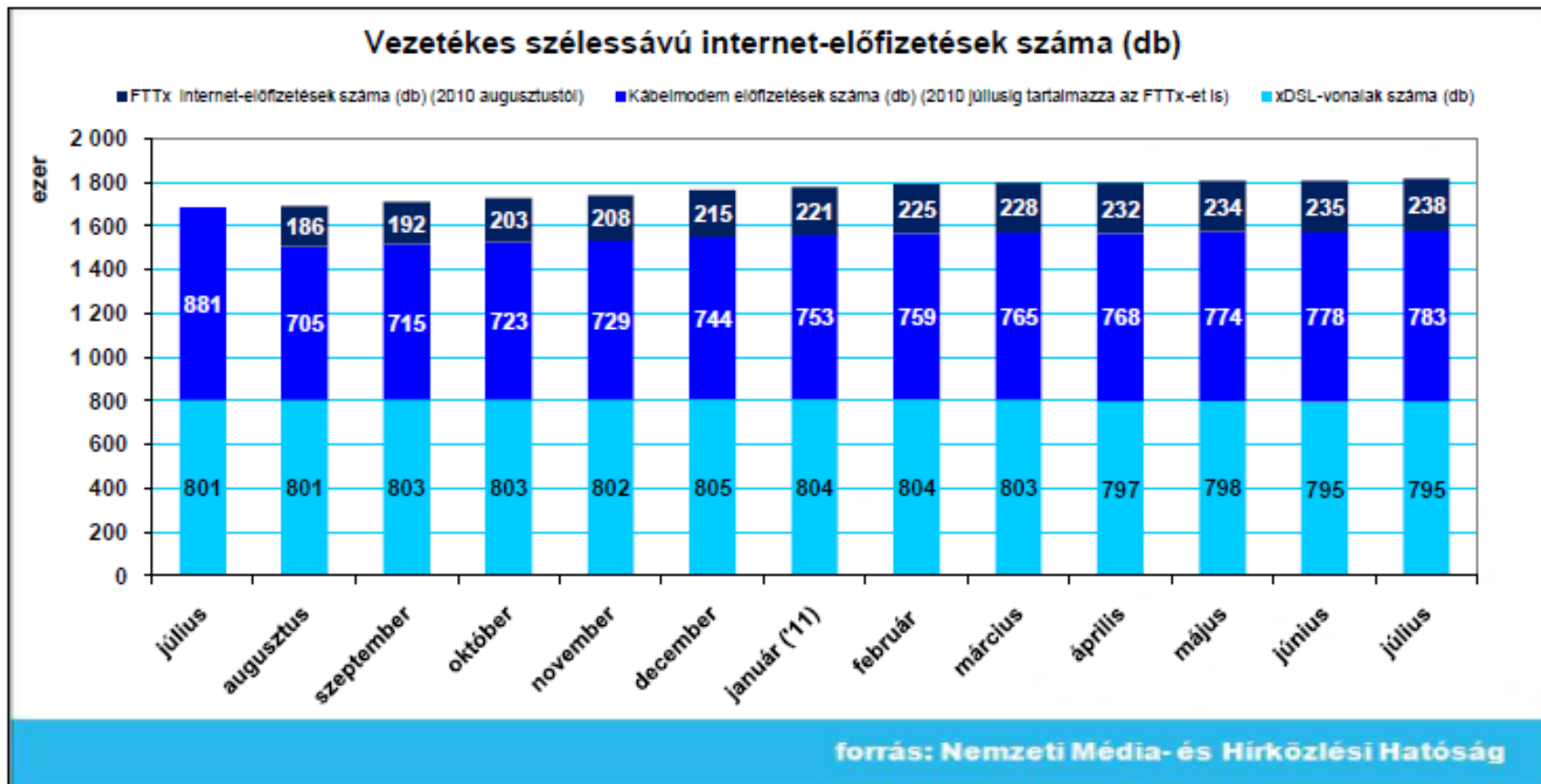
# Ugyanez mobil nélkül

□ Forrás: NMHH (ez a dia nem vizsgaanyag)



# Kábel vs. DSL

## 2011 július: (ez a dia nem vizsgaanyag)

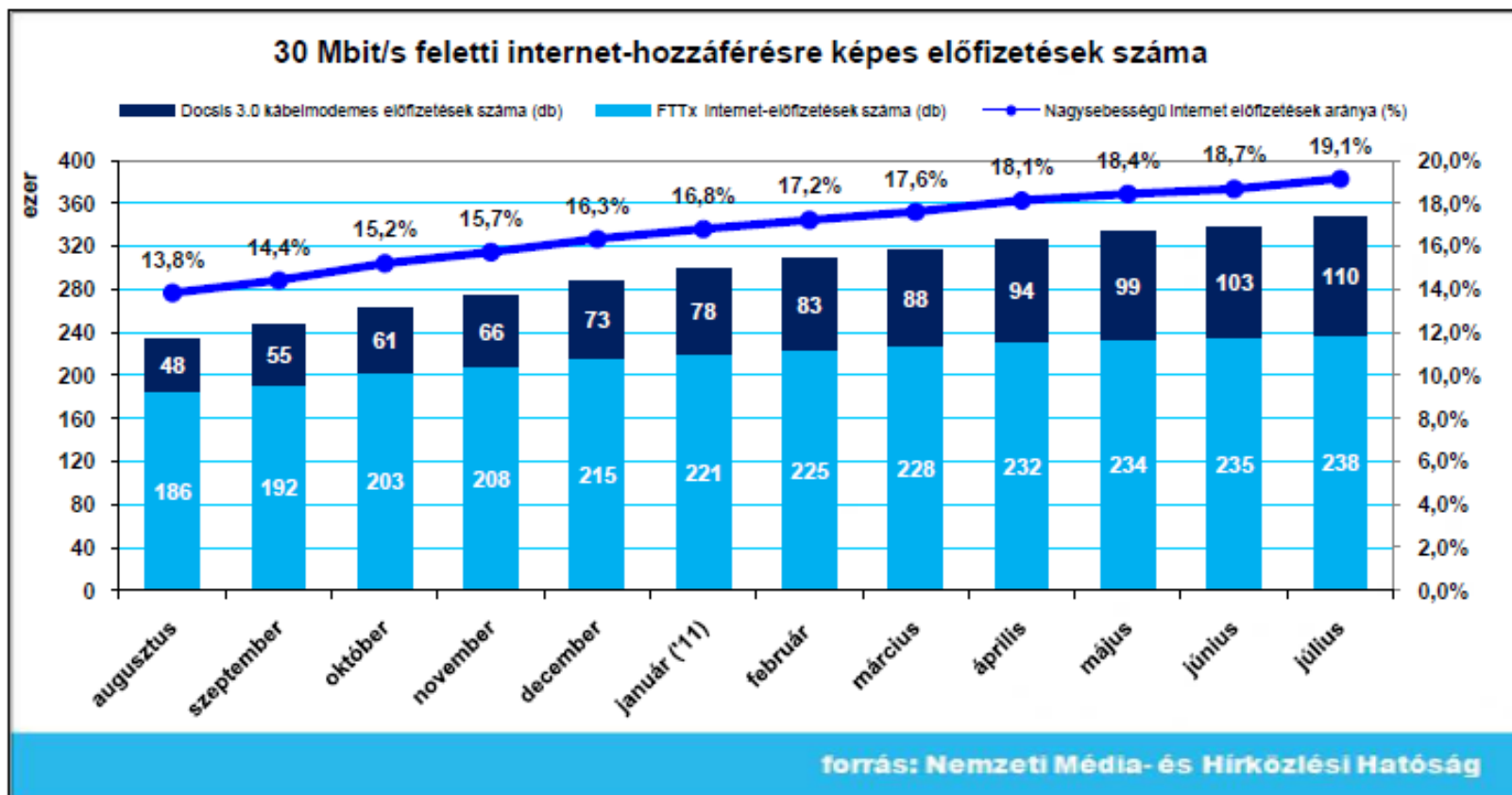


Megjegyzés: A fent nevezett adatszolgáltatók adatai alapján, amelyek lefedik a vezetékes szélessávú internet-piac 92%-át. Az egyéb pl. vezeték nélküli szélessávú technológiák nélkül.



# Kábel vs. DSL

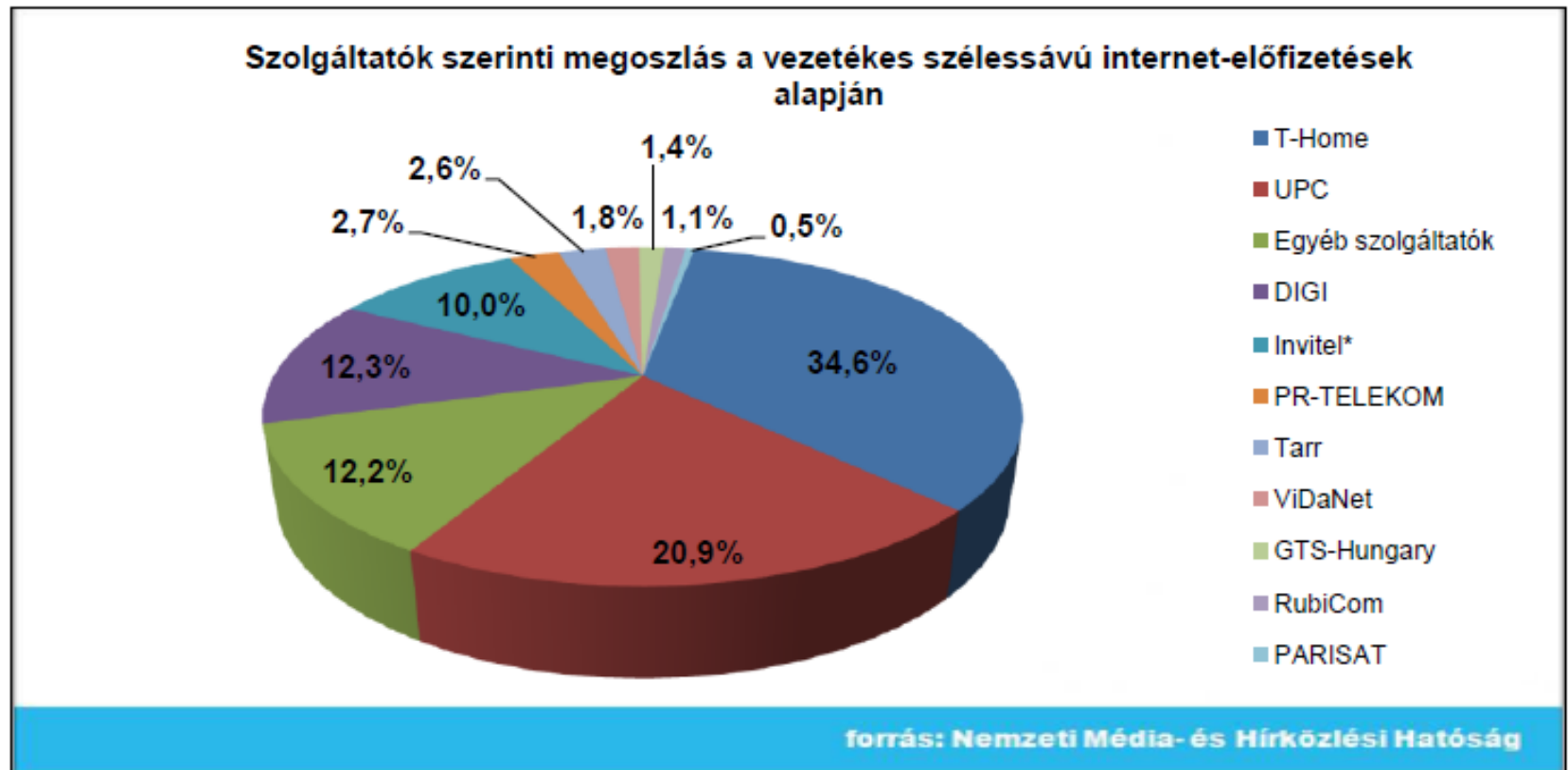
## □ 2011 július: (ez a dia nem vizsgaanyag)



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) cseréje esetén elérhetővé válna a 30 Mbit/s feletti hozzáférés.

# Kábel vs. DSL

□ 2011 július: (ez a dia nem vizsgaanyag)



Megjegyzés: A piaci részesedések a teljes piacra vonatkozó becsült érték alapján, technológia semlegesen lettek meghatározva. (\* - a FiberNet előfizetőivel együtt)