

Távközlő hálózatok és szolgáltatások

IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon

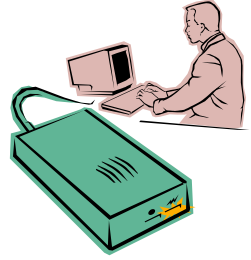
Németh Krisztián

BME TMIT

2015. szept. 28-30.



A tárgy felépítése



- 1. Bevezetés
- **2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon**
- 3. VoIP, beszédkódolók
- 4. Kapcsolástechnika
- 5. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- 6. Jelzésátvitel
- 7. Mobiltelefon-hálózatok
- 8. Gerinchálózati technikák



Áttekintés

□ 2.1 Telefonvonalali modemek ←

- Akusztikus modemek
- PSTN modemek
- ISDN modemek

□ 2.2 ADSL, xDSL

□ 2.3 Kábeltévés Internet-elérés

□ 2.4 Optikai hozzáférési hálózatok



Akusztikus modemek :)

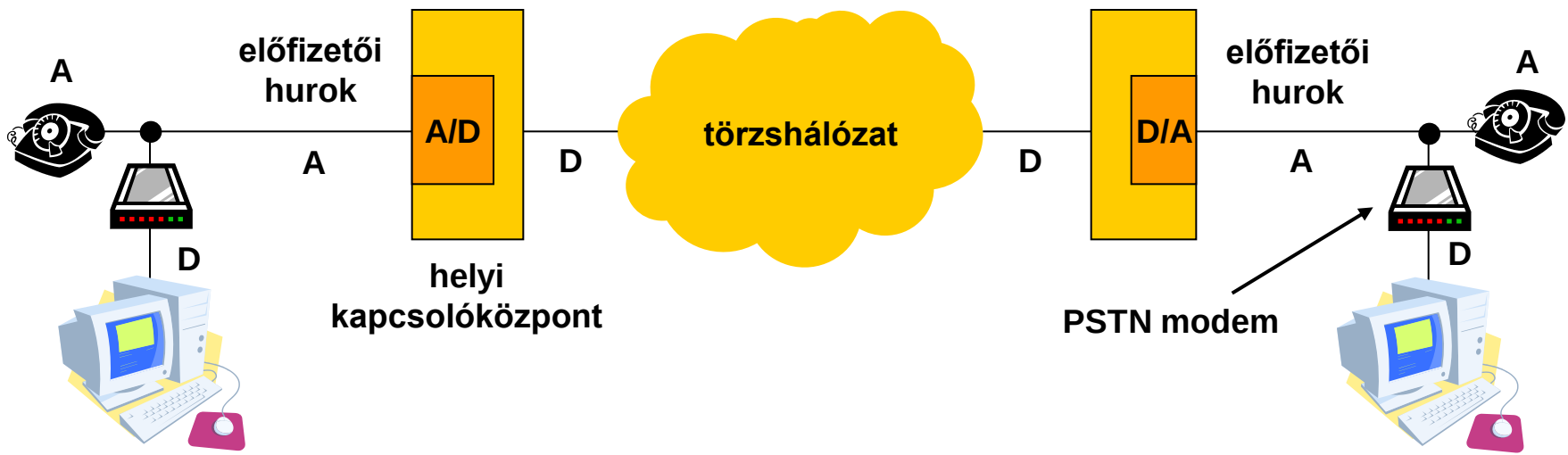


Akusztikus modemek :)



- A kapcsolat felépítése, bontása kézzel történik (tárcsázás, kézibeszélő letevése)
- 300 vagy 1200 b/s (ITU-T V.21, V.22)
 - Érdekes: a későbbi telefonmodemek egy részével együtt tudnak működni
- 1970-es évek, '80-as évek eleje
- Fő ok, hogy nincs direkt csatlakozás a hálózathoz:
 - tilos volt, csak a Posta készülékeit volt szabad csatlakoztatni
 - nem csak nálunk: sok helyen Nyugat-Európában, USA-ban is így volt akkoriban
- Ma már csak kuriózum, elfeledett történelem

Telefonvonalali modemek



- „Betárcsázós internet” (dial-up)
 - de két előfizető között is felépíthető modemes kapcsolat
- modem: *modulator-demodulator*
- kezdetben az egyetlen lehetőség
- ma: kézenfekvő, de szuboptimális megoldás (D/A/D/A/D)

PC-s modemek

- Belső (ISA, PCI busz)



- Külső soros csatlakozással (RS232)



- Külső USB csatlakozással



- Compact Flash csatlakozással



- Külső PCMCIA csatlakozással

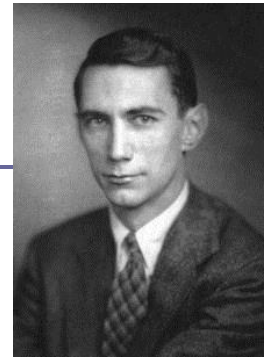
- laptopok csatlakoztatására



Modem történelem *(ez a dia nem vizsgaanyag)*

- Az első modem az 50-es években
 - Az Amerikai Légvédelem használta katonai adatok küldésére a telefonhálózaton keresztül
 - Az első kereskedelmi forgalomban kapható modem – Bell 103 (1962)
 - 300 bps full duplex átvitel
 - ITU-T V.21 (FSK – ld. SzgH!)
- További szabványok
 - ITU-T V.22 – 600 v. 1200 bps (PSK, QPSK – ld. SzgH!) (1980)
 - ITU-T V.22bis – 1200 v. 2400 bps (QPSK, QAM-16) (1984)
 - ITU-T V.32 – 9600 bps (QAM) (1984)
 - ITU-T V.32bis – 14.4 Kbps (1991)
 - ITU-T V.34 – 33.6 Kbps (1998)
 - ITU-T V.90 – 56.6 Kbps lefele, 33.6 Kbps felfele (1998)
 - ITU-T V.92 – 56.6 Kbps lefele, 48 Kbps felfele (2000)
- A szabványok 2007. jan. 1-től ingyen letölthetőek:
 - egy meg nem határozott próbaideig
 - <http://www.itu.int/ITU-T/publications/recs.html>

Meddig fejlődhet?



□ Shannon törvénye:

- $C = B * \log_2 (1 + S/N)$

- C – bitsebesség (bps)

- B – csatorna sávszélesség (Hz)

- S/N – jel/zaj viszony (signal to noise)

- Elvben ebből is kiszámítható a maximális bitsebesség. Azonban:

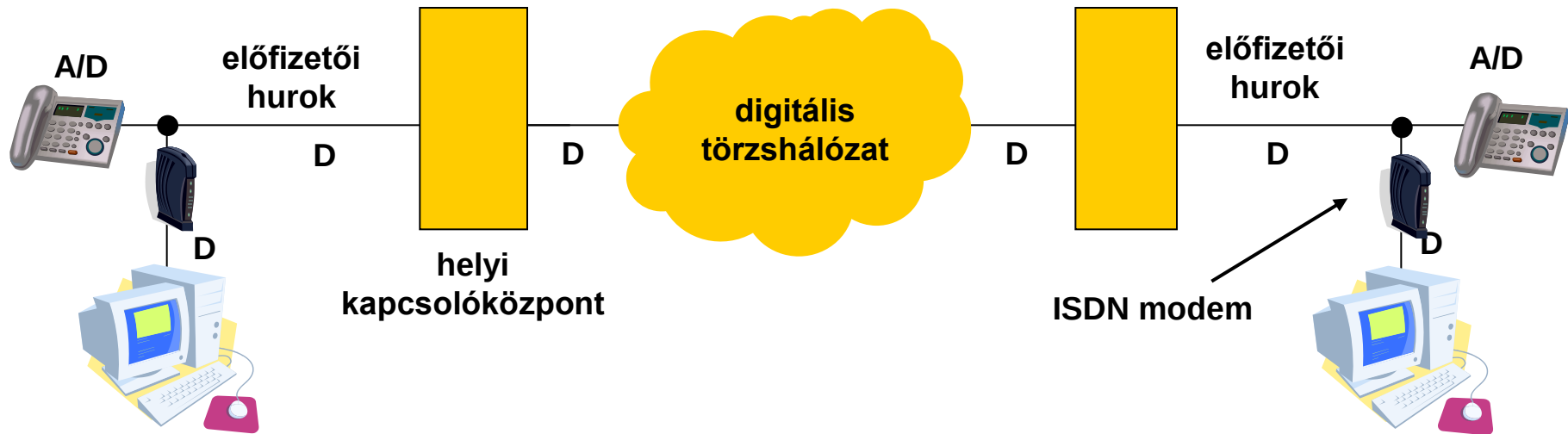
□ A törzshálózat már digitális

- A PCM kódolás után egy 64 kbps csatornán megy a jel, *ez a felső határ*

- Az A/D és D/A átalakítások okozta pontatlanság (kvantálási zaj) miatt gyakorlatilag kb. 33 kbps a határ

- Az 56 Kbps-os csatlakozásnál (V.90) csak a letöltési sebesség ekkora (a szolgáltató digitálisan csatlakozott a központhoz)

ISDN Internet elérés



- ❑ 2B+D: 128 kbps max.
- ❑ 2000. körül roppant népszerű volt
- ❑ ADSL megjelenése után gyorsan elavult
 - Lassú, drága (időarányos díjazás), telefonálás mellett csak 64 kbps
 - Viszont az ADSL-lel ellentétben a központtól távolabb is elérhető

Áttekintés

- 2.1 Telefonvonalali modemek
- **2.2 ADSL, xDSL** ←
- 2.3 Kábeltévés Internet-elérés
- 2.4 Optikai hozzáférési hálózatok

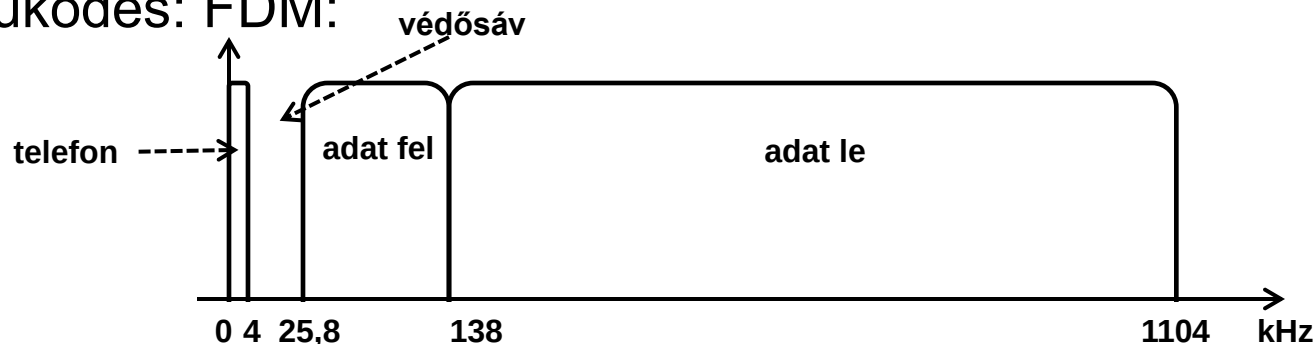


ADSL

- ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line, aszimmetrikus digitális előfizetői vonal
- Cél: az előfizetői hurok kihasználtságának maximalizálása
 - azaz a cél természetesen: \$\$\$\$:)
 - a legnagyobb érték egy távbeszélő-hálózatban!!
 - „last critical mile”
- Telefonbeszélgetés (analóg vagy ISDN) és adatátvitel egyidejűleg

ADSL működése

□ Működés: FDM:



□ Azaz:

- 0 - 4 kHz – beszéd
- 4 - 25,8 kHz – védősáv
- 25,8 - 138 kHz – feltöltési sáv
- 138 kHz - 1104 kHz – letöltési sáv

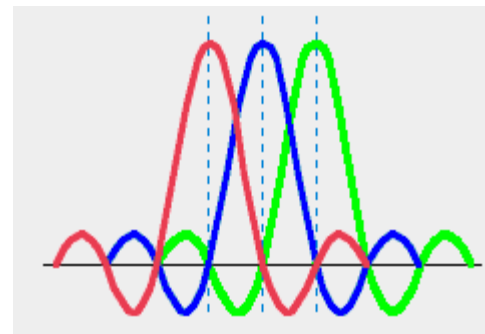
□ Ez változhat:

- Analóg/ISDN tel. előfizetés esetén más (a fenti analóg tel.-ra van)
 - *de mindkettő lehetséges!* Ld. Annex A/B a következő diáorban
- bizonyos megvalósításoknál az adat fel/le átlapolódik

ADSL moduláció

DMT – Discrete Multitone Modulation (ITU-T: G.992.1)

- 1,1 MHz-es frekvenciatartomány
- Ortogonális FDM (OFDM):
 - FDM ortogonális vivőkkel: nem kell védősáv
 - Gyakorlati megvalósítás: Inverz FFT (adó), FFT (vevő)
- 256 csatorna, egyenként 4,3125 kHz
 - 1. csatorna: beszéd
 - 2-6. csatorna: védősáv (üres)
 - A beszéd és adatátvitel közötti interferenciák elkerülésére
 - 7-31. csatorna: feltöltés
 - 32-256. csatorna: letöltés
- OFDM előnyei:
 - ha rossz az átvitel egy adott csatornán, akkor azt nem használják
 - nagyobb távolságra nagyobb frekvencián nagyobb a csillapítás: ilyenkor ott kisebb adatsebesség érhető el, de az valóban elérhető



ADSL sebesség



- Aszimmetrikus:
 - szándékosan, többet töltünk le, mint fel
 - de nem mindig (pl. peer-to-peer, videotelefon)
- fel: 16 kbps -- 1 Mb/s
- le: 0,1 -- 8 Mb/s
 - távolságtól függ (legjobb: 2,5 km alatt, legrosszabb: 5 km felett)
 - szolgáltató tovább korlátozhatja

ADSL átviteli példák

- ❑ Egy régebbi (sima) ADSL DSLAM menedzsment szoftveréből lesznek képek
- ❑ Különböző sebességértéket állítunk be, mint maximum a felhasználónak
- ❑ Különböző hosszúságú előfizetői hurkot szimulálunk
- ❑ Megnézzük, hogyan használja ki az egyes csatornákat a DSL rendszer
 - a modem és a DSLAM ezeket automatikusan határozzák meg a csatorna paramétereit megmérve
- ❑ A fő tanulság: *nagyobb frekvencián, nagyobb távolságra nő a csillapítás*

Hibátlan eset (20 m „előfizetői hurok”)

Element Manager hiX 5300 V1.2 - Client connected to POWER

File View Configuration Fault Measurement Security Utilities Options Window Help

Zoomed 100%

max megengedett sebességnek a felhasználónak (mi állítjuk be)

az aktuális érték, ezek minimuma

a vonal paraméterei ennyit engednek meg max.

nem tegnap volt :)

Modules

STM1

ADSL

SDSL

SHDSL

Status ADSL Local ADSL Remote NT ATM25 Ethernet Line Supervision

States

Operational state: enabled

Alarms: none

Admin state: unlocked Lock

Line

Lock Unlock

Service type: Multimode

AIS on LOS: ☐

AIS on ACT: ☐

Bandwidth usage (%): 0

Link state: active

Init state: no init error

Trellis coding:

Overbooking (%):

Number of UNI video channels:

Alarm severity profile: 2

Get Modem Data...

Save as Profile...

ADSL line

Downstream Upstream

Max rate (kbps): 2 048 64

Min rate (kbps): 2 048 64

Fixed rate: ☐

Desired margin (dB): 6 6

Retrain margin (dB): auto auto

Expert mode: ☐

Latency: interleaved high interleaved high

Current values

Rate (kbps): 2 048 64

Margin (dB): 31 31

Attenuation (dB): 1.8 1.0

Transceiver output power (dBm): 8

Service type: ITU G.352.1A (full)

Trellis coding:

Max attain rate (kbps): 8 096 768

Loopback

Location ID ASCII:

Location ID HEX: FF

Mode: forward

Loopback test

DSL line loop state:

Insert Release

For Help, press F1

Start

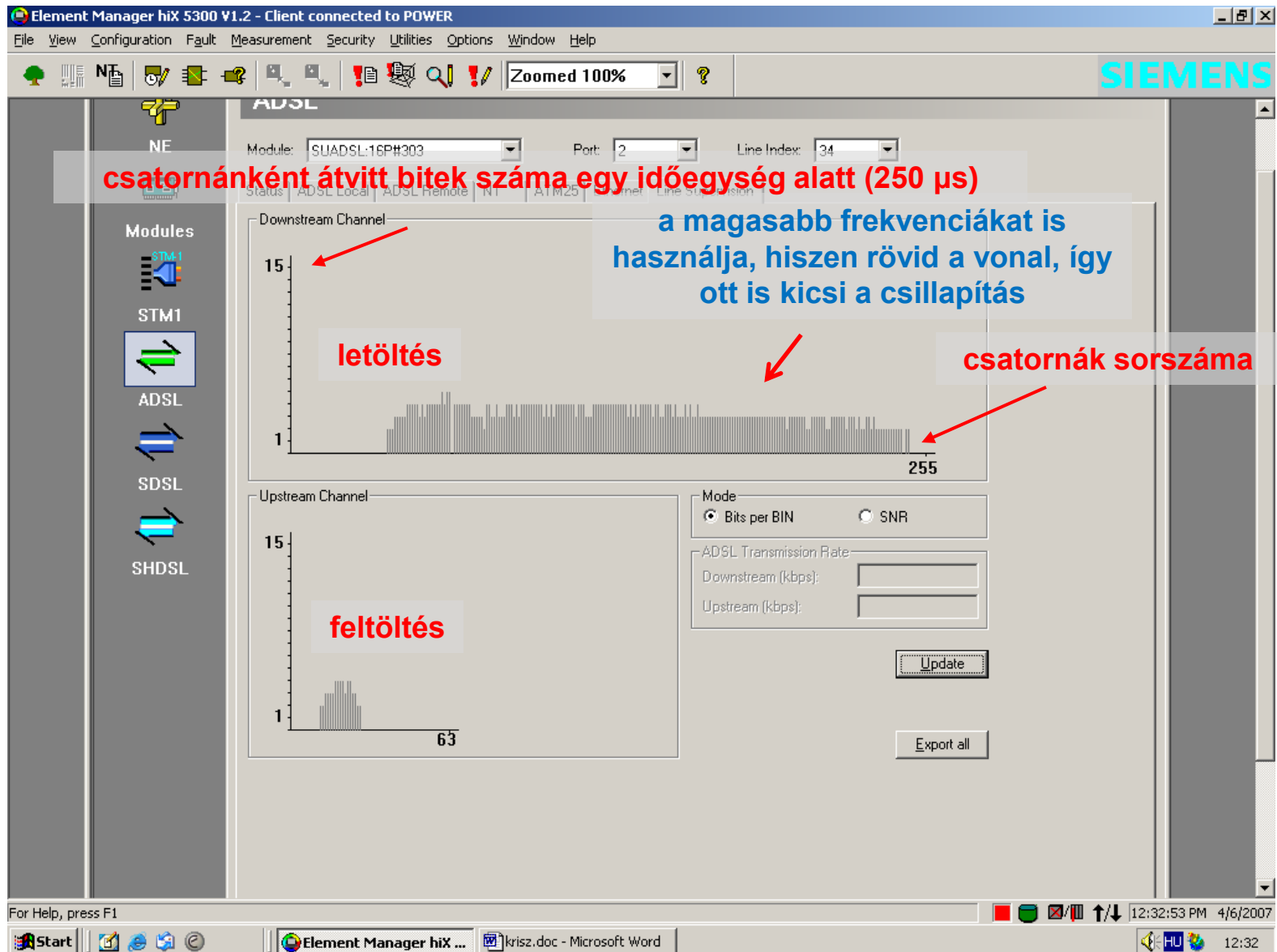
Element Manager hiX ...

krisz.doc - Microsoft Word

12:28:02 PM 4/6/2007

12:28

2 Mb/s



8 Mb/s, 20 m-es hurok

Element Manager hiX 5300 V1.2 - Client connected to POWER

File View Configuration Fault Measurement Security Utilities Options Window Help

Zoomed 100%

SIEMENS

Modules

- STM1
- ADSL
- SDSL
- SHDSL

Status ADSL Local ADSL Remote NT ATM25 Ethernet Line Supervision

States

Operational state: enabled

Alarms: none

Admin state: unlocked Lock

Line Lock Unlock

Service type: Multimode

AIS on LOS: ☐

AIS on ACT: ☐

Bandwidth usage (%): 0

Link state: active

Init state: no init error

Trellis coding:

Overbooking (%):

Number of UNI video channels:

Alarm severity profile: 2

Get Modem Data...

Save as Profile...

ADSL line

	Downstream	Upstream
Max rate (kbps):	8 000	512
Min rate (kbps):	7 008	320
Fixed rate:	☐	☐
Desired margin (dB):	0	0
Retrain margin (dB):	auto	auto
Expert mode:	☐	☐
Latency:	interleaved high	interleaved high

Current values

Rate (kbps):	8 000	512
Margin (dB):	21	19
Attenuation (dB):	3,5	1,5
Transceiver output power (dBm):	8	
Service type:	ITU G.992.1A (full)	
Trellis coding:		

Max attain rate (kbps): 8 096 768

Loopback

Location ID ASCII: y y y y y y y y y y

Location ID HEX: FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF 00 00 00 00

Mode: forward

Loopback test

DSL line loop state:

Insert Release

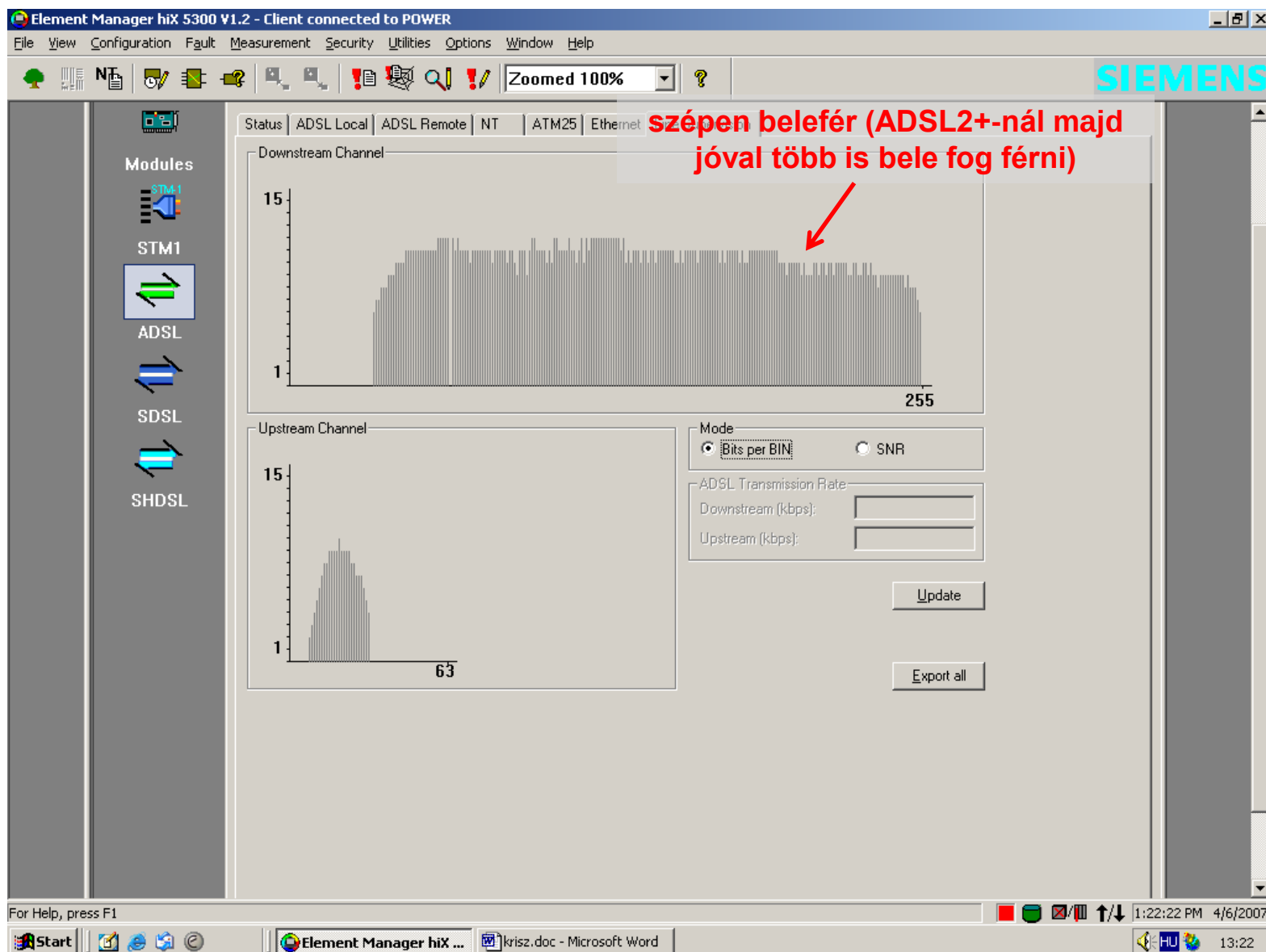
8 Mb/s a sima ADSL maximuma

For Help, press F1

Start Element Manager hiX ... krisz.doc - Microsoft Word

1:22:07 PM 4/6/2007 13:22

8 Mb/s, 20 m-es hurok



2 Mb/s, 4 km hosszú előfizetői hurok

Element Manager hiX 5300 V1.2 - Client connected to POWER

File View Configuration Fault Measurement Security Utilities Options Window Help

Zoomed 100%

SIEMENS

Modules

- STM1
- ADSL
- SDSL
- SHDSL

Status ADSL Local ADSL Remote NT ATM25 Ethernet Line Supervision

States

Operational state: enabled

Alarms: none

Admin state: unlocked Lock

Line Lock Unlock

Service type: Multimode

AIS on LOS: ☐

AIS on ACT: ☐

Bandwidth usage (%): 0

Link state: active

Init state: no init error

Trellis coding:

Overbooking (%):

Number of UNI video channels:

Alarm severity profile: 2

Get Modem Data...

Save as Profile...

ADSL line

	Downstream	Upstream
Max rate (kbps):	2 048	64
Min rate (kbps):	2 048	64
Fixed rate:	☐	☐
Desired margin (dB):	6	6
Retrain margin (dB):	auto	auto
Expert mode:	☐	☐
Latency:	interleaved high	interleaved high

Current values

Rate (kbps):	2 048	64
Margin (dB):	7	19
Attenuation (dB):	54,5	43,0
Transceiver output power (dBm):	17	
Service type:	ITU G.992.1A (full)	
Trellis coding:		

Max attain rate (kbps): 2 624 544

Loopback

Location ID ASCII:

Location ID HEX:

Mode:

Loopback test

DSL line loop state:

Insert Release

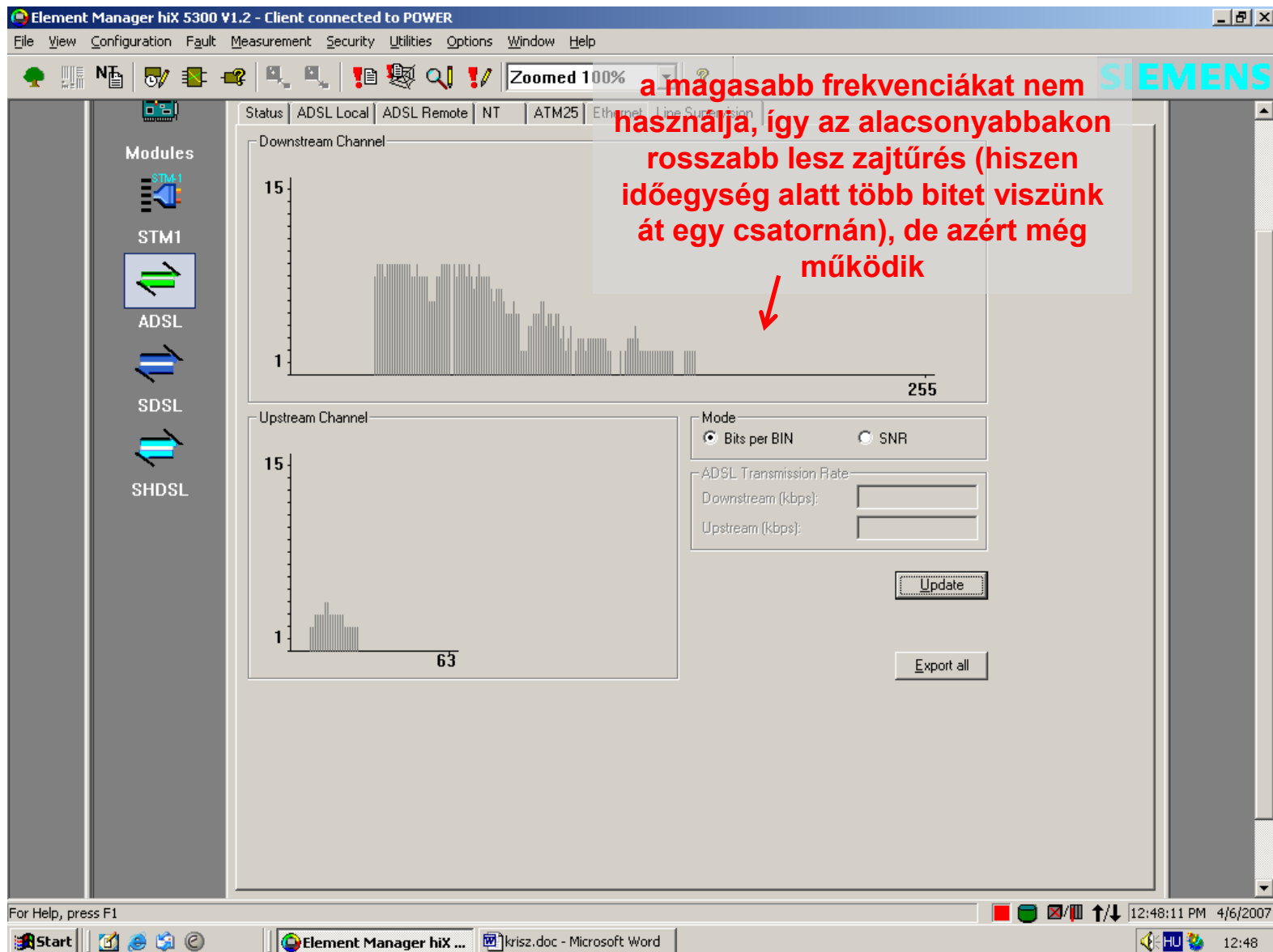
4 km-es vonalnál alig fér bele több, mint 2 Mb/s

For Help, press F1

12:47:00 PM 4/6/2007

Element Manager hiX ... krisz.doc - Microsoft Word

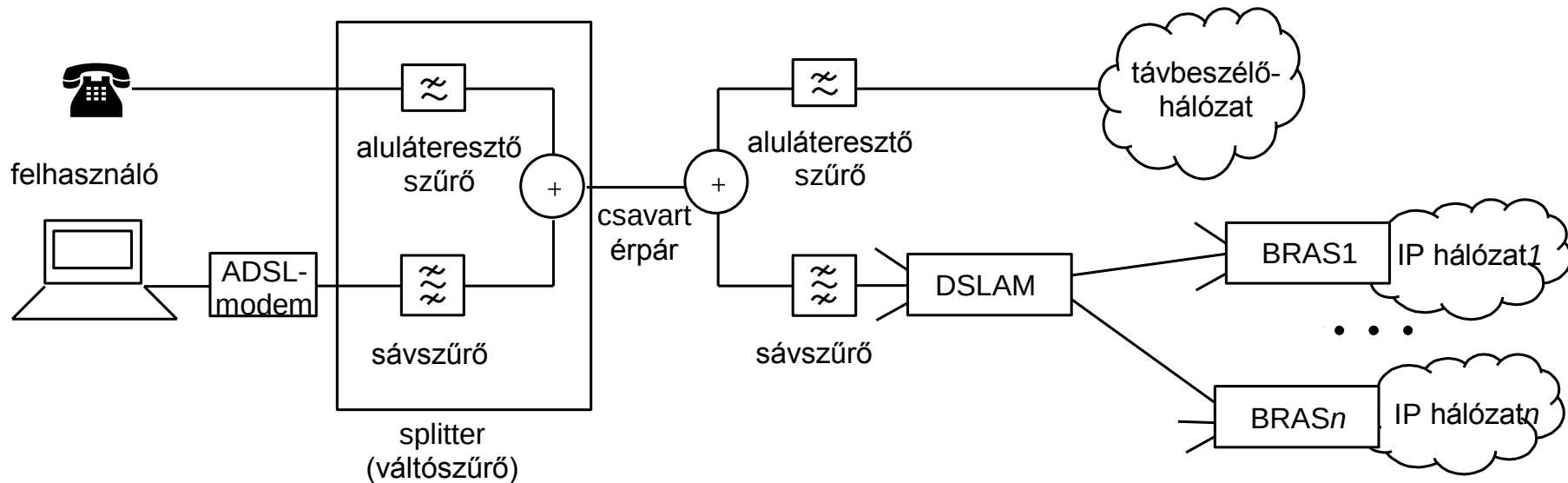
Nagy frekvencián nagyobb a csillapítás



ADSL Annex A/B

- ITU G.992.1 az ADSL szabvány Ajánlás. Ennek mellékletei (Annex) részletezik a verziókat
- „Annex A – Specific requirements for an ADSL system operating in the frequency band above POTS”
 - POTS = Plain Old Telephone Service, klasszikus analóg telefon
 - Ezt néztük eddig. 0-4 kHz tel, 25,8-138 kHz fel, 138-1104 kHz le
- Annex B – Ugyanez ISDN felett
 - 0 – ~100 kHz ISDN (ISDN verziótól függ)
 - ~100 – 276 kHz feltöltés
 - 276 – 1104 kHz letöltés
- Más splitter kell a két verzióhoz, és persze más Modem/DSLAM kártya is

ADSL topológia



- DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer, digitális előfizetői vonal hozzáférési nyáláboló):
 - modem ellenpárja (A/D átalakítást végez a DMT szerint)
 - nyálábol is: sok modemmel tart egyszerre kapcsolatot, de csak egy (néhány) kimenete van (ez utóbbi ATM (ld. SzgH) vagy Ethernet)
- BRAS (B-RAS, Broadband Remote Access Server, szélessávú távoli hozzáférési kiszolgáló): bejelentkezések kezelése, IP címkiosztás. Ez az Internet szolgáltatónak egy speciális routere: az első router az úton
- Adatátviteli útból a beszédkodek kihagyva (analóg: tel. központ; ISDN: végberendezés)

ADSL modem, splitter, microfilter



ADSL modem

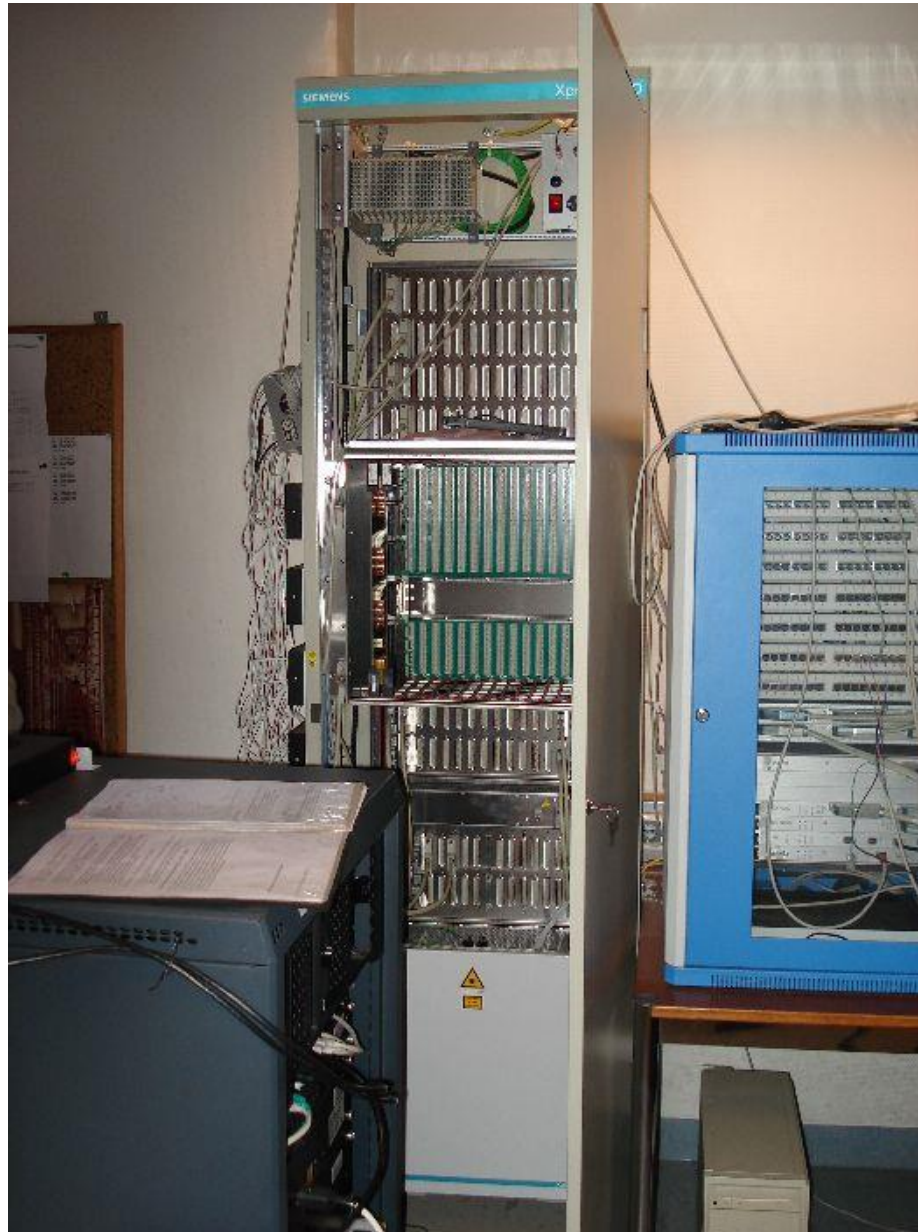


ADSL splitter
(váltószűrő)

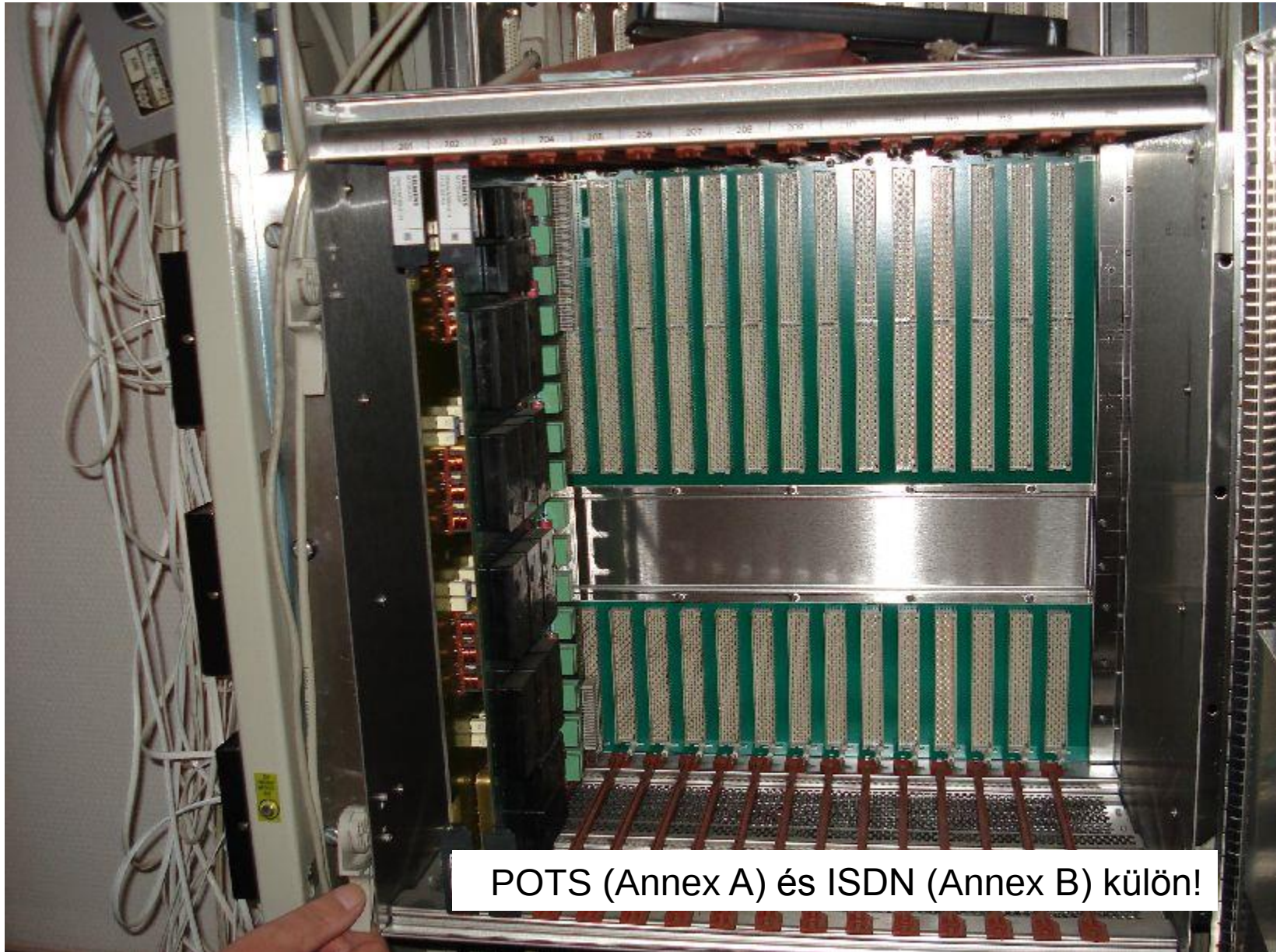


ADSL microfilter
(szűrő: csak telefonvonal
kimenete van, nincs modem
csatlakozója)

DSLAM

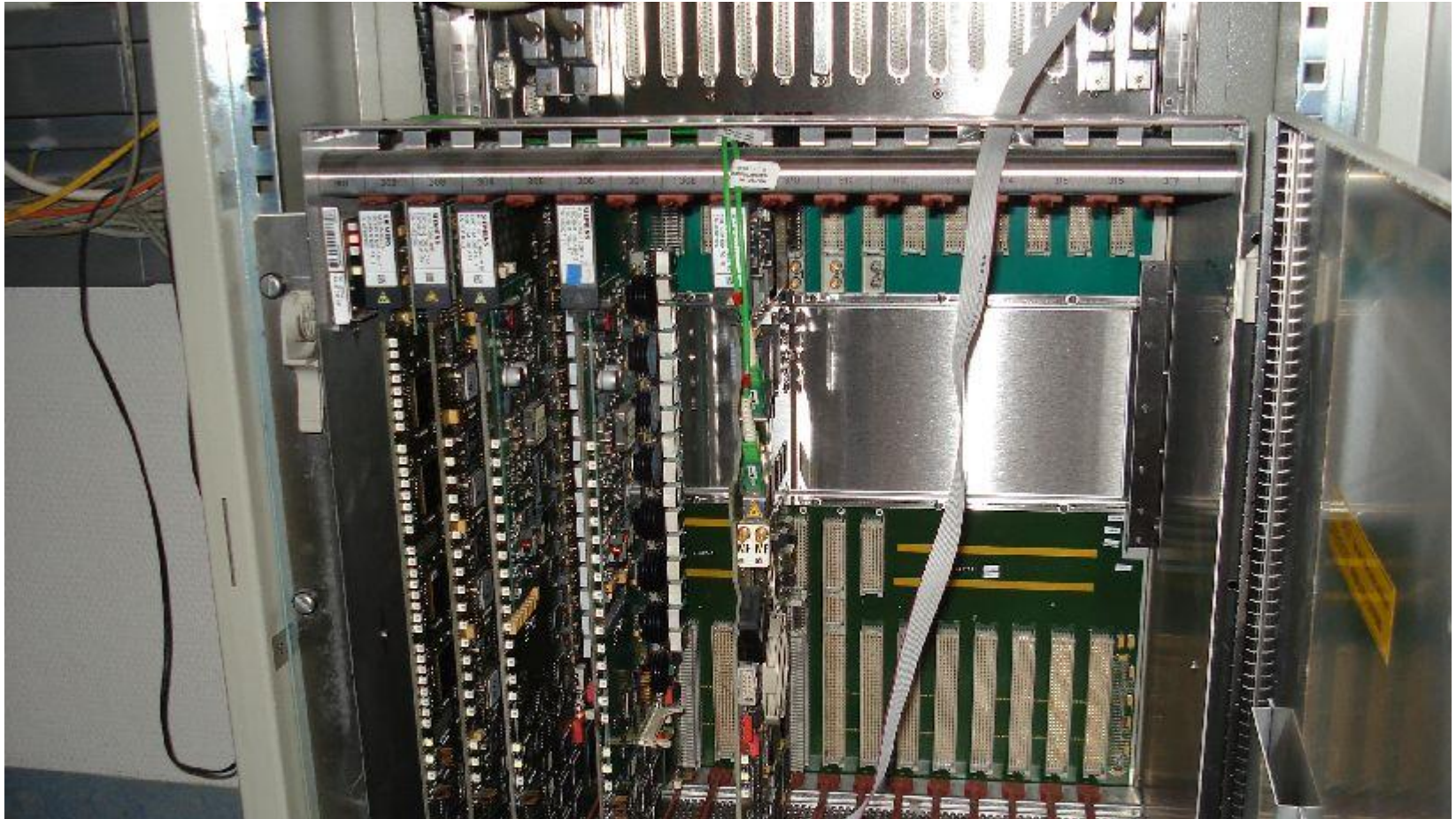


Splitterrek



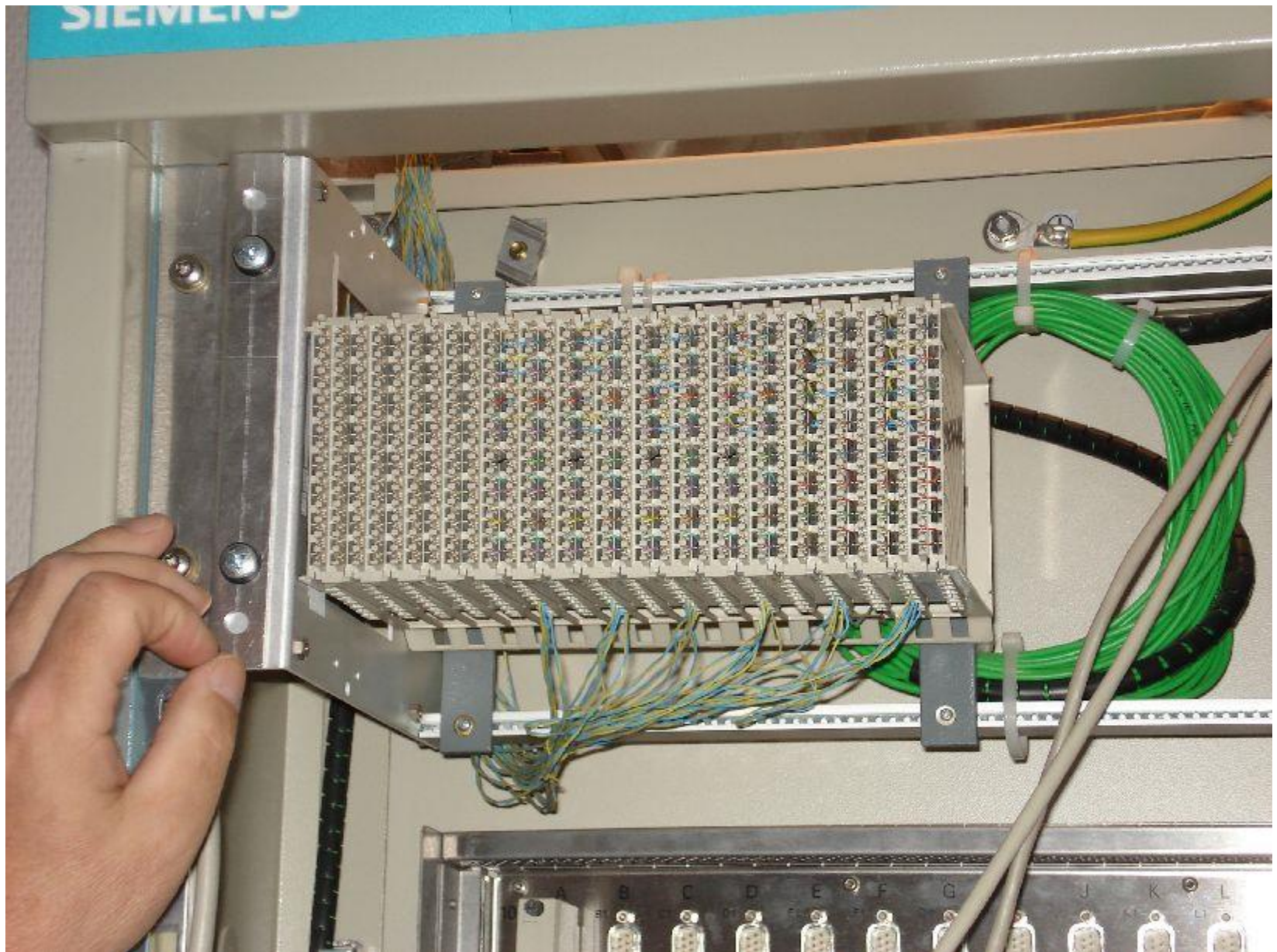
POTS (Annex A) és ISDN (Annex B) külön!

Modemkártyák



2. ISDN-es modemkártya (Annex B), 32 db modemmel
3. POTS-os modemkártya (Annex A), 16 db modemmel
4. SDSL-es modemkártya
6. SHDSL-es modemkártya
9. Szélessávú illesztőkártya -- az IP hálózat felé. Ez itt ATM.

Rendező



DSLAM-ek együtt



ADSL2 DSLAM

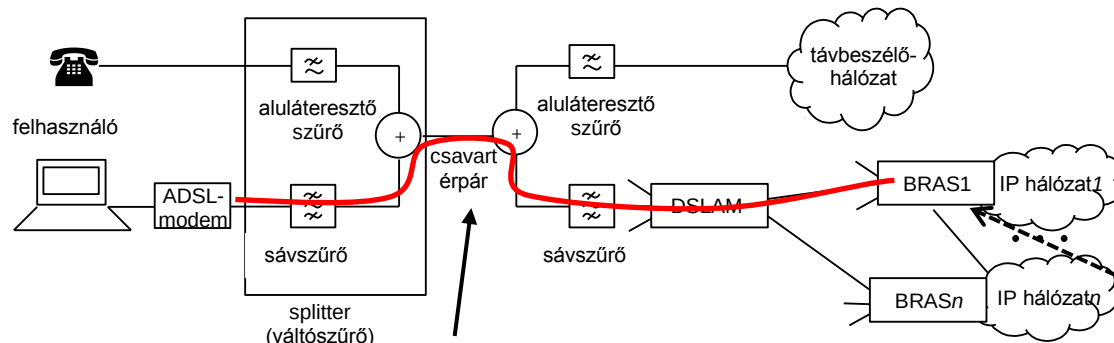


ATM helyett már Ethernet interfésszel

ADSL protokollépítmény

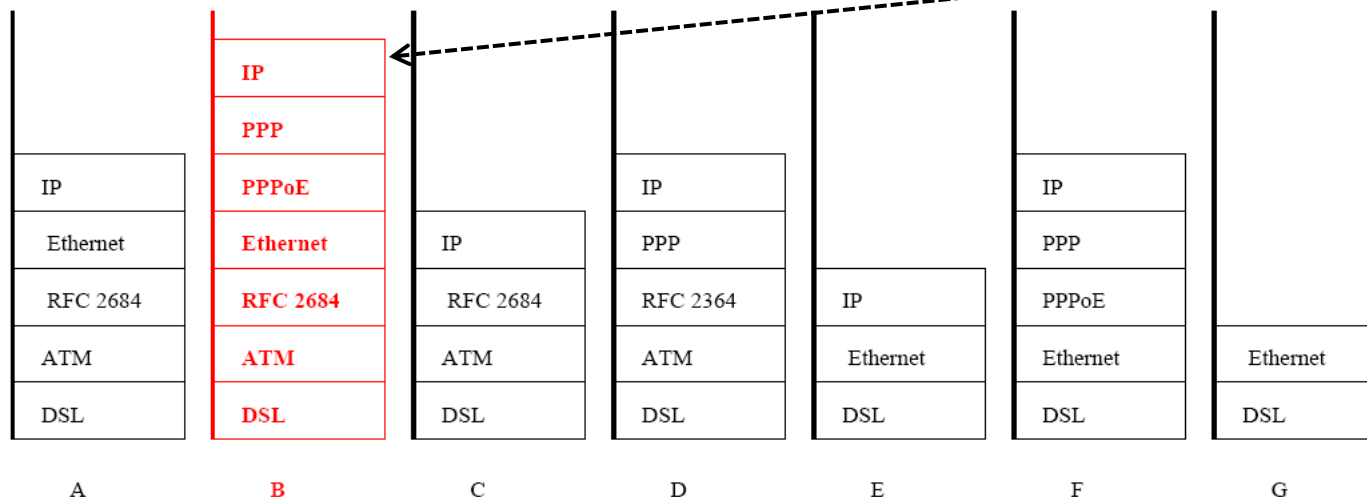


(Ez a dia nem vizsgaanyag. Ettől függetlenül fontos és érdekes...)



Különböző lehetőségek a protokollépítményre (protokol stack):

IP szintű feldolgozás először a BRAS-ban



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

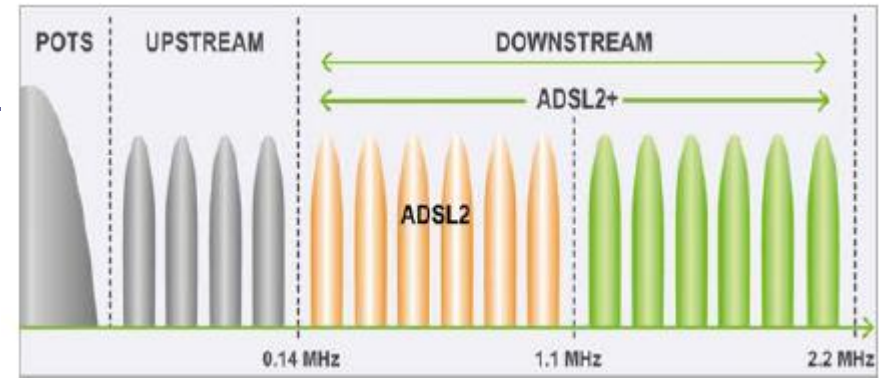
ADSL2/2+

□ ADSL2 (G.992.3)

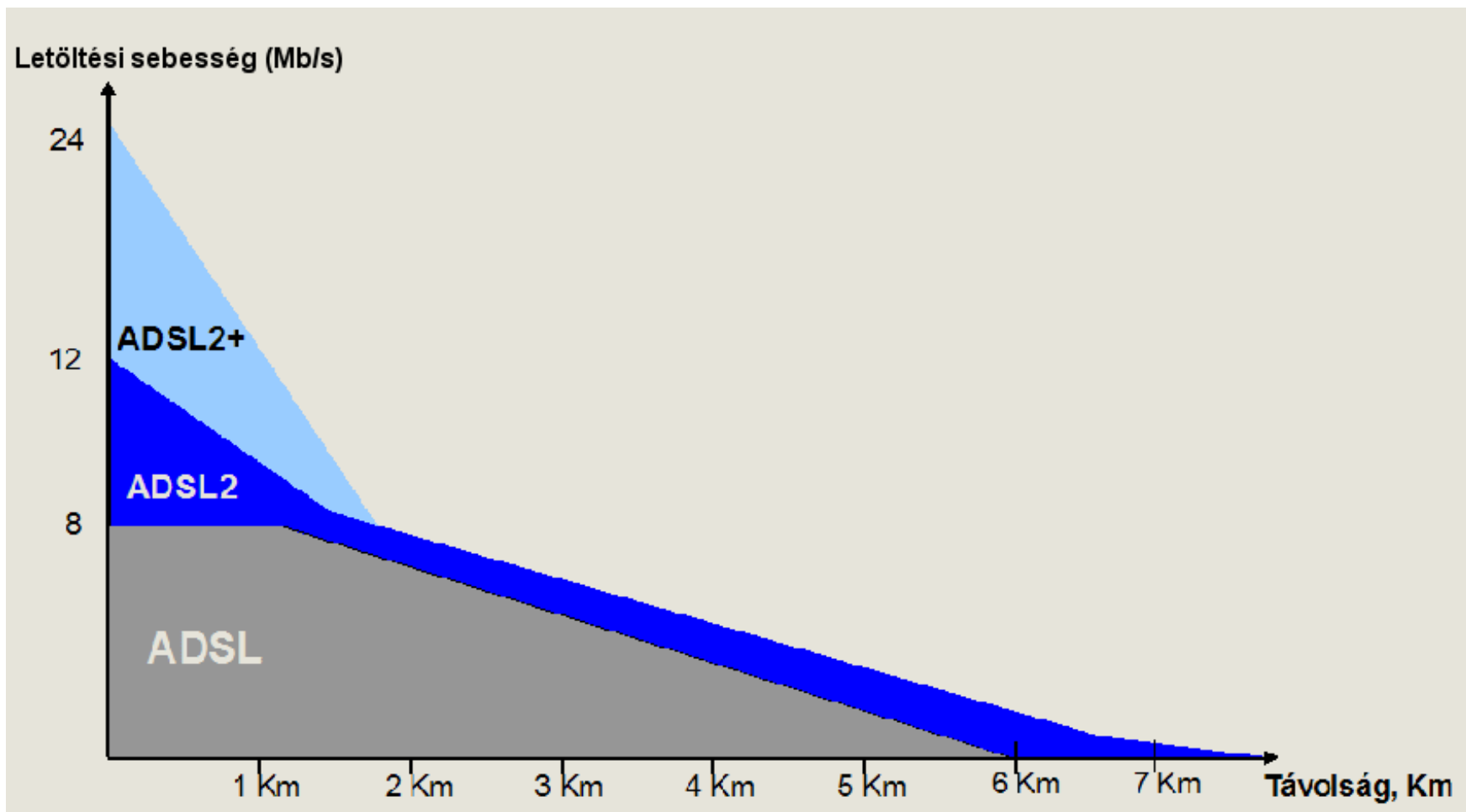
- jobb modulációs hatékonyság
 - letöltés max. 12 Mb/s
 - feltöltés max. 1,3 Mb/s (egyes változatokban magasabb)
- kb. 200 m-rel nagyobb hatótáv
- átmenetileg a beszédcsatornát is használhatja
- energiatakarékos üzem: figyelni, hogy van-e forgalom

□ ADSL2+ (G.992.5)

- a max. frekvencia 2,2 MHz-re bővül
- a hangátvitelre, illetve az adatfeltöltésre használt frekvenciák nem változnak
- a maximális letöltési sávszélesség 24 Mb/s-ra nő
- feltöltés 1,4 Mb/s max. Kiv.: Annex M: 3,3 Mb/s (276 kHz-ig feltöltés)
- 1,5 km-es távolságon belül



ADSL technológiák összehasonlítása

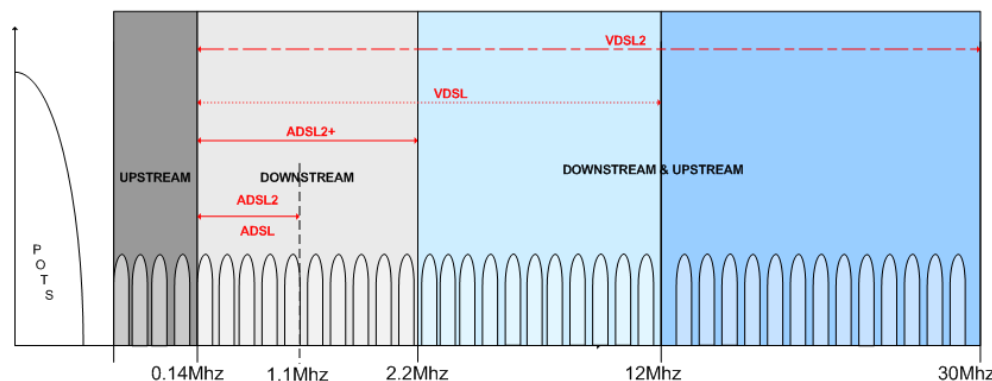


- Ötlet ugyanaz: előfizetői hurok jobb kihasználása
- SHDSL: Symmetric High-speed DSL (G.991.2):

- 2,3 Mbit/s max. mindkét irányban
- max 3 km-ig
- beszédátvitel nincs
- 2001-es szabvány
- elavult

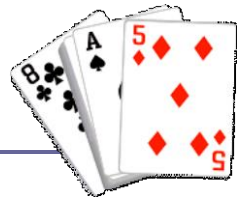
- VDSL - Very high rate Digital Subscriber Line (G.993.1)

- 13 Mbps - 55 Mbps (le),
1-3 Mbps (fel)
- vagy 26-26 Mbps szimmetrikusan
- 300 - 1500 méter sodort rézpár,
onnan optikai átvitel



- VDSL2 (G.993.2)
 - 100 Mbps mindkét irányba
 - 30 MHz-es frekvenciatartomány
 - DSLAM kompatibilis az ADSL modemekkel
- xDSL: ezek együtt

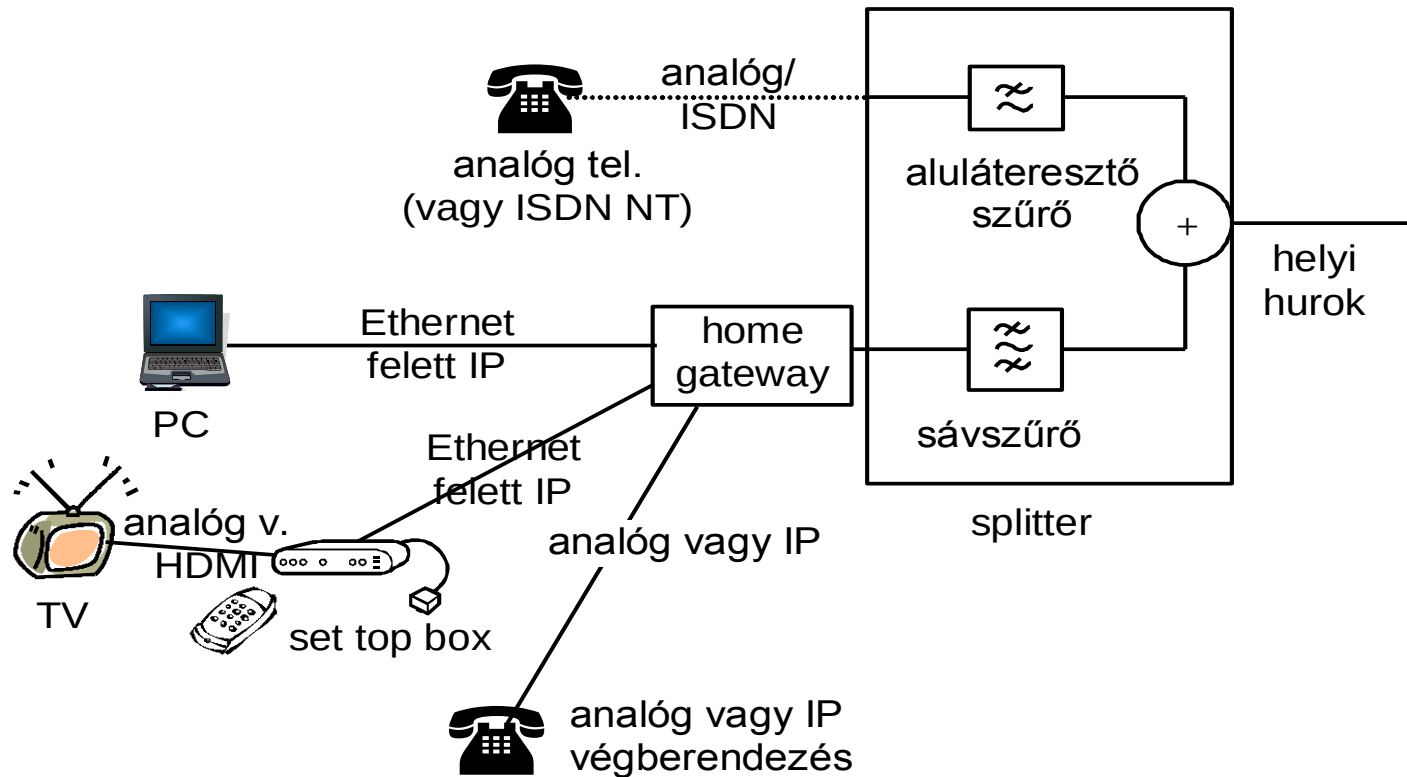
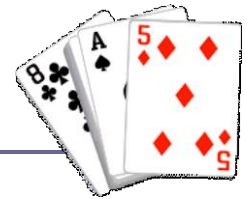
Triple play



□ Triple play

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

Triple play ADSL-en



- ❑ A két telefonból csak egy van egyszerre, jellemzően a home gatewayen átmenő
- ❑ beszéd, videó prioritást élvez az adatforgalom felett
- ❑ pl. külön-külön ATM VC / Ethernet VLAN mindhárom
- ❑ home gateway: IP/PSTN átváltó is (ld. majd a VoIP-nál is)