



## **Távközlési informatikus szakképzés**

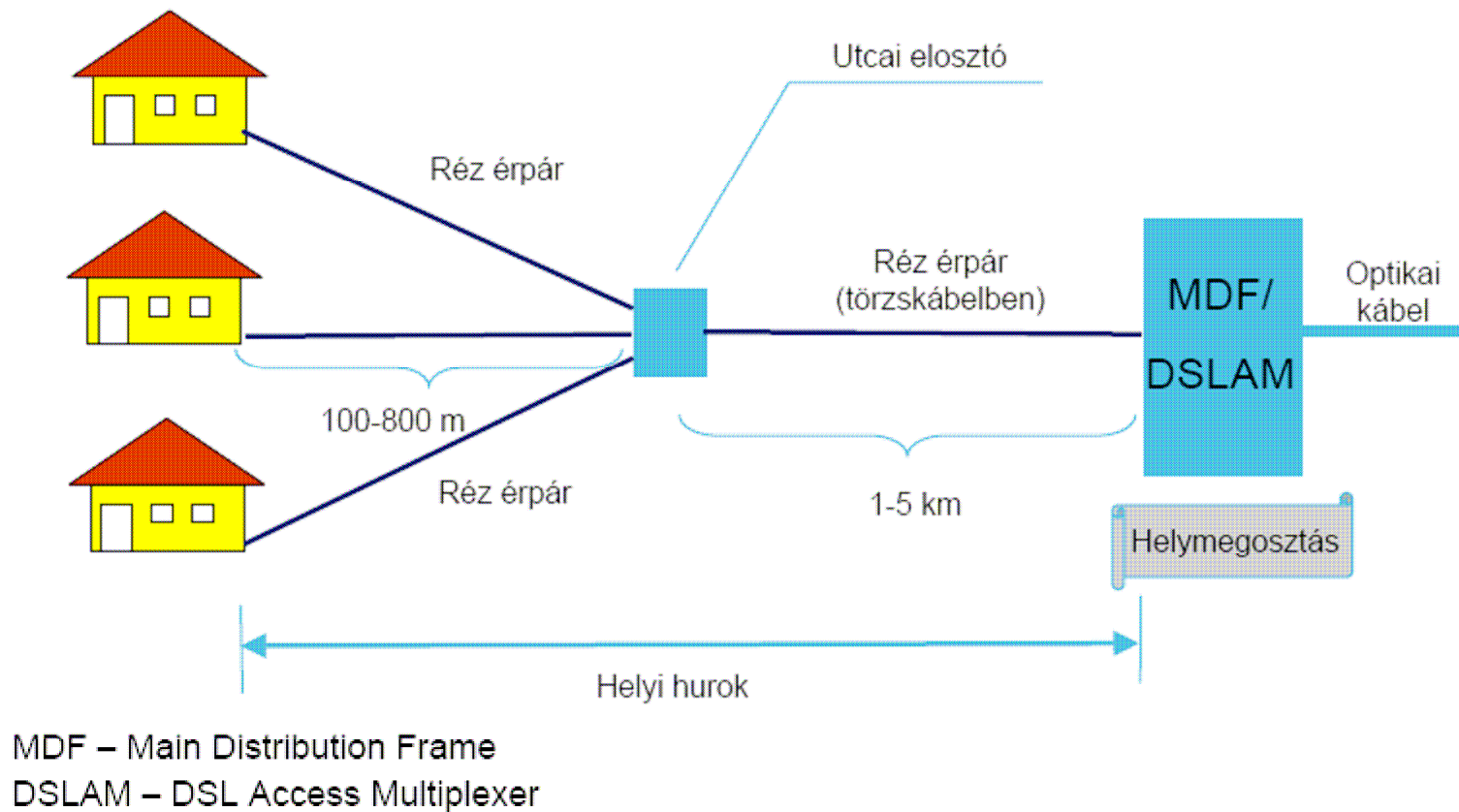
### **Távbeszélő berendezések/ 3**

**Tanár: Dr. Papp Sándor**



## 6. Az előfizetői érpár digitalizálása

### 6.1 Az előfizetői hálózat szerkezete (ism.)





## 6.2 Az első lépés: az ISDN

**Az érpár digitalizálása kezdetben a keskenysávú szolgáltatások egy jelentős készletének az előfizetői hurokban történő megvalósítását célozta.**

**Az Integrált Szolgáltatú/Szolgáltatású Digitális Hálózat a keskeny-sávú vonalkapcsolt beszéd- és adatátviteli szolgáltatások integrálásának csúcspontját jelentette.**

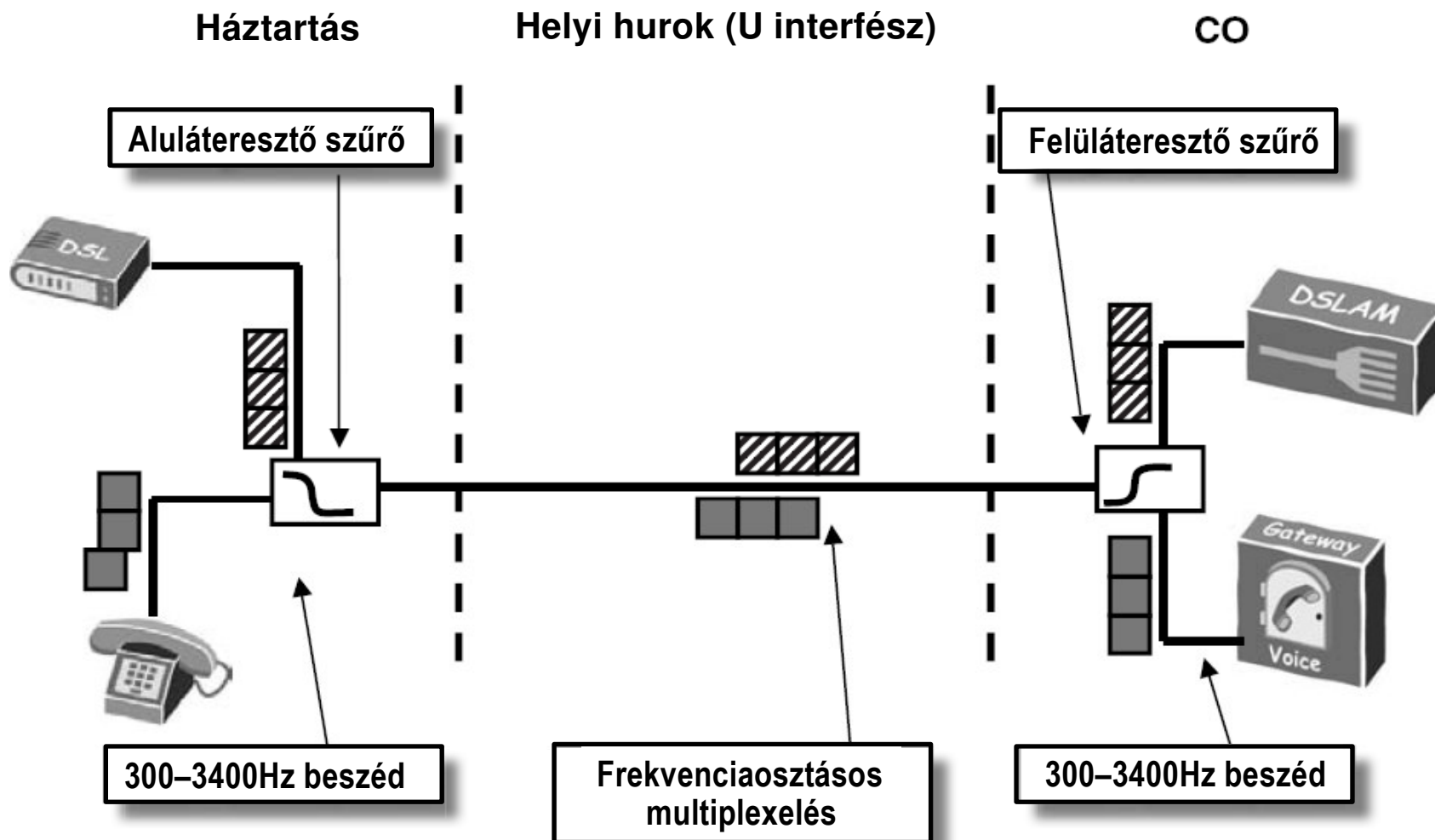
**Az ISDN a hagyományos telefon (Plain Old Telephone Service, POTS) alapsávi átvitelével szemben az érpáron nagyfrekvenciás (2B1Q vonali kódolásnál 26 kHz-től 80 kHz-ig terjedő) spektrumot használ.**

**Az ISDN érpáron (az un. „U” interfészen) 160kbps fizikai átviteli sebességet érnek el.**

**Az ISDN DSS1 protokollal később részletesen foglalkozunk.**



## 6.3 Az előfizetői hurok átviteli spektrumának kiszélesítése





## 6.4 A Digitális Előfizetői Vonal ( DSL) technológia

A DSL a közönséges telefon rézhurkon viszonylag magas,  $n \times 100\text{ kbit/s}$ -tól  $n \times 10\text{ Mbit/s}$ -ig terjedő bitsebességekkel továbbít jeleket. A DSL ezt a jel továbbítást sokkal nagyobb sáv szélességgel végzi annál, mint ami egy beszédkapcsolón átvihető.

A telefonhurok magas frekvenciákon (elektromágnesesen) nagyon szórnak, ezáltal a szimbólumok között interferenciákat hoznak létre (szimbólumok az átvitt digitális jel elemi egységei).

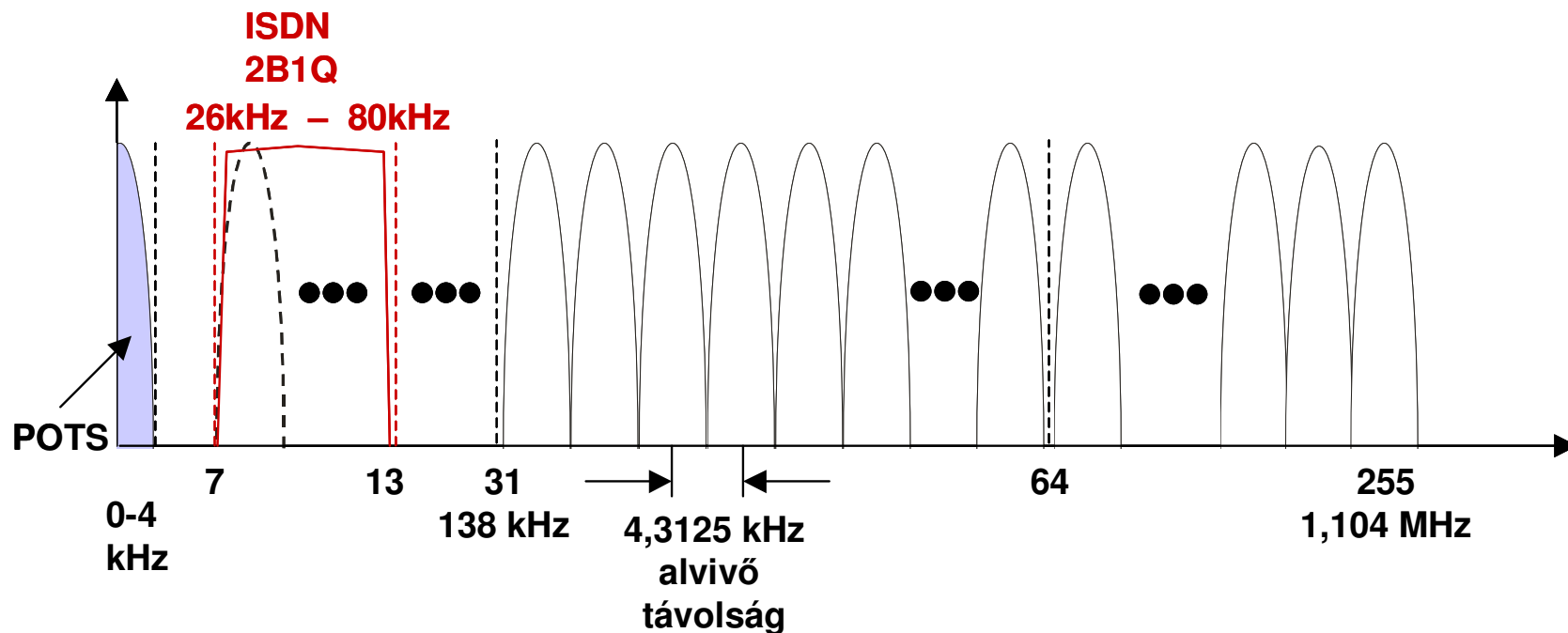
A DSL átvitt adaptív adásvételi technikák teszik lehetővé, melyek leküzdik a szimbólumok közötti interferenciát.

2005 végén jelent meg az ITU G.993.2 számú VDSL2 szabványa, ezzel az előfizetői érpáron elérhető sebesség 100 Mbps-ra nőtt (de csak az utolsó párszáz méteren!).



## 6.5 POTS, ISDN és ADSL technológiák együttese a kábelben

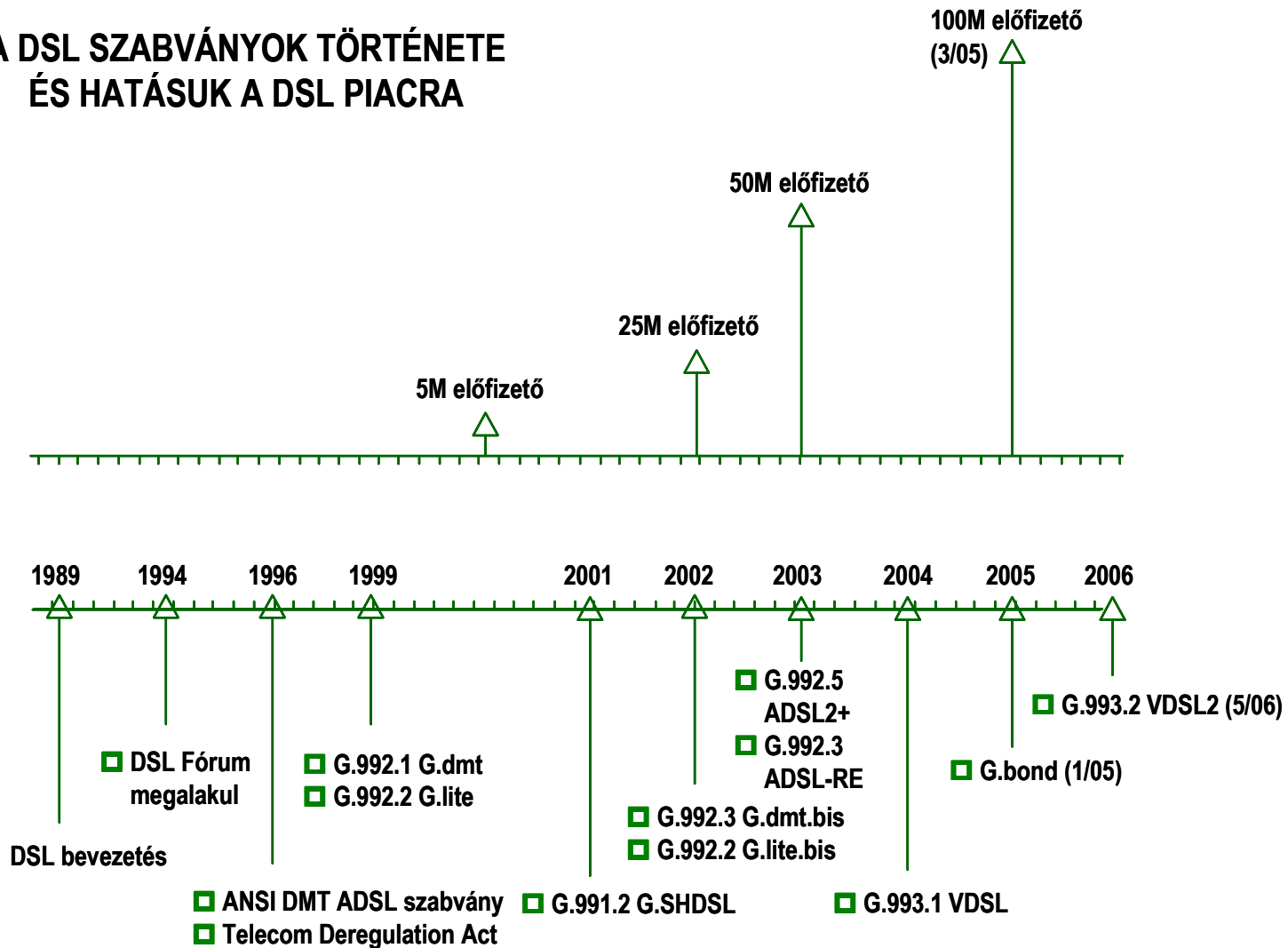
Az érpáron a POTS (0-4kHz alapsáv) vagy az ISDN (26-80kHz) mellett az egymástól 4,3125kHz távolságra elhelyezkedő ADSL alvivők egy sorozata alkotja a spektrumot. Ha nincs ISDN, akkor 7-255-ig számozott, legfeljebb 248 alvivő használható a 256-ból. A 25,875-138 kHz közé eső alvivők a „feltöltési”, a 138kHz-1,104MHz közötti alvivők a letöltési irányú forgalmat szállítják. Ez 8:1 arányú kapacitás-előnyt jelent a letöltési irányú adatátvitel javára.





## 6.6 DSL fejlődéstörténet

### A DSL SZABVÁNYOK TÖRTÉNETE ÉS HATÁSUK A DSL PIACRA





## 6.7 A digitális előfizetői vonalak fejlődése 2004-ig

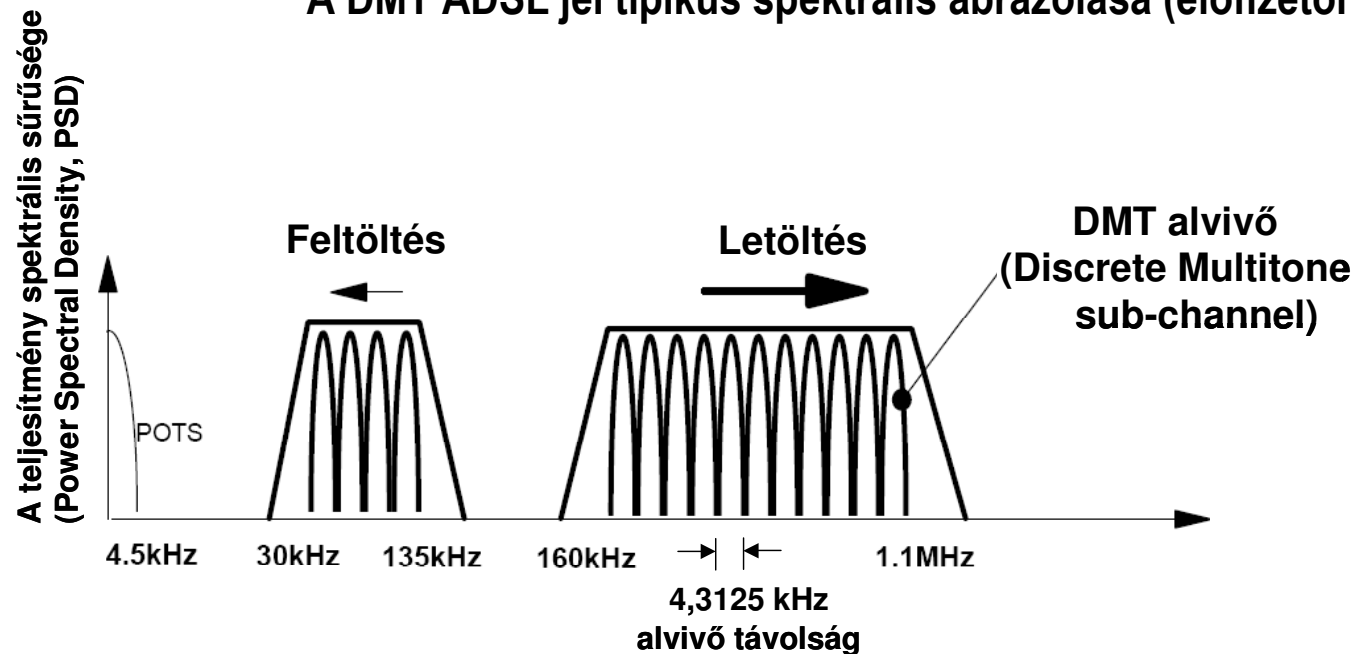
| Rövidítés | Leírás                                         | Szabvány(ok)                                    | Moduláció                      | Érpárok száma | Vonali bitsebesség                                | Áteresztési sávszélek közelítőleg                |
|-----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| ADSL      | Aszimmetrikus DSL                              | ANSI T1.413<br>ITU G.992.1                      | Diszkrét többhang (DMT)        | egy           | ~1Mbit/s feltöltés<br>~8Mbit/s letöltés           | 25 - 138 kHz feltöltés<br>25 – 1104 kHz letöltés |
| G.lite    | Sávleválasztó nélküli ADSL                     | ITU G.992.3<br>ANSI T1.419                      | DMT                            | egy           | ~1Mbit/s feltöltés<br>~1,5 Mbit/s letöltés        | 25 - 138 kHz feltöltés<br>25 – 552 kHz letöltés  |
| ISDN BA   | ISDN alap-hozzáférés                           | ANSI T1.601<br>ITU G.961                        | 2B1Q                           | egy           | 160 kbit/s szimmetrikus                           | 0 – 80 kHz                                       |
| RADSL     | Bitsebesség Adaptív DSL                        | ANSI T1.TR.59                                   | CAP<br>(a QAM egyik fajtája)   | egy           | ~1Mbit/s feltöltés<br>~8Mbit/s letöltés           | 25 - 138 kHz feltöltés<br>25 – 1104 kHz letöltés |
| HDSL      | Nagy bitsebességű DSL                          | ITU G.991.1<br>ETSI TS 101 135<br>ANSI T1.TR.29 | 2B1Q                           | kettő         | 1,544 Mbit/s szimmetrikus                         | 0 – 370 kHz                                      |
| HDSL2     | Nagy bitsebességű DSL 2. generáció             | ANSI T1.419<br>ITU G.991.2                      | 16 szintű Trellis kódolású PAM | egy           | 1,544 Mbit/s szimmetrikus                         | 0 - 300 kHz feltöltés<br>0 – 440 kHz letöltés    |
| HDSL4     | Négyhuzalos nagy bitsebességű DSL 2. generáció | ITU G.991.2<br>ANSI T1.418                      | 16 szintű Trellis kódolású PAM | kettő         | 1,544 Mbit/s szimmetrikus                         | 0 - 130 kHz feltöltés<br>0 – 400 kHz letöltés    |
| SDSL      | Szimmetrikus DSL                               | ETSI TS 101 524                                 | 2B1Q                           | egy           | Max. 2320 kbps szimmetrikus                       | 0 – 700 kHz                                      |
| G.shdsl   | Egy érpáras nagysebességű DSL                  | ITU G.991.2<br>ANSI T1.422                      | 16 szintű Trellis kódolású PAM | egy           | Max. 2320 kbps szimmetrikus                       | 0 – 400 kHz                                      |
| VDSL      | Nagyon nagy bitsebességű DSL                   | ANSI T1.424<br>ITU G.vdsl<br>ETSI TS 101 270    | DMT vagy QAM                   | Egy           | Max. 13Mbit/s feltöltés<br>Max. 22Mbit/s letöltés | 25 kHz- 12 MHz                                   |
| T1 vonal  | T1 vonal                                       | ANSI T1.403                                     | AMI                            | kettő         | 1,544 Mbit/s szimmetrikus                         | 0 – 1,544 MHz                                    |
| E1 vonal  | E1 vonal                                       | ITU G.703                                       | HDB3                           | kettő         | 2,048 Mbit/s szimmetrikus                         | 0 – 2,048 MHz                                    |



## 6.8 Diszkrét több-hang (DMT) moduláció

A DSL rendszerek sokfajta modulációt használnak : HDB3, AMI, 2B1Q, PAM, a kvadratúra-amplitúdó moduláció (QAM) és annak változatai, valamint a diszkrét több-hang (Discrete Multitone, DMT) moduláció is. A DMT vált a nagysebességű rézhálózati digitális előfizetői vonalak (DSL) legrugalmasabban felhasználható modulációjává.

A DMT ADSL jel tipikus spektrális ábrázolása (előfizetői oldal)

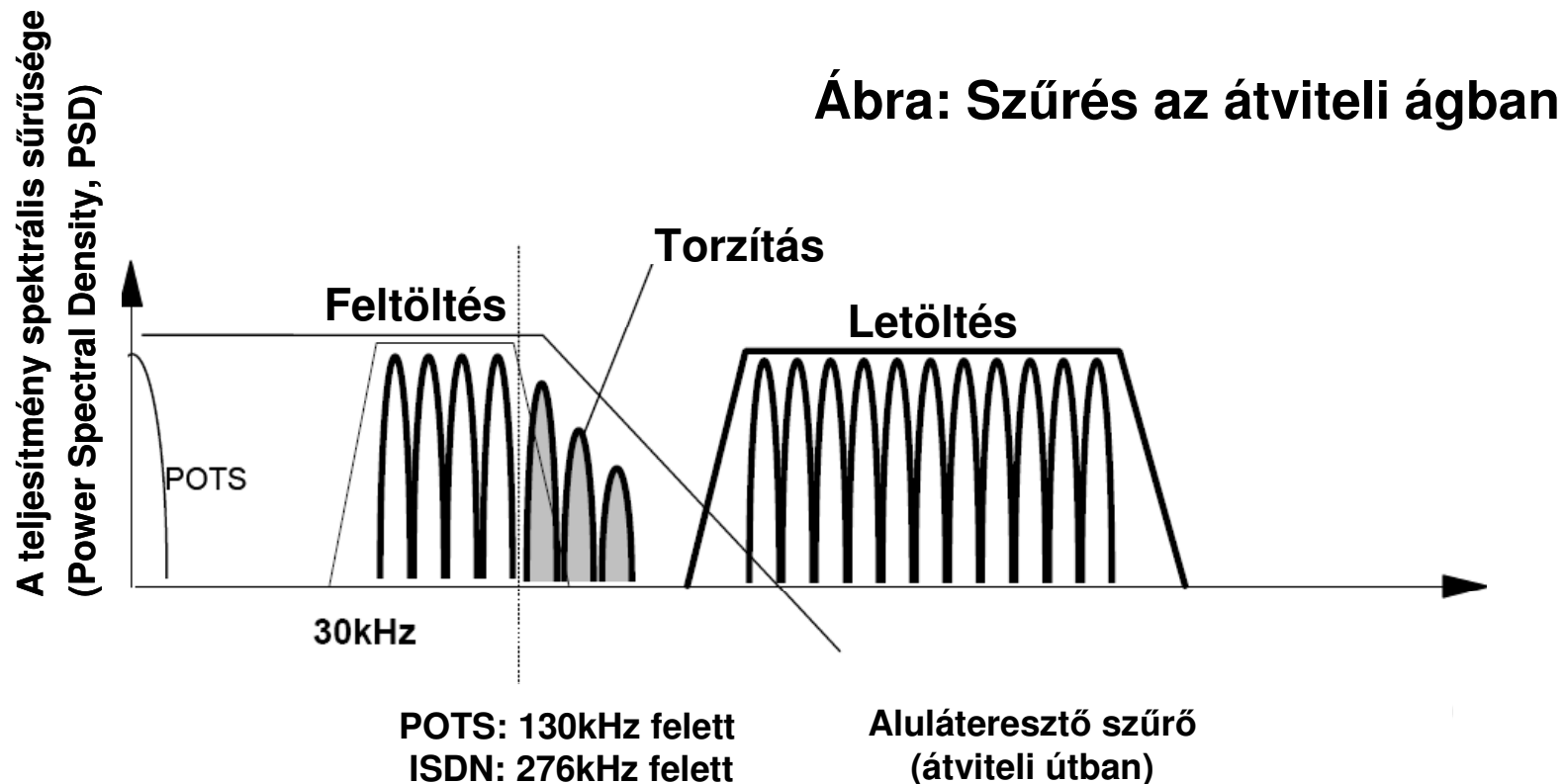




## 6.9 DMT: a feltöltési és letöltési irányok szétválasztása

A feltöltési és letöltési irányok szétválasztása az átviteli útba beiktatott alul- és felül-áteresztő szűrőkkel történik.

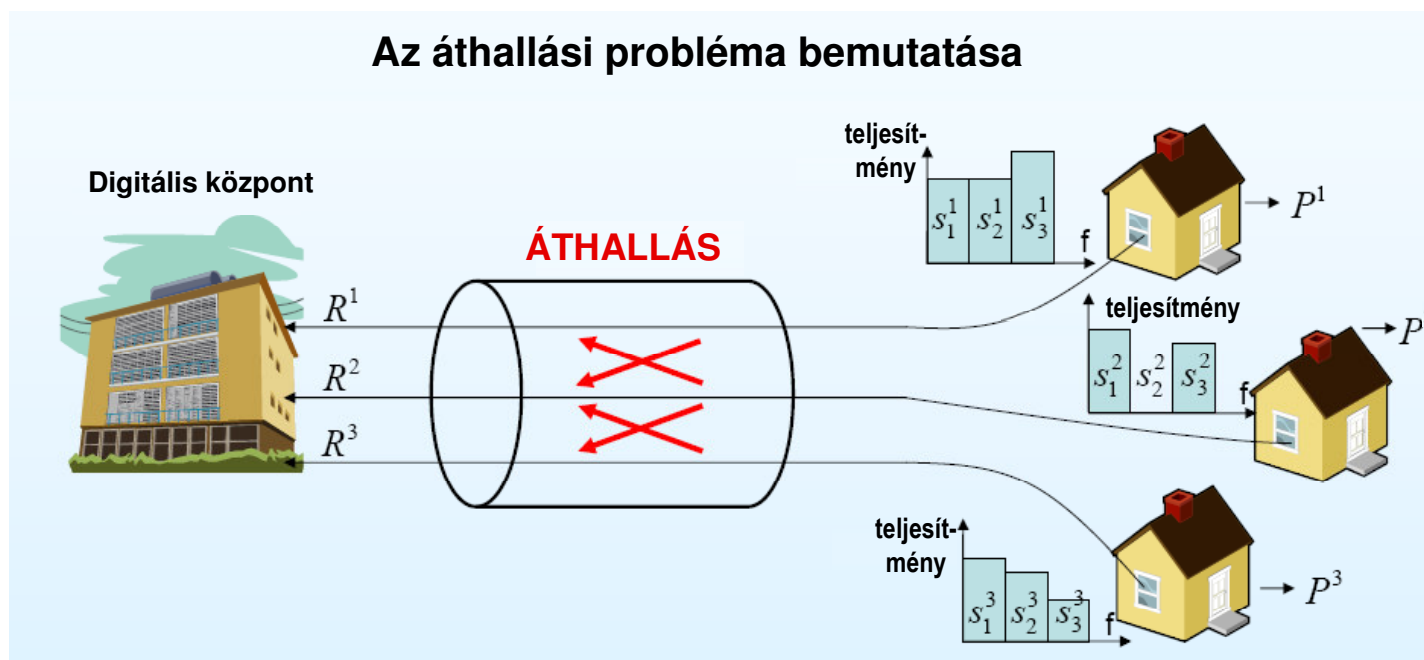
A DMT alvivők teljesítménye külön-külön beállítható, egyes vivők kikapcsolhatók (pl. rádióadó interferenciájának észlelése esetén).





## 6.10 Spektrummenedzselés DSL rendszerekben

A modern DSL hálózatok az azonos kábelben (vagy kábel-pásmában) lévő vonalak közötti áthallástól szenvednek. A probléma egy népszerű megoldása az adási teljesítményspektrum optimalizálása az áthallás romboló hatásának elkerülésére. Ezt spektrum-menedzselésnek is nevezik. Ha a modemek és az adó/vevő oldal között nincs jelszint-koordináció, akkor az áthallást egyszerűen zajnak tekintik, és az interferenciás csatornára vonatkozó „legrosszabb esettel” számolnak. Ennek azonban súlyos ára van.

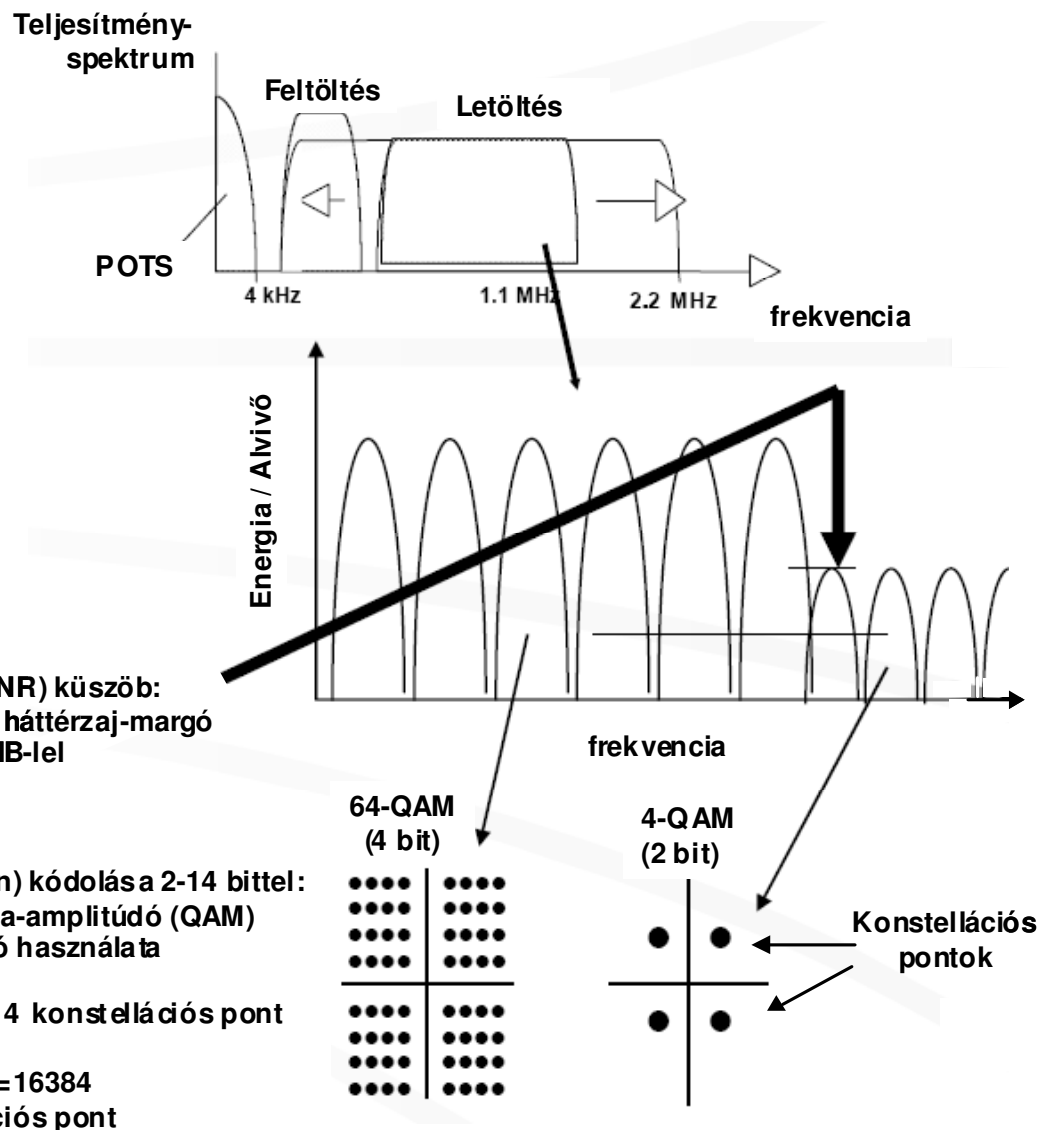




## Spektrummenedzselés DSL rendszerekben /folyt./

**Spektrummenedzselés:** az alvivők teljesítményének szabályozása oly módon, hogy a szomszédos érpárok áthallásából származó interferencia jól kézben tartható legyen.

Magasabb frekvenciákon erősebb az áthallás, ezért ott alacsonyabb teljesítményre kell beállítani az alvivőket: a háttérzaj-margóhoz igazodik, azt +8dB-lel haladja meg a jelszint, ami még biztonságos kiolvasást tesz lehetővé.





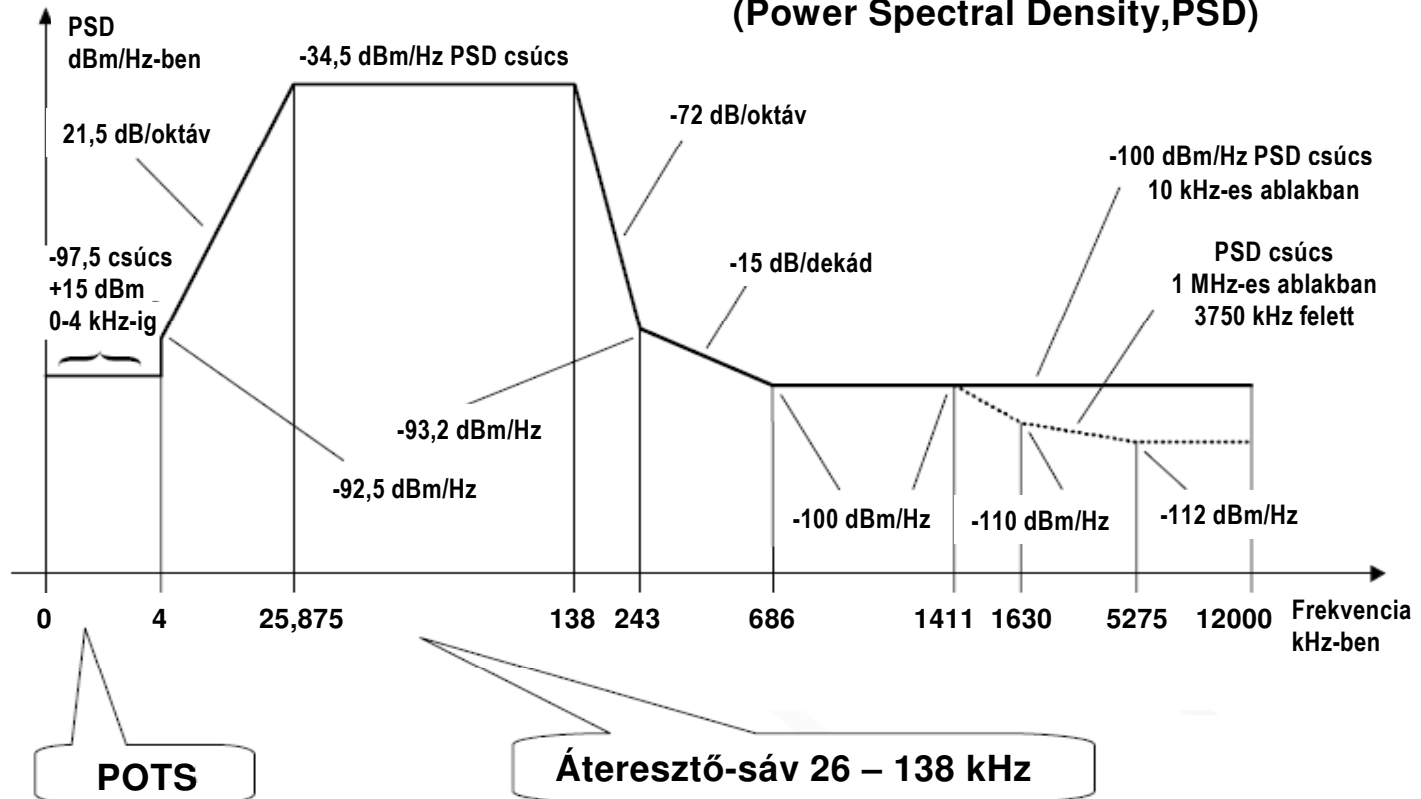
## 6.11 A PSD-maszk használata

### a) Feltöltési irányú PSD

A teljesítmény spektrális sűrűségét (Power Spectral Density, PSD) a frekvencia függvényében az un. PSD-maszk adja meg.

G.992.5 Feltöltési PSD (ADSL2+)

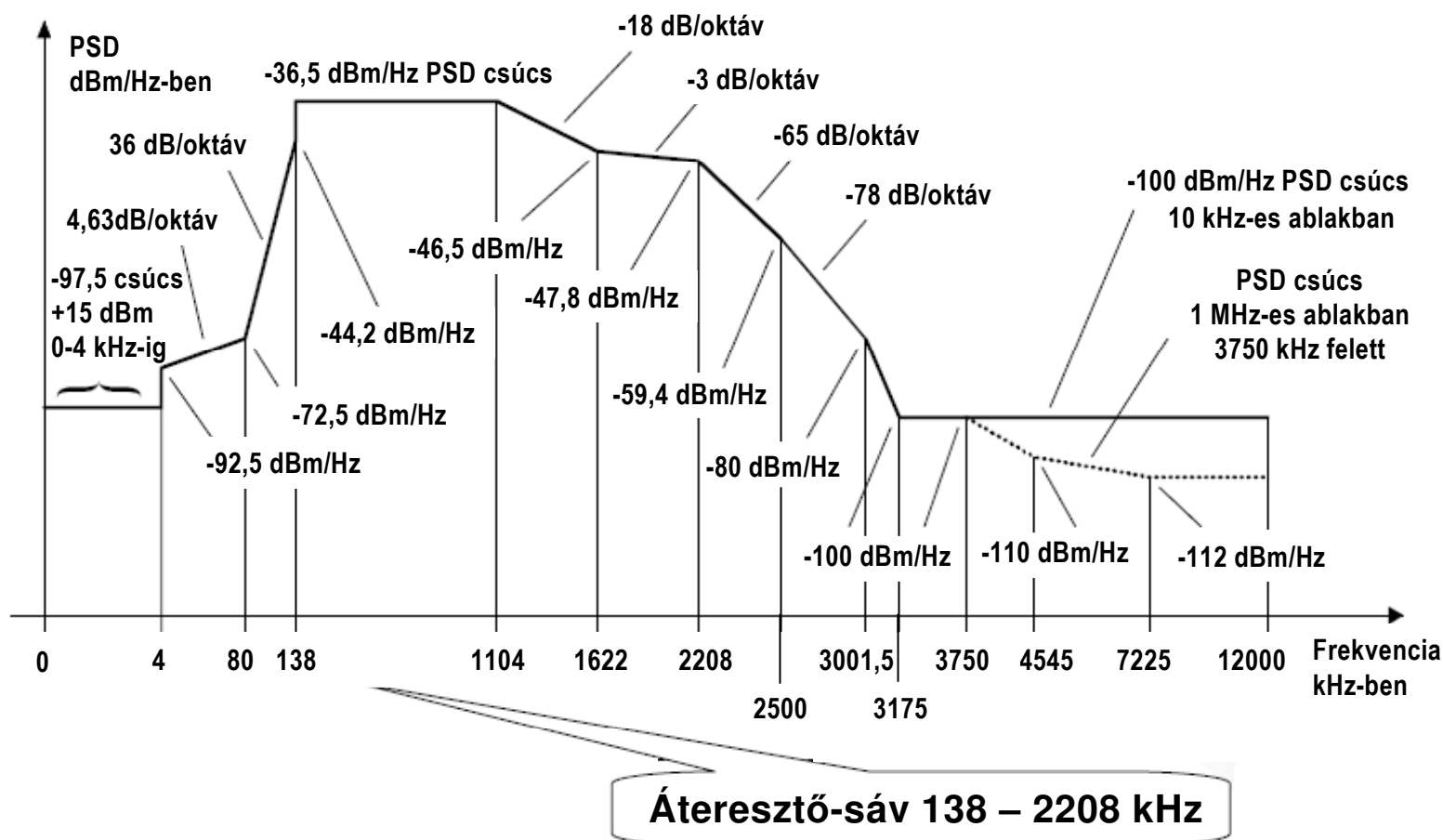
A teljesítmény spektrális sűrűsége  
(Power Spectral Density, PSD)





## 6.11 A PSD-maszk használata /folyt./ b) Letöltési irányú PSD

### G.992.5 Letöltési PSD (ADSL2+)





## 6.12 DSL rendszerek osztályozása

**A szimmetrikus rendszerek** ugyanazt a bitsebességet küldik és PSD-t használják feltöltési és letöltési irányban, és gyakran alapsávi impulzus-amplitúdó moduláltak (PAM).

A szimmetrikus rendszerek közé tartozik az egy érpáras nagysebességű DSL (single pair high-speed DSL, G.shdsl), a szimmetrikus DSL (SDSL), a magas bitsebességű DSL (HDSL), és az integrált szolgáltatású digitális hálózat (ISDN). Ezek közül az ISDN, HDSL és SDSL a 2B1Q (két bináris számjegy – egy négyszintű vonali jel) modulációt használ, ami egy kódolás nélküli 4 szintű PAM. A G.shdsl egy ennél sokkal sávszélesség-hatékonyabb 16 szintű Trellis-kódolású PAM-ot alkalmaz.

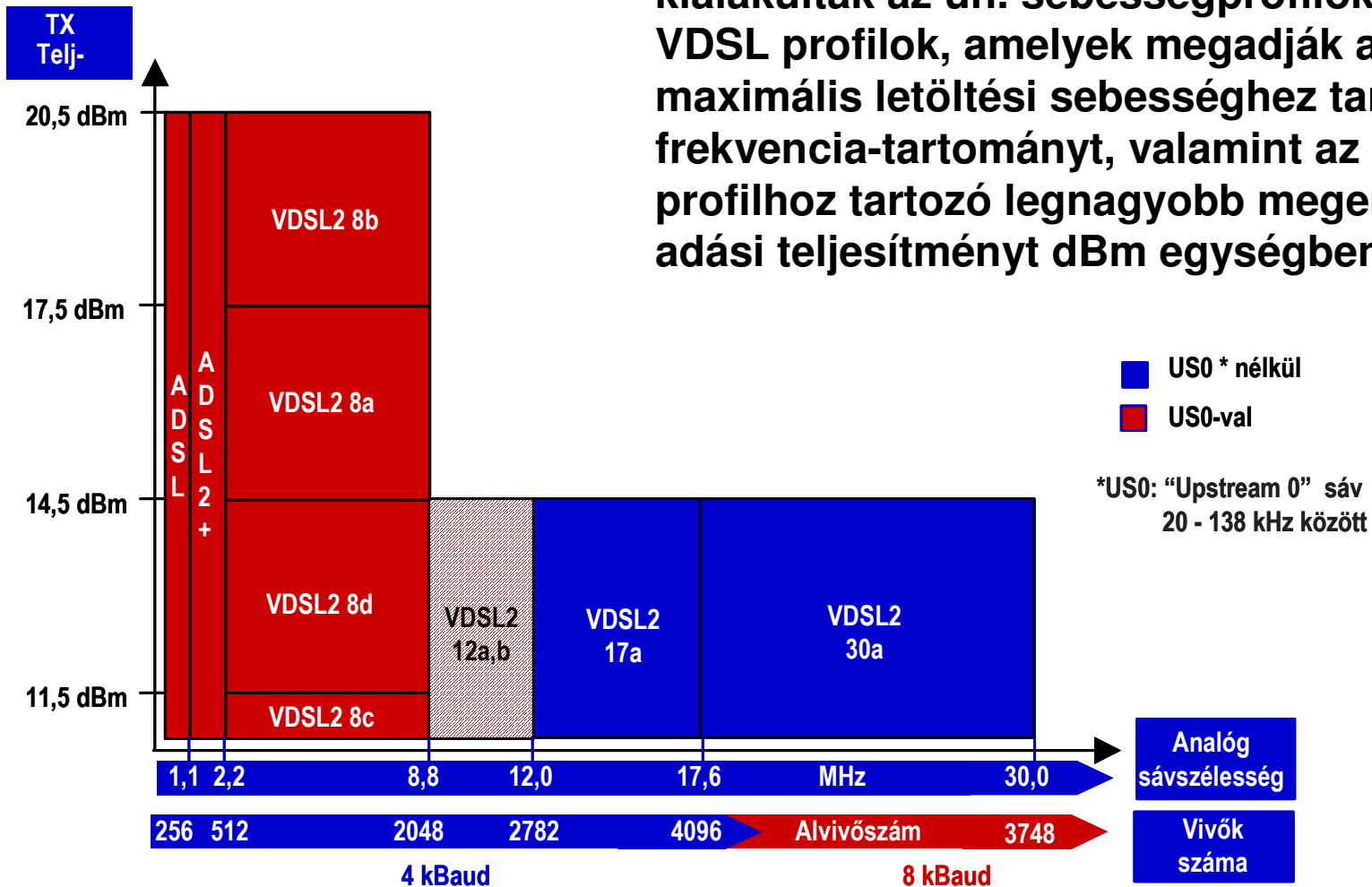
**Az aszimmetrikus rendszerek**, köztük az ADSL és a VDSL (very-high-bit-rate DSL) feltöltési és letöltési irányban különböző PSD-eket küldenek, és modulálhatók:

- Diszkrét többhang modulációval (DMT)
- Kvadratúra amplitúdó modulációval (QAM)
- Impulzus-amplitúdó modulációval (PAM)



## 6.13 VDSL profilok

A VDSL és VDSL2 megjelenésével kialakultak az ún. sebességprofilok vagy VDSL profilok, amelyek megadják az adott maximális letöltési sebességhez tartozó frekvencia-tartományt, valamint az adott profilhoz tartozó legnagyobb megengedett adási teljesítményt dBm egységben.

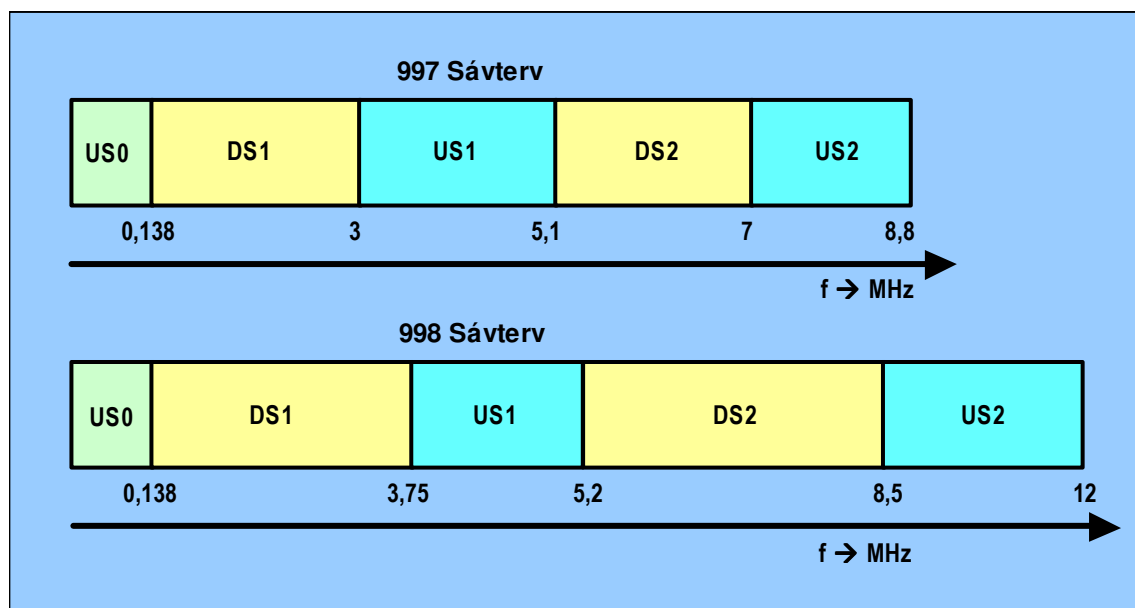




## 6.14 A VDSL profilok paraméter-értékei és a 997 és 998 sávtervek

| Paraméter             | Profilonként paraméter-értékek |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 8a                             | 8b    | 8c    | 8d    | 12a   | 12b   | 17a   | 30a   |
| Sávszélesség (MHz)    | 8,5                            | 8,5   | 8,5   | 8,5   | 12    | 12    | 17,7  | 30    |
| Alvivőszám D/S        | 1971                           | 1971  | 1971  | 1971  | 2770  | 2770  | 4095  | 2098  |
| Alvivő távolság (kHz) | 4312                           | 4312  | 4312  | 4312  | 4312  | 4312  | 4312  | 8625  |
| TX telj. D/S (dBm)    | +17,5                          | +20,5 | +11,5 | +14,5 | +14,5 | +14,5 | +14,5 | +14,5 |
| Min. adatseb. (Mbps)  | 50                             | 50    | 50    | 50    | 68    | 68    | 100   | 200   |

**A 997 és a 998  
Sávtervek  
frekvencia-  
tartományai**





## 6.15 ADSLx / VDSLx Chipset-ek / 1

### Az IKANOS Fx100100S-5CPE chipset

- Egy chip-es BME (DSP Engine) és hálózati interfészek.
- Beágyazott 200MIPS processzor.
- ADSLx kompatibilis
- Beépített VOIP DSP
- VOIP csatorna
- Visszhangtörlés
- 2 független lappangási csatorna, kettős átlapolás, Reed-Solomon kódolás
- IPTV (HDTV & SDTV)
- Menedzsment szoftverhez integrálhatóság
- Impulzus zaj ellen védelem (INP)
- Kommunikációs processzor és 10/100 Ethernet PHY támogatás xMII és Utopia interfészeken
- ATM végződtesítés: Integrált AAL5 SAR ATM végződtesítéshez
- Fejlesztői környezet: Kiértékelő rendszer, referenciatervek alkalmazási jegyzetek komplett szoftverkörnyezet
- API: iPOS firmware + OS független API-k
- Együttműködés meglévő CO eszközökkel
- Fejlett QoS Ipv4 és Ipv6 hálózatokhoz
- *DRR a sáv szélesség szolgáltatások közötti újrafelosztásához*
- Programozható adási vonal meghajtó



## ADSLx / VDSLx Chipset-ek / 2

### A CONEXANT CX96629VDSL2 IAD Chipset

- Támogatott szabványok: G.992.1, G.992.2, T1.413, G.992.3, G.992.5, G.993.2
- Sáv profil: 8x, 12x, 17a és 30a
- ATM végződtetés: ATM SAR az UBR, CBR szolgáltatási osztályok támogatására
- VDSL2 párba kapcsolás
- ADSLx kompatibilis
- VOIP csatorna, Beépített VOIP DSP
- Visszhangtörlés
- 32-bit x 33 MHz Integrált PCI Interfész
- Külső párhuzamos busz (EPB) a NAND flash eszközök támogatására, egyúttal host interfész üzemmód a külső Host vezérléshez
- DES, 3DES, AES, SHA-1, SHA 256 és MD5 műveleteket támogató HW engine
- Céltelépítésekhez memória- és szolgáltatás-optimalizált bináris, és forráskódú szoftverkiadások
- 16/32-bit DDR-1 interfész
- Integrált 10/100/1000 Ethernet gigabit MAC, GMII, MII és TBI interfészekkel



## ADSLx / VDSLx Chipset-ek / 3

### BROADCOM BCM6358 egychip-es A/VDSL2+ IAD

- VIPER MIPS32® CPU + BCM6314 VDSL2 adóvevő
- Támogatott xDSL szabványok: G.992.1, G.992.2, G.992.3, G.992.5, G.993.1, G.993.2, T1.413
- Sáv profil: 8x, 12x, 17a és 30a
- Két integrált 10/100 Mbps IEEE 802.3u Ethernet MAC és egy integrált 10/100 PHY auto-MDIX-el
- ATM végződtesítés: HW ATM SAR
- IPTV (HDTV & SDTV)
- Többcsatornás VOIP
- ADSLx kompatibilis

- Sáv profil: 8x, 12x, 17a és 30a
- VOIP csatorna
- Visszhangtörlés
- 2 független lappangási csatorna\*, kettős átlapolás, Reed-Solomon kódolás
- Trellis/Viterbi kódolás
- IPTV (HDTV & SDTV)
- ADSL/2/2+ kompatibilitás és interoperabilitás
- 4096 alvivő támogatása
- programozható alvivő távolság 4kHz vagy 8kHz
- kiterjesztett US0 sáv 276kHz-ig
- nagy hatótávolságú VDSL visszhangtörléssel
- Integrált SRA funkció (folytonos sebesség-illesztés)

### INFINEON VINAX™ chipset



## 6.16 VDSL2 modemek <100Mbps

| Modem típusa                                                                | Támogatott sáv-profil         |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Zhone 6610 IP alapú VDSL2 Ethernet Bridge                                   | legfeljebb 12a                |
| Billion's BiPAC 8600SM                                                      | legfeljebb a 17a              |
| PLANET VC200M / VC200S VDSL2 router                                         | legfeljebb a 17a              |
| THOMSON TG546 VDSL2 Residential gateway                                     | legfeljebb a 17a              |
| COMTREND CT-5372/CT-5372E Multi-DSL router                                  | 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a |
| COMTREND CT-6373/CT-6373E                                                   | legfeljebb a 17a              |
| AZTECH VDSL 1005EW (Broadcom 6358S chipset)                                 | legfeljebb a 17a              |
| MOTOROLA NETOPIA 7000 Series VDSL2 Gateway Model 3397-11 (CONEXANT chipset) | legfeljebb a 12a, b           |
| MOTOROLA NETOPIA 7000 Series VDSL2 Gateway Model 7347-65 (BROADCOM chipset) | 12a, b; 17a                   |
| PLANET VC 200M / VC200S VDSL Router                                         | 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a |

Ugyanezen gyártók már rendelkezhetnek olyan modemmel, amely a 30a sáv-profil is támogatja. A következő táblázat tartalmaz is ilyen terméket (NETOPIA).

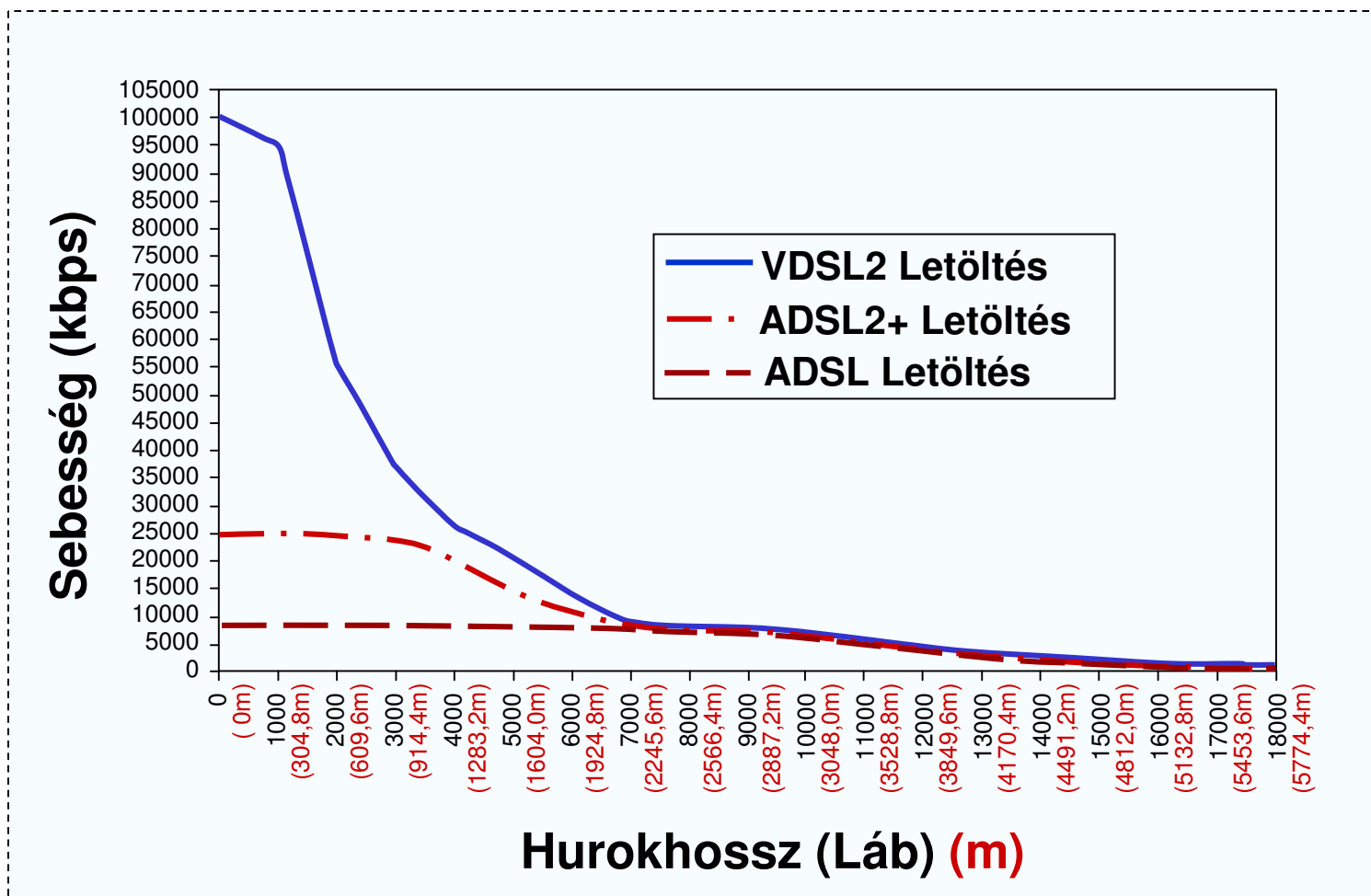


## 6.17 VDSL2 modemek > 100Mbps

| Modem típusa                                      | Támogatott sáv-profil                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| NV-600 VDSL2 CO/CPE Modem                         | 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a, 17b, 30a |
| BCM6512/6522 CO Very-High Density ADSL2+ Chipset  | 30a-ig                                  |
| INTENO X5671 VDSL2                                | 30a-ig                                  |
| NETOPIA 7000 VDSL2 Gateway Model 7346-54 (IKANOS) | 30a-ig                                  |
| ZHONE VDSL2 Bridged/Router 4-Port Modem           | 30a-ig                                  |
| ACCTON HGV2004VDSL2 Wired Router                  | 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a, 30a      |



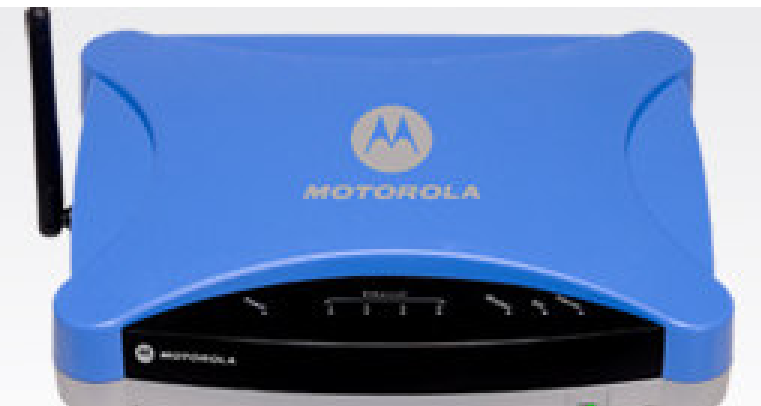
## 6.18 Teljesítőkéesség a valóságban: VDSL2, ADSL2+, ADSL





## 6.19 Képek VDSL2 modemokról

**Netopia 7000 Series  
VDSL2 Gateways  
( IKANOS,  
CONEXANT,  
BROADCOM )**



**Thomson TG546  
Residential  
VDSL2 Gateway**

**VX-VEB165 Long Reach IP-Vdsl2 Modem**





## 6.20 ADSLx – VDSLx alkalmazások

|                               |                                                                                                                       |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ADSL(1)</b>                | „best effort” Internet letöltés, levelezés, Skype audio+video, fájlok átvitele, nem-kritikus alkalmazások 1-6 Mbps-ig |
| <b>ADSL2, ADSL2+</b>          | Nagyobb sávszélesség-igényű, nem-kritikus (üzleti+lakossági) alkalmazások 20-25Mbps-ig                                |
| <b>VDSL(1)<br/>45 Mbps-ig</b> | Videó átvitel, nagysebességű alkalmazások.<br>Kritikus alkalmazásokra nem alkalmas                                    |
| <b>VDSL2<br/>100 Mbps-ig</b>  | Videó átvitel, nagysebességű alkalmazások, SDTV-HDTV csak FTTx és az utolsó 100-200m-en VDSL2 alkalmazásával.         |

### 6.20.1 VDSL2 kritikus alkalmazás: HD IPTV

**Az MPEG 2/4 kompresszióval zajos környezetben átvitt HDTV kép hibái:**

**Video compression artifacts:**

- Mosquito noise (zaj az alakok körül),
- Blocking artifacts (nem létező négyzet- vagy téglalap alakú képződmények a képen, ami a kompresszió és a rövid átviteli zavar együttes következménye).



## 7. Vonali kódolási eljárások

**A vonali kódolás egy-egy értelmű kód-megfeleltetés a bináris jel és az átviteli közegen használt fizikai jel között.**

**Vonali kódolást azért használunk, mert a soros adattovábbításnál nem felel meg az eredeti digitális információnak :**

- **a feszültség szintje (zajvédelmi szempontból)**
- **a jelek hosszú idejű átlaga nem zérus (DC komponense van)**
- **az eredeti jel nem illeszkedik a közeg tulajdonságaihoz**

**A vonali kódolás az információt nem változtatja meg (vagy ha igen, a vétel helyén az eredeti információt visszaállítja) de azt az okot mindenképpen megszünteti, amely miatt alkalmazni kellett.**

**Olyan vonali kódolást választunk, melynek nincs nagy energiájú nagyfrekvenciás komponens a teljesítmény-spektrumában, és lehetőleg olcsó áramkörrel megvalósítható.**



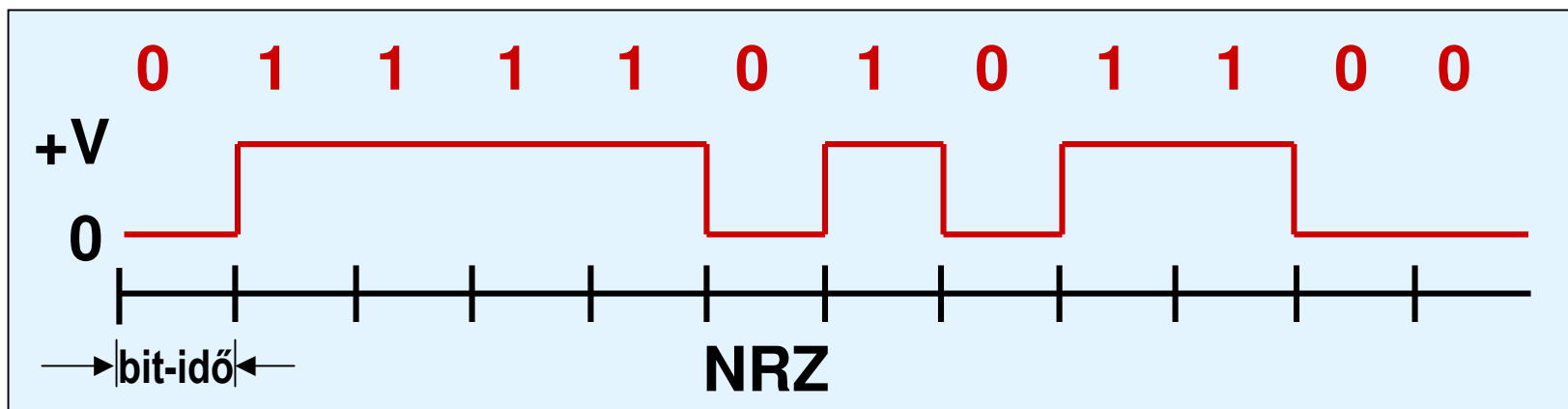
## 7.1 NRZ (Non Return to Zero) kódolás

Nullára vissza nem térő, azaz mindig az a feszültség van a vonalon, amit az ábrázolt bit határoz meg. Ez a leginkább gyakori, "természetes" jelforma.

Két vagy több 1-es bit ismétlődése esetén a kimenőfeszültség ugyanilyen számú bit-ideig H-ban marad, az 1-esek között nem tér vissza 0-ba.

Hátrányai:

- magas DC összetevője van (átlagosan  $V/2$ ), ami trafón nem megy át
- nagy sávszélességet igényel (0Hz-től az adatátviteli sebesség feléig),
- a kimenőjel polarizált (nem semleges).



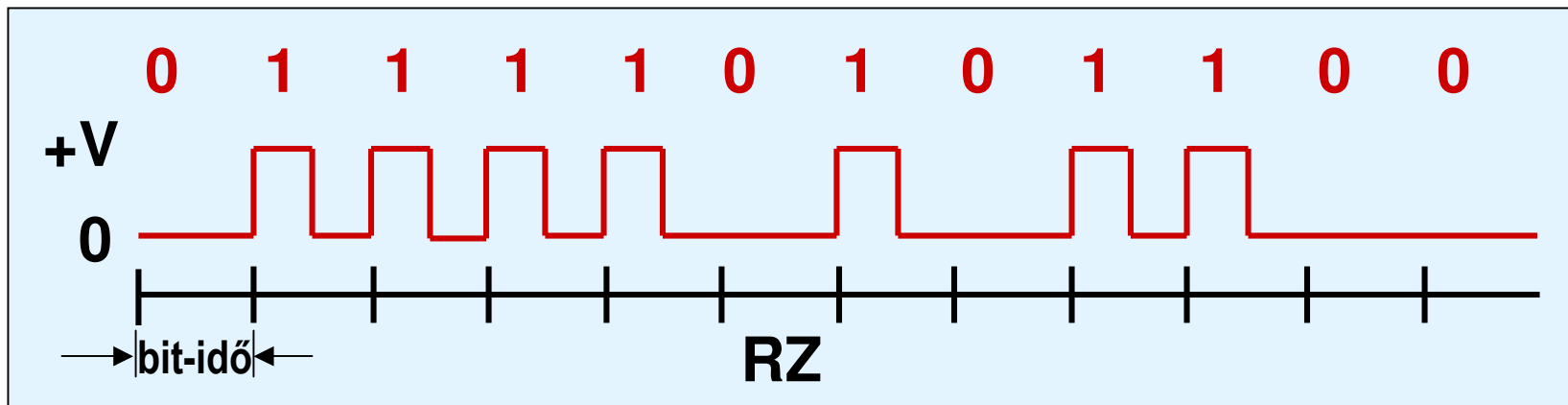


## 7.2 RZ (Return to Zero) kódolás

Nullára visszatérő. A nulla a "nyugalmi állapot", 1 bitnél a bitidő első felében a  $+V$ , a második felében a jel visszatér a 0-ra:

Előnyei az NRZ kódoláshoz képest:

- egyenfeszültség összetevője csak  $V/4$ ,
- csupa 1-esnél is vannak jelváltások (szinkronizációhoz).
- sávszélesség igénye csupa 1-esnél: maga az adatátviteli sebesség.
- „0”-k sorozata esetén nincsenek jelváltások (nincs szinkronizáció).  
Ilyenkor az adó pl. minden öt egymást követő „0” után beszúr egy „1”-est, amit a vevő automatikusan eltávolít a bitfolyamból.





### 7.3 NRZI (Non Return to Zero Invertive) kódolás

Nullára nem visszatérő, „1”-esre kimenetet invertáló kódolás.

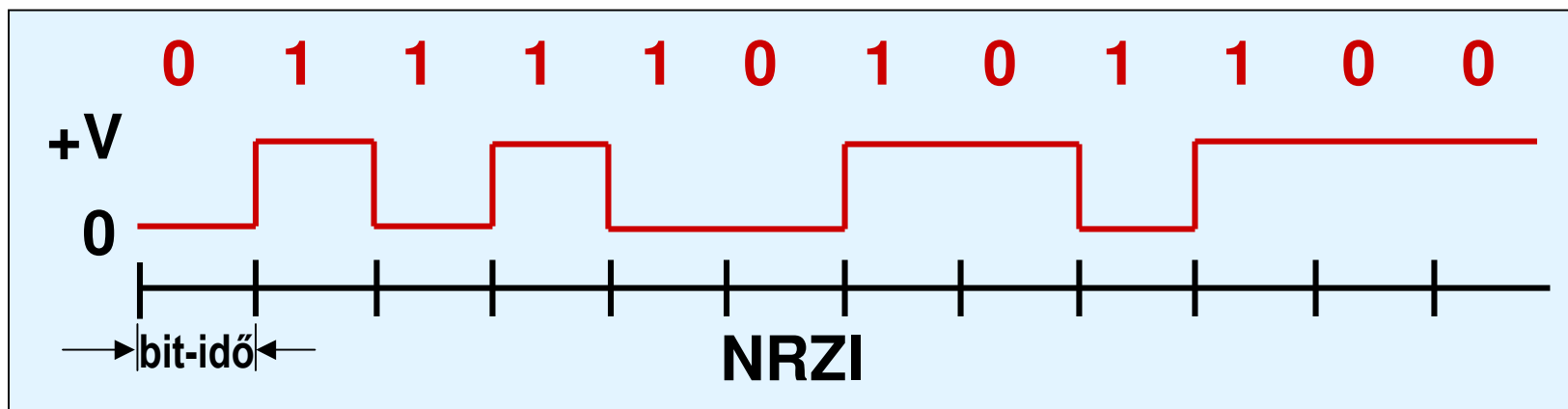
A kétszintű NRZI kimeneti jelben az órajel-váltások időpontjában akkor keletkezik  $0 \rightarrow 1$  vagy  $1 \rightarrow 0$  jelátmenet, ha az adóban éppen kódolt bit „1”, és nincs jelátmenet, ha az éppen kódolt bit „0”.

„1”-et az adó kimeneti NRZI jelében tehát egy jelátmenet reprezentálja. A „0”-hoz nem tartozik jelátmenet.

A „0” bitnek mindig 0 szint felel meg.

„0” bitet követő „1”-est az adó mindig  $+V$  szinttel kódolja.

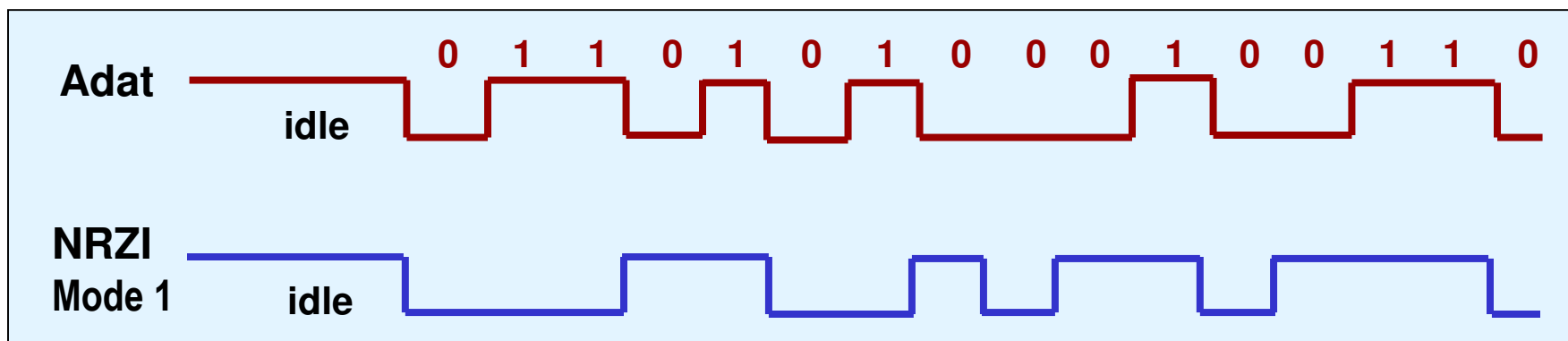
Előnye: az NRZ kisebb sávszélesség-igénye társul a szinkronizálást biztosító kötelező jelváltásokkal (bitbeszúrás).





### 7.3.1 NRZI „Mode-1” üzemmód

Alkalmazható az ezzel ellentétes szabály is (pl. USB), ahol a kimeneti  $0 \rightarrow 1$  vagy  $1 \rightarrow 0$  jelátmenet a „0”-nál, a változatlan kimenőjel pedig az „1”-nél van. A  $0 \rightarrow 1$  vagy  $1 \rightarrow 0$  jelátmenet mindig az adott bitidőhöz tartozó órajel kezdetén történik. Hosszú „0” sorozat azt eredményezi, hogy az NRZI kimenet minden bitidő-határon átvált, az „1”-esekből álló hosszú sorozat pedig azt, hogy hosszú ideig nincs átváltás az NRZI kimeneten. Ha 6 egymást követő „1” bit jön, az adó automatikusan beiktat egy kimeneti átváltást. A vevő észreveszi, hogy 6 egyforma bit után jött átváltás, amit ki kell iktatnia, mert az kiegészítő (stuffing) bit.

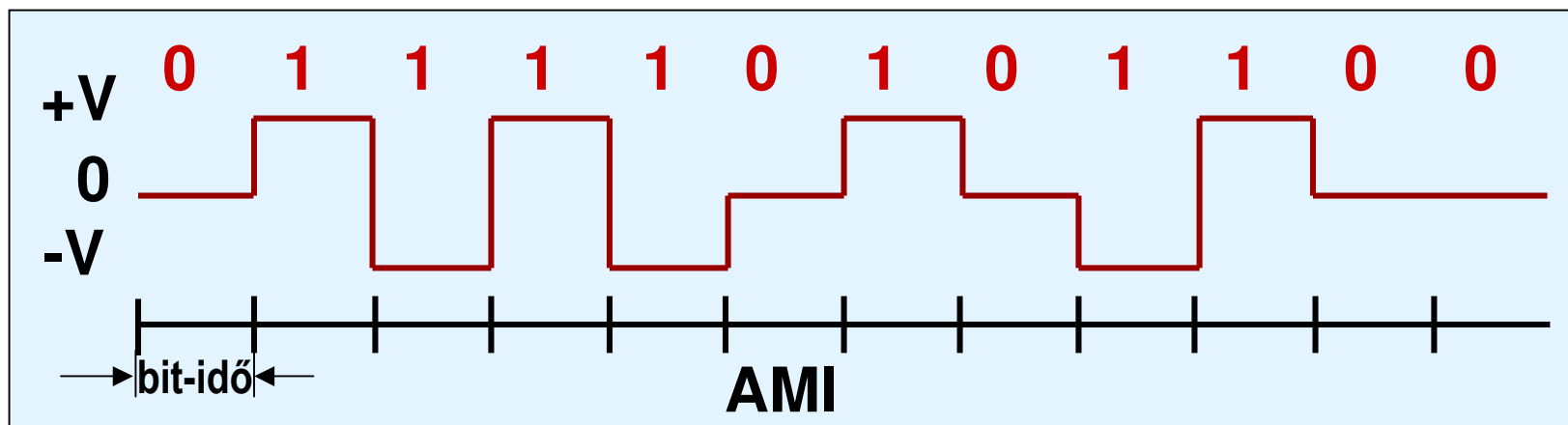
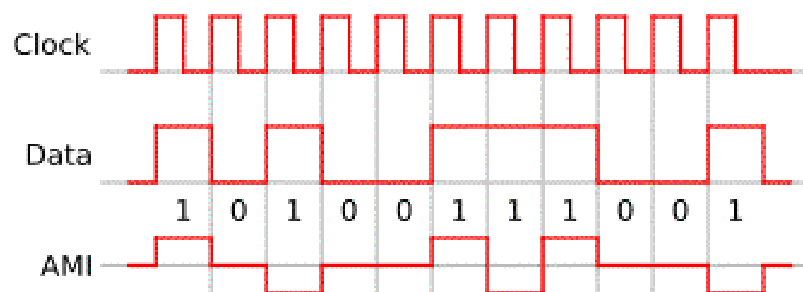




## 7.4 AMI (Alternate Mark Inversion)

„1” –re a kimenet ellentétes polaritásúra vált, a váltás mindig csak az órajel felfutó élére történhet. Az AMI interfész földszimmetrikus tápfeszültséget használ, a kimeneti jel átlagának egyenfeszültségű összetevője nulla. Ez a T1 interfész vonali kódolása.

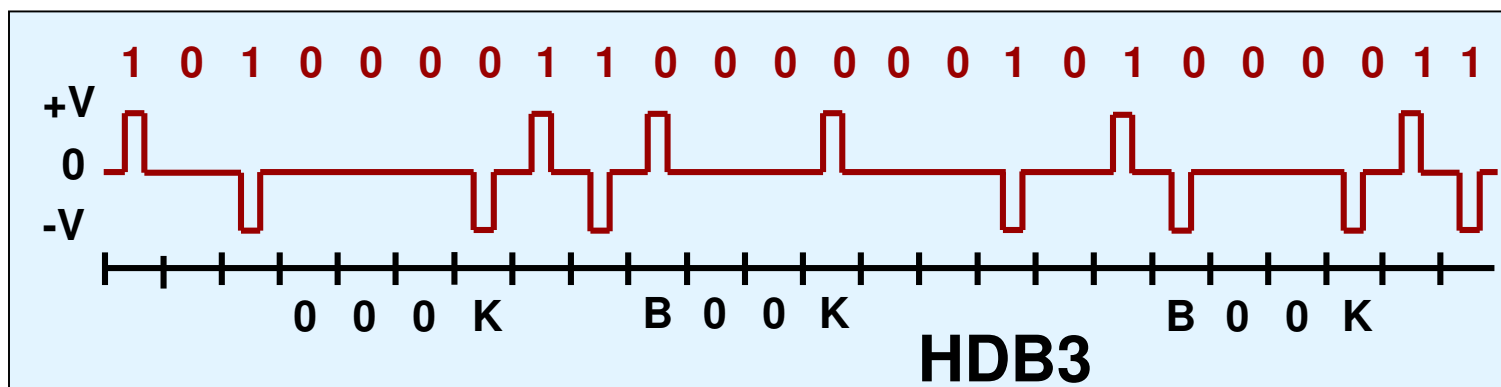
Hosszú „0” sorozatok esetén az adó és vevő közötti szinkronizáció itt is probléma. Az órák az átváltásokhoz igazodnak, így a vételi oldal az adóoldali valós időtől elcsúszhatna.





## 7.5 HDB3 (High Density Bipolar 3)

A módszer az AMI-ra hasonlít, de a kódolásba beépítették a hosszú „0” sorozatok kezelését. Mikor 4 egymás utáni „0” bit következik, az adó az utolsót megváltoztatja 000K-ra, ahol K polaritása azonos az előző „1”-hez rendelt polaritással. A két egymás utáni azonos polaritásból a vevő már tudja, hogy a második nem „1”-et hanem „0”-át jelöl. Így már mindig van hosszabb „0” sorozatoknál is jelváltás, de a jelnek egyenfeszültségű összetevője keletkezne. Ezt is meg lehet oldani, ha a következő 0000 sorozat első B bitjét K bitjével azonos polaritásúnak választjuk. Mikor a vevő egy B bitet vesz, azt hiszi, hogy az „1”-hez tartozik, de mikor a K bitet is veszi, a B és K azonos polaritása miatt tudni fogja, hogy azok nullákat jelöltek. A HDB3 kódolást az E1 interfészen használjuk.





## 7.6 A 2B1Q kódolást használó átviteli rendszer leírása

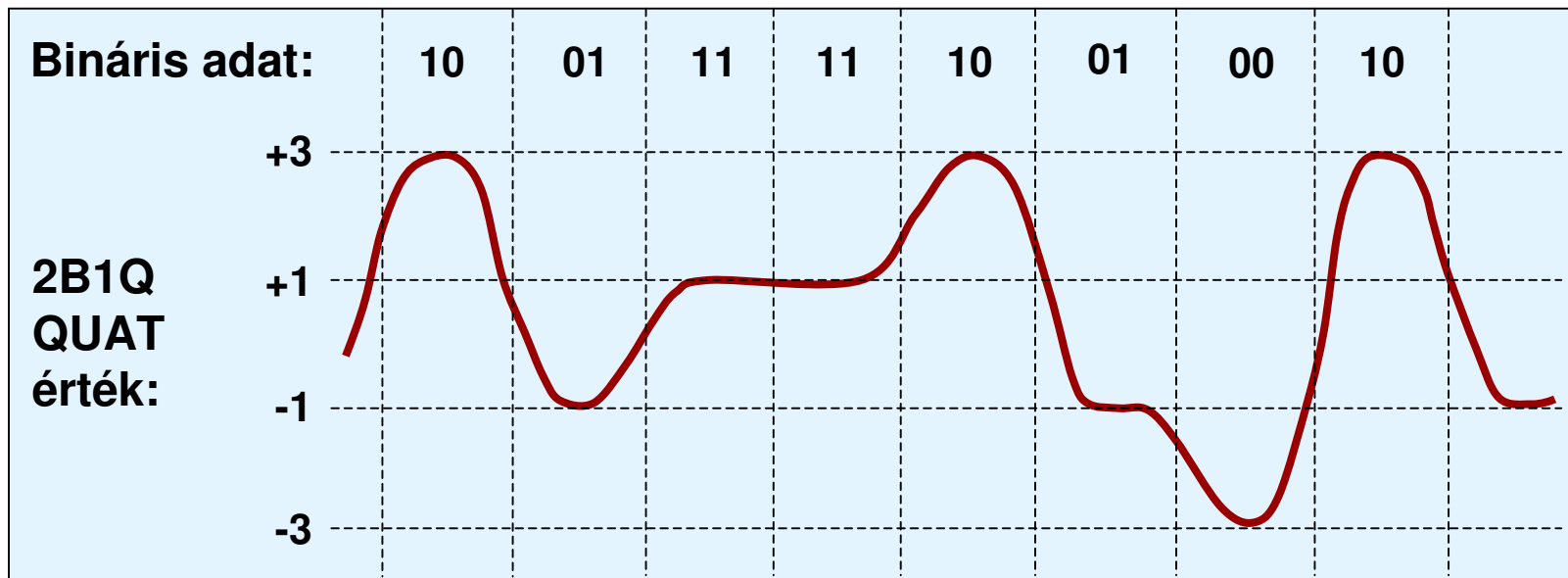
A 2B1Q átviteli rendszer egy redundancia nélküli 4 szintű vonali kód, mely 2 bináris jeltől 1 négyszintű ( quaternális ) jelet állít elő. A leképzési szabályt a táblázat tartalmazza. Az átviteli rendszer ezzel a blokk-kódolással éri el, hogy a 160 kbit/s-os információ átviteli sebességet 80 kbaud vonali átviteli sebességre tudja lecsökkenteni. A bit-párokból képzett négyszintű szimbólumot quat-nak, vagy másképp negyednek nevezik.

| Első bit<br>(előjel) | Második bit<br>( Nagyság ) | Vonali<br>szimbólum<br>( Quat ) | Feszültség-<br>szint<br>(gyártófüggő) |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1                    | 0                          | +3                              | +450mV                                |
| 1                    | 1                          | +1                              | +150mV                                |
| 0                    | 1                          | -1                              | -150mV                                |
| 0                    | 0                          | -3                              | -450mV                                |

**A 2B1Q kód konvertáló táblázata**



## 7.6.1 Példa a 2B1Q kódolásra



A 2B1Q vonali kódolást alkalmazza az ISDN előfizetői szakasz az un. U-interfészen. Kb. 5,5km-ig használható, 42dB kábelcsillapítást bír el. A 2B1Q vonali kódolást alkalmazzák a HDSL vonalszakaszokon is.



## **8 Optikai hozzáférési hálózatok (PON, FTTx)**

### **8.1 FTTx típusok**

**1. Végig optikai szál a lakossági vagy üzleti ügyfélhez PON vagy Ethernet használatával:**

- **optikai szál az otthonhoz (Fiber to the Home, FTTH)**
- **optikai szál az épülethez (Fiber to the Building, FTTB)**

**2. Végig optikai szál az ügyfélhez, csak PON használatával:**

- **optikai szál a telekhez (Fiber to the Premises, FTTP)**

**3. Részben optikai szál:**

- **optikai szál a szomszédsághoz (Fiber to the Neighborhood, FTTN)**
- **optikai szál a hálózati csomópontához (Fiber to the Node, FTTN)**
- **optikai szál a járdaszegélyhez (Fiber to the Curb, FTTC)**
- **optikai szál a fém szekrényhez (Fiber to the Cabinet, szintén FTTC)**

**A „Részben optikai szál” azt jelenti, hogy az csak az ügyfélhez közeli pontig megy el, onnan már valami más mechanizmus (pl. rézhálózati ADSL, VDSL) szállítja a jelet az ügyfélig.**



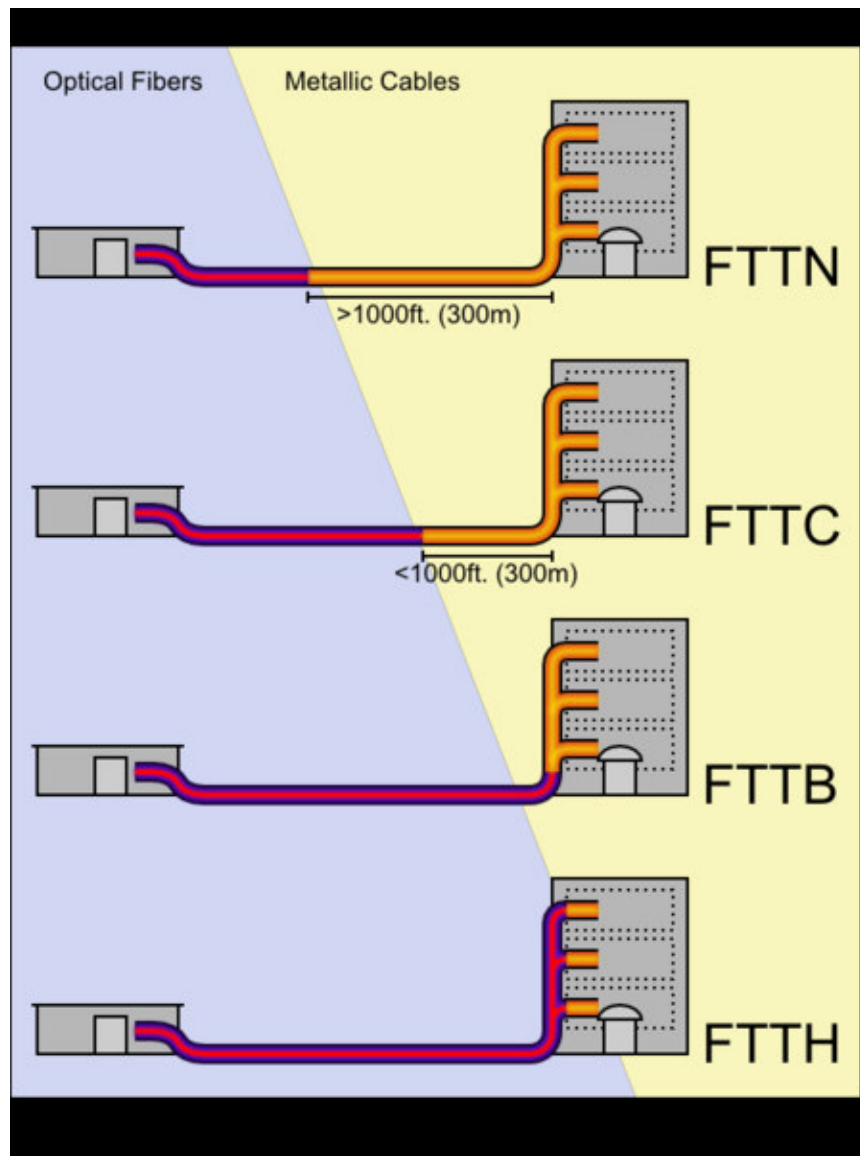
## 8.2 FTTx szemléletesen

optikai szál a szomszédsághoz/  
hálózati csomóponthoz

optikai szál a fémszekrényhez/  
járdaszegélyhez

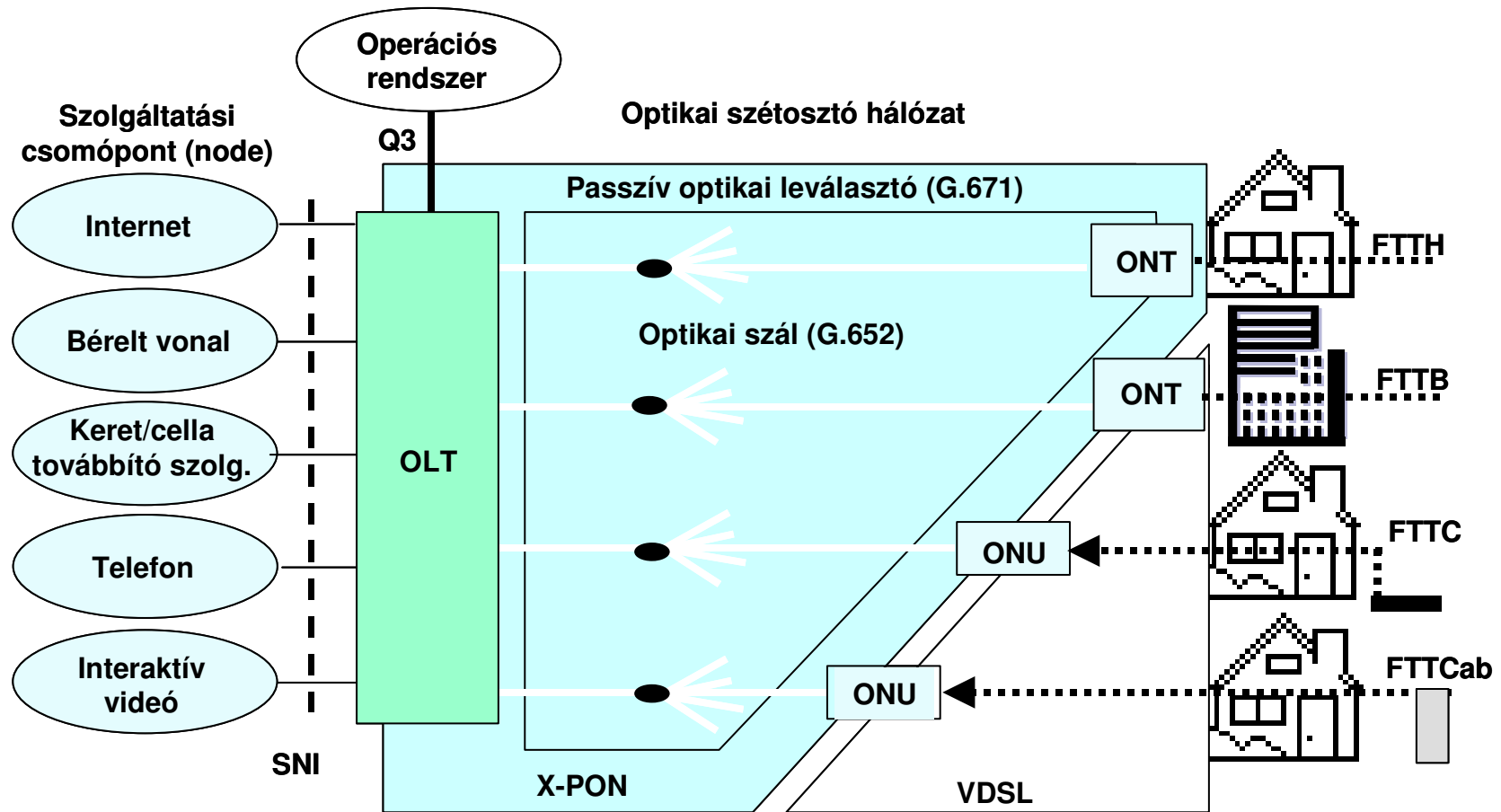
optikai szál az épülethez

optikai szál az otthonhoz





## 8.3 Optikai hozzáférési hálózatok felépítése





## 8.3 Aktív és Passzív Optikai Hálózatok

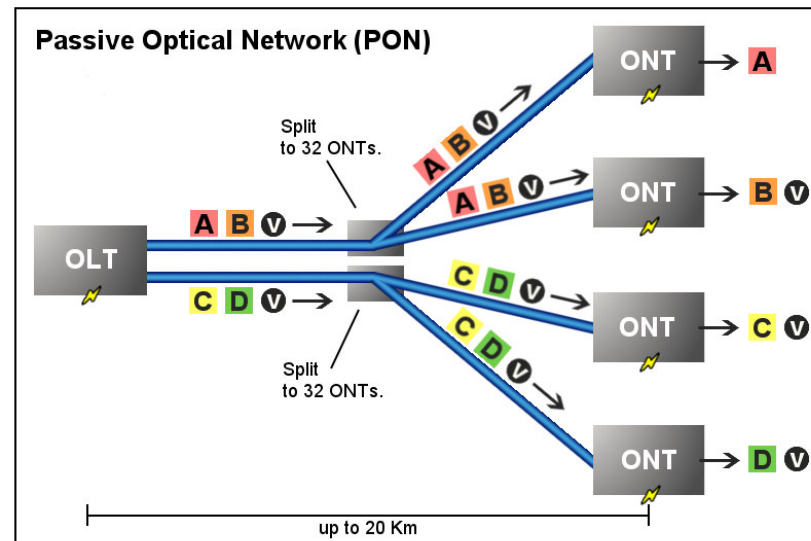
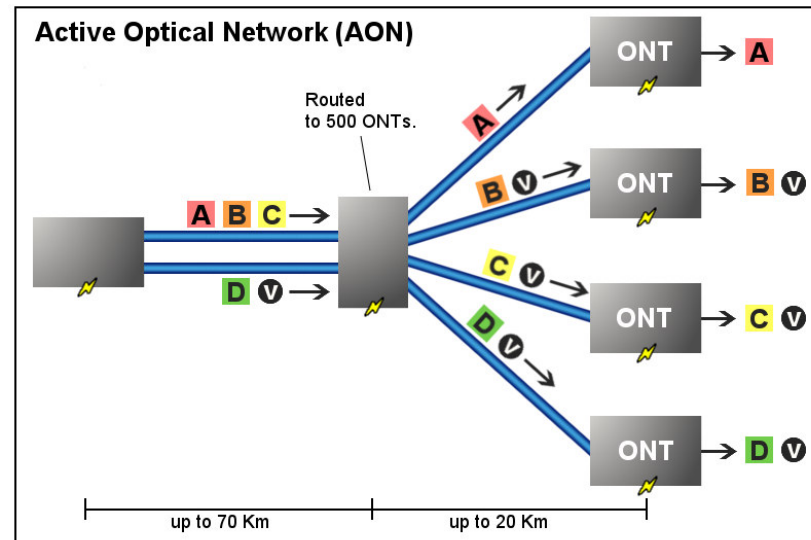
### AON:

Az aktív optikai hálózatok áramellátással rendelkező switch, router vagy multiplexer berendezéssel osztják szét a jelet. A CO-t elhagyó minden jel csak a kívánt ügyfélhez megy. Az ügyfelektől jövő jelek elkerülik az ütközést, mert az árammal ellátott berendezés pufferelemet hajt végre.

### PON:

Pont - többpont FTTP hálózati elrendezés, melyben optikai leválasztók tápellátás nélkül teszik lehetővé egy kábellel 32-128 előfizető kiszolgálását.

A PON csökkenti az optikai kábel és a CO berendezés mennyiségét a pont-pont elrendezésekhez képest.



Key: **A** - Data or voice for a single customer. **V** - Video for multiple customers.