

4.B MELLÉKLET: HELYI HUOK SPEKTRUMGAZDÁLKODÁSA

(Irányelvek a Részleges- és a Teljes Helyi Hurok Átengedéséhez)

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. Az Előfizetői kábelben üzemelő technikák.....	3
2.1 Alapsávi szolgáltatások.....	3
2.1.1 Hagyományos telefonszolgáltatás.....	3
2.1.2 Analóg bérelt vonali szolgáltatás (mint együttműködés szempontjából figyelembevett szolgáltatás)	3
2.1.3 ISDN BRA	4
2.1.4 PCM vonaltöbbszörös berendezések	5
2.2 XDSL technikák.....	6
2.3 Szimmetrikus xDSL technológiák	6
2.3.1 HDSL2	6
2.3.2 SDSL.....	7
2.3.3 SHDSL.....	7
2.4 Aszimmetrikus xDSL technológiák	7
2.4.1 Full-Rate ADSL	7
2.4.2 Euro-ADSL	8
2.4.3 G.Lite, UADSL	8
2.4.4 ADSL2	8
2.4.5 ADSL2 Lite.....	9
2.4.6 ADSL2+	9
2.5 VDSL	9
2.6 VDSL2	10
2.7 Egyéb technológiák és szolgáltatások	10
3. A technológiák telepíthetőségi irányelvei.....	10
3.1 A Helyi Hurok Részleges (spektrumszintű) Átengedése	12
3.1.1 MDF-nél telepíthető technológiák	12
3.1.2 Nagyelosztónál telepíthető technológiák (Alhurok átengedése).....	13
3.2 A Helyi Hurok Teljes Átengedése	13
3.2.1 MDF-nél telepíthető technológiák	13
3.2.2 Nagyelosztónál telepíthető technológiák (Alhurok átengedése).....	14
4. A technológiák műszaki jellemzői.....	14
4.1 POTS- jelek (300 Hz és 3400 Hz közötti hangfrekvenciás sávú összeköttetések)	14
4.1.1 Maximális jelszint.....	15
4.1.2 Keskenysávú jelfeszültség	15
4.2 Analóg bérelt vonali szolgáltatások jelei	16
4.2.1 Kéthuzalos analóg bérelt vonali végberendezések interfész jellemzői	16
4.2.2 Négyhuzalos analóg bérelt vonali végberendezések interfész jellemzői	17
4.3 Szimmetrikus xDSL szolgáltatások jelei	19
4.3.1 160 kbit/s, 2B1Q jelek	19
4.3.2 294 kbit/s, 2B1Q jelek	20
4.3.3 HDSL.2B1Q/1 jelek (1168 kbaud bérelt vonal)	21
4.3.4 HDSL.2B1Q/2 jelek (584 kbaud bérelt vonal)	23
4.3.5 HDSL.2B1Q/3 jelek (392 kbaud bérelt vonal)	24
4.3.6 SHDSL::Fn jelek.....	25
4.3.7 SHDSL.asym::Fn jelek	28
4.4 Aszimmetrikus XDSL szolgáltatások jelei	33
4.4.1 ISDN feletti ADSL jelek.....	33
4.4.2 ISDN feletti ADSL2 jelek.....	36

4.4.3 ISDN feletti ADSL2+ jelek.....	39
4.4.4 ISDN feletti VDSL2 jelek - 8b profil.....	41
4.4.5 ISDN feletti VDSL2 jelek – 17a profil	46
4.4.6 Módosított VDSL2 PSD követelmény.....	51
5. ADSL Elválasztó Szűrő műszaki paraméterei.....	52
5.1 Áttekintés	52
5.2 Az elválasztó szűrő felépítése	53
5.3 A POTS/ISDN felett működő Elválasztó Szűrővel kapcsolatos egyéb követelmények	53
5.4 Elektromos paraméterek	54
5.4.1 Az ADSL Elválasztó Szűrők követelményei	54
5.4.2 A VDSL2 Elválasztó Szűrő követelményei.....	55
6. Referenciák	56
6.1 POTS JELEK	56
6.2 ANALÓG BÉRELT VONALAK	56
6.3 ISDN	57
6.4 HDSL	57
6.5 S(H)DSL	57
6.6 ADSL	57
6.7 VDSL	58
6.8 Általános	58
6.10 VDSL Bonding	59
6.11 VDSL Vectoring	59

1. Bevezetés

A Helyi Hurok Spektrumgazdálkodása dokumentum összefoglalja a Helyi Hurokban alkalmazható különböző technikákat és tartalmazza azokat az irányelveket, amelyek alapján egy adott Helyi Hurokra vonatkozóan előzetesen megállapítható, hogy azon - a hálózat egységét szem előtt tartva - biztonságosan üzemeltethetők-e a Jogosult által telepíteni kívánt berendezések.

Az itt szereplő irányelvek nem helyettesíthetik a minden egyes Helyi Hurok esetén szükséges vizsgálatot, de iránymutatást adnak a Jogosult számára arról, hogy milyen feltételek megléte esetén lehetséges az adott Helyi Hurok átengedése.

Tekintettel ezen dokumentum általános jellegére, valamint arra a tényre, hogy az alapsávi ill. az alapsáv feletti szolgáltatásokat - a Helyi Hurok Teljes vagy Részleges Átengedésétől függően – a Jogosult vagy a Magyar Telekom biztosítja, az alábbiakban a „szolgáltató” kifejezést használjuk, és csak azokban az esetekben hivatkozunk a Jogosultra vagy a Magyar Telekomra, ahol az egyértelmű.

2. Az Előfizetői kábelben üzemelő technikák

A spektrum gazdálkodás kialakításához számos technológiát figyelembe kell venni. Ezek egy része a Magyar Telekom hálózatában már telepítve van, míg más részük nem.

2.1 Alapsávi szolgáltatások

2.1.1 Hagyományos telefonszolgáltatás

A szolgáltató analóg kapcsolt-vonali hálózatán analóg csatornákat biztosít az Előfizetők vonalainak összekötésére. A szolgáltatás 300-3400 Hz sávban analóg jelek transzparens átvitelét biztosítja különböző beszéd- és adatszolgáltatásokhoz. A csatlakozás alkalmas 12kHz-es számlálás- indítójel kiadására is.

2.1.2 Analóg bérelt vonali szolgáltatás (mint együttműködés szempontjából figyelembevett szolgáltatás)

2.1.2.1 A szolgáltatás általános jellemzői

A szolgáltató analóg bérelt vonali hálózatán analóg csatornákat biztosít az Előfizető telephelyeinek összekötésére. A szolgáltatás, amely a 300-3400 Hz sáv szélességű analóg jelek átvitelére szolgál, protokoll- és alkalmazás független transzparens átvitelt biztosít különböző beszéd és adat szolgáltatásokhoz. 3400 Hz fölött az átvitel nem lehetséges.

2.1.2.2 A hálózat felépítése, Előfizetői Hozzáférési Pont

Az Előfizető az analóg hálózathoz a jelen referenciaajánlat 1. Melléklet 2.5.1 pontjában meghatározott Előfizetői Hozzáférési Ponton keresztül csatlakozik, ami egyúttal a Magyar Telekom Nyrt. szolgáltatási határpontja.

Összeköttetés alatt két Előfizetői Hozzáférési Pontot összekötő analóg átviteli utat értünk. Az analóg átviteli út a Magyar Telekom átviteli rendszerén (analóg v. digitális) keresztül kerül kialakításra.

2.1.2.3 Szolgáltatáskészlet

Az analóg bérelt vonali szolgáltatás 2- vagy 4-huzalos végponton a magyar (nemzetközi) szabványoknak megfelelő - az 1. táblázatban felsorolt - összeköttetés és Előfizetői Hozzáférési Pont jellemzőket biztosít, azzal a feltétellel, hogy a bérlő az MSZ ETS 300 450 és az MSZ ETS 300 453 szabványokban megadott végpont jellemzőjű végberendezésekkel kapcsolódhat az Előfizetői Hozzáférési Pontra.

Analóg bérelt vonal		Összeköttetés jellemzők	Előfizetői Hozzáférési Pont jellemzők	Végberendezés interfész követelmény
ONP jelölés	jelentése			
A2O	Közönséges minőségű beszédsávi 2-huzalos bérelt vonal	MSZ ETS 300 448:1997	MSZ ETS 300 448:1997	MSZ ETS 300 450:1997
A4O	Közönséges minőségű beszédsávi 4-huzalos bérelt vonal	MSZ ETS 300 451:1997	MSZ ETS 300 451:1997	MSZ ETS 300 453:1997

1. táblázat

ONP: Open Network Provision

2.1.3 ISDN BRA

Az ISDN alaphozzáférésű szolgáltatás az Előfizető számára a hasznos információ átvitelére két független 64 kbit/s átviteli sebességű vonalkapcsolt ún. B csatornát, valamint az Előfizetői jelzések átvitelére egy 16 kbit/s sebességű csomagkapcsolt D csatornát biztosít. A berendezés hasznos adatátviteli sebessége így 144 kbit/s. Az ISDN alaphozzáférésű szolgáltatás tényleges vonali sebessége a keret/multikeretszinkronszó- és a digitális szakasz fenntartási információit továbbító járulékos csatornával együtt 160 kbit/s-os, visszhangtörléses átvitelű, 2B1Q vonali kódolású. Ennek értelmében a vonalon elfoglalt hasznos frekvenciatartománya 0-80 kHz.

2.1.4 PCM vonaltöbbszöröző berendezések

Az Előfizetői réz alapú kábelhálózat gazdaságosabb kihasználását és az Előfizetői igények gyors kielégítését a Magyar Telekom Előfizetői digitális vonaltöbbszörözők (PCM 2/4/11, ASLMX) alkalmazásával oldja meg. A rendszereket helyi hálózatban célszerű alkalmazni, mivel a rézkábeles hálózat kapacitását 2-, 4-, 11-, vagy 15-szörözik új kábel fektetése nélkül.

A PCM 2 olyan kétsatornás átviteltechnikai berendezés, amely lehetővé teszi két analóg telefoncsatorna létesítését egy sodrott réz érpáron az hozzáférési hálózatban. A PCM 2 berendezések duplex (kétirányú), 144 kbit/s-os 2B+D struktúrájú (két csatorna +jelzés) és a keret/multikeret szinkronszó, továbbá a szakasz fenntartási információit továbbító járulékos csatornával együtt 160 kbit/s-os kapcsolatot valósítanak meg az Előfizetői és a központi egység között. A berendezésekben alkalmazott PCM kódolás (2B1Q) és multiplexelés segítségével megbízható, áthallásra érzéketlen átvitel valósítható meg.

Az 160 kbit/s-os PCM 4 négycsatornás átviteltechnikai berendezés alkalmas négy analóg telefoncsatorna létesítésére egy sodrott réz érpáron az hozzáférési hálózatban. A berendezés a PCM 2-höz hasonlóan duplex (kétirányú) 144 kbit/s-os, 2B+D struktúrájú (két csatorna + jelzés) kapcsolatot valósít meg az Előfizetői és a központi egység között. A kódolás hasonló a PCM 2 berendezésekben alkalmazottal, azzal a különbséggel, hogy a négy csatorna létesítésére az ADPCM (adaptív PCM) kódolási eljárással 32 kbit/s-os, csökkentett sebességű csatornákat hoznak létre. Ennek az eljárásnak előnye a négy csatorna átvitele egy érpáron, de hátránya a beszéd minőségének romlása (qdu: quantizing distortion unit) mellett a beszédsávi adatátvitel (fax, internet) sebességének csökkenése, ami már nem engedhető meg.

294 kbit/s-os PCM 4 A - A kvantálási probléma feloldására a gyártók megjelentek a PCM 4 berendezések 64 kbit/s-os változatával (294 kbit/s-os PCM 4 A), amely már a PCM 2-höz hasonló minőségű átvitelt tesz lehetővé, gyártótól függően, 272 kbit/s, ill. 294 kbit/s sebességgel. Jelenleg már csak ezek a 64 kbit/s-os változatok telepíthetők.

A PCM 11 vonaltöbbszöröző olyan multiplexer berendezés, amely lehetővé teszi 11 analóg telefoncsatorna létesítését egy sodrott réz érpáron az hozzáférési hálózatban. A rendszer duplex, 784 kbit/s sebességű kapcsolatot valósít meg a HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line) technológia alkalmazásával az Előfizetői és a központi egység között, csatornánként 64 kbit/s átviteli sebességgel.

Az ISDN vonalösszöröző rendszer sodrott érpáron 5 db ISDN alaphozzáférést (BRA) biztosít a Helyi Hurokban. A PCM 11 rendszerhez hasonlóan teljes duplex, 784 kbit/s-os átviteli sebességű összeköttetést tesz lehetővé 3 érpáras HDSL technológia 1 érpáron történő alkalmazásával az Előfizető- és a központi egység között.

Az ASLMX (Access Subscriber Loop Multiplexer) távoli Előfizetőknek a távbeszélő központhoz való csatlakoztatását oldja meg réz-, (optikai kábeles

vagy szabványos PCM) összeköttetéseken. Az ASLMX alkalmas analóg Előfizető (POTS) és ISDN alaphozzáférés azonos összeköttetésen való integrált átvitelére is, konfigurációtól függően. Utóbbi esetben pl. 2 rézérpáron HDSL technológiát alkalmazva (2x1168 kbit/s), lehetőség van max. 26 POTS vagy 13 ISDN-BA Előfizetői Hozzáférési Pont csatlakoztatására, de más konfigurációval 30 POTS is bekapcsolható, ha nincs igény ISDN-re.

2.2 XDSL technikák

Az Előfizetői sodrott rézérpáron üzemelő xDSL technikák számos tagot számlálnak. Jellemzőik alapján több családra oszthatók. Egy részük alapsávi spektrummal rendelkezik, ezek spektrumszinten kizárják a hagyományos telefonszolgáltatások használatát ugyanazon ér páron. Más részük viszont frekvenciában eltolt spektrum képpel rendelkezik, így ezek képesek együtt élni a hagyományos alapsávi szolgáltatásokkal.

- Szimmetrikus xDSL technológiák: HDSL/SHDSL család
- Aszimmetrikus xDSL technológiák: ADSL, VDSL család

2.3 Szimmetrikus xDSL technológiák

A család legkorábban megjelent tagja. Elsősorban az ISDN primerhozzáférés átviteli „közegeként” használják. Primersebességű átvitelt (2 Mbit/s-os E1/1,5 Mbit/s-os T1) biztosít. A HDSL-lel kb. 3,5 km távolság hidalható át. A HDSL technika lehet 2 vagy 3 ér páras.

Vonali kódolásként először a 2B1Q kódolást, később pedig az ún. CAP kódolást alkalmazták a HDSL rendszerek. Európában kompatibilitási okokból a 2 ér páras 2B1Q kódolású rendszerek terjedtek el.

Az ITU-T a G.991.1-es szabványban foglalja össze a HDSL-re vonatkozó előírásait. A szabvány mindkét vonali kódolás alkalmazását lehetővé teszi.

A szabvány 3 féle HDSL rendszert ír le:

- Három ér páras rendszer. Ér páronként 784 kbit/-os átviteli sebességgel.
- Két ér páras rendszer. Ér páronként 1168 kbit/s sebességgel.
- Egy ér páras rendszer 2320 kbit/s sebességű átviteli képességgel.

Az ETSI a HDSL technikára vonatkozó előírásait a TS 101 135-ben tette közzé. Az ETSI 2B1Q vonali kódolással 3, 2 és 1 ér páras rendszereket definiált Ezek átviteli sebessége ITU-T „kompatibilis”: 784, 1168 és 2320 kbit/s.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk támogatott.

2.3.1 HDSL2

A HDSL2 technika egyetlen ér páron valósítja meg a primerszintű átvitelt. A HDSL2-t az Amerikai Szabványosítási Hivatal (ANSI) szabványosította. Európában nem terjedt el. Így ennek a technikának Magyarországon nincs jelentősége.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.3.2 SDSL

Az egyérpáras, szimmetrikus átviteli képességeket kínáló rendszer európai megfelelője az SDSL névvel illetett technika. Számos gyártó specifikus SDSL rendszer jelent meg. A vonali kódolást tekintve megjelent CAP, 2B1Q és PAM kódolású megoldás is.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.3.3 SHDSL

Az ITU-T az egyérpáras szimmetrikus rendszerekre az eddigieknél átfogóbb ajánlást készített. G.SHDSL néven publikálta rendszerét. Jelenleg a G.991.2 (2003/12) szabványszám alatt szerepel. Az SHDSL szintén TC-PAM (TC-PAM-16 és TC-PAM32) kódolást használ, duplex átvittel, visszhangtörléses módszerrel. Opcionálisan jelgenerátorok alkalmazása is lehetséges mindkét megoldásnál. 1 érpár esetén 192-5696 kbit/s közötti sebességek valósíthatók meg 8 kbit/s-os lépcsőkben.

Az ETSI a szimmetrikus DSL technológia követelményeit ETSI TS 101 524 v1.3.1 (2005-02) alatt foglalta össze.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk támogatott.

2.4 Aszimmetrikus xDSL technológiák

Az ADSL szemben a HDSL/SDSL technikákkal, aszimmetrikus átvitelt biztosít, azaz eltérő átviteli sebességeket biztosít a két irányban. Az Előfizető irányába nagyobb, az Előfizetőtől a központ irányába pedig kisebb átviteli sebességet kínál.

2.4.1 Full-Rate ADSL

Az ADSL-t először az ANSI szabványosította. Előírásait a T1.E1.413 szabvány tartalmazza. Ennek jelenleg már a második kiadása van érvényben. Az ETSI az ANSI előírásait elfogadta, csak kiegészítéseket tett hozzá a Elvlasztó Szűrő karakterisztikájára ill. bizonyos vizsgálatokhoz tartozó hurok elrendezésekre vonatkozóan. Ezeket a kiegészítéseket az ETR 328 tartalmazza.

Az ITU-T a G.992.1-es szabványban adta ki az ADSL-re vonatkozó előírásait. A vonali kódolást tekintve, az ADSL-nél kétféle eljárás említhető. A korai rendszerek a CAP1 kódolást alkalmazták. Szabványosításra nem ez kerül, hanem a DMT2 kódolás. Az szabványok mindegyike a DMT használatát írja elő.

¹ CAP: Carrierless Amplitude Pulse modulation

² DMT: Discrete Muti Tone

Az ANSI által definiált rendszert gyakran „full-rate ADSL”-ként emlegetik. Ez elsősorban a POTS feletti teljes sebességű ADSL rendszert takarja. A kizárólag POTS felett üzemelő ADSL rendszerek Amerikában tettek szert nagyobb jelentőségre.

Ezek átviteli képessége jellemzően 8 Mbit/s lefelé irányban, s 800 kbit/s felfelé irányban. A rendszer által használt spektrum 26 kHz-1,1 MHz.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.4.2 Euro-ADSL

Európában, szemben Amerikával, nagyobb jelentőséggel bírnak az ISDN felett is működőképes rendszerek. Ezeket a rendszereket jelölik „Euro-ADSL” néven.

Annak ellenére, hogy Amerikában a POTS feletti ADSL rendszerek terjedtek el, az ANSI szabványa is tartalmazza az ISDN feletti működés leírását is.

Az ITU-T G.992.1 szintén lehetővé teszi a POTS és az ISDN feletti működést.

Az ADSL spektrumát, hogy kompatibilissé tegyék az ISDN-nel, feljebb tolták. Az Euro-ADSL rendszerek a 138kHz-1,1MHz közötti spektrumot használják.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk támogatott.

2.4.3 G.Lite, UADSL

A teljes sebességű ADSL rendszerek mellett definiáltak egy egyszerűsített rendszertechnikát is, mely egy olcsóbb megoldást kínál. Az egyszerűsítés a Elválasztó Szűrők elhagyását jelenti. Azonban így az elérhető átviteli sebesség is lényegesen kisebb. Ezek a rendszerek lefelé irányban 1-1,5 Mbit/s, felfelé irányban pedig néhányszor 100 kbit/s körüli sebességeket biztosítanak.

Mivel az Elválasztó Szűrőket elhagyták, hagyományos telefonszolgáltatás zavartatása nagyobb lehet. A zavarvédeltsége növelése érdekében a telefon készülékek előtt ún. micro filter-eket (melyek lényegében aluláteresztő szűrők) telepítenek.

Az ilyen ADSL rendszereket G.Lite, UADSL (Universal ADSL) neveken emlegetik. Az ANSI ezen rendszert is a T1E1.413-ban írja le, míg az ITU-T erre egy különálló szabványt, a G.992.2-t adta ki.

A G.Lite rendszerek Európában szintén kisebb jelentőséggel bírnak.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.4.4 ADSL2

Az első generációs ADSL technológia (ITU-T G.992.1) után újabb

szabványokat publikált az ITU-T 15-ös munkacsoportja (SG15). G.992.3 szabványszám alatt foglalta össze az új generációs ADSL2 (Asymmetric digital subscriber line transceivers 2) technológia műszaki követelményeit. Az ADSL2 számos új donságot, funkciót vezetett be a korábbi, elsőgenerációs ADSL-hez képest: jobb teljesítőképesség, diagnosztikai funkciók, stb. A szabvány által leírt funkciók implementációja függ a gyártóktól.

Az ADSL2 szabvány az ADSL-hez képest több melléklettel bővült, melyek különböző üzemmódokat írnak le. Az Annex A és Annex B spektrálisan azonos az ADSL-nél megismertekkel.

A Magyar Telekom hálózatában kizárólag az Annex B és Annex J-nek megfelelő, vagy a hálózat integritásának biztosításához az ETSI TS 101 952-1-4-ben előírt elválasztó szűrőkkel és az Annex B és Annex J-vel megegyező frekvencia tartományban működő rendszerek alkalmazása támogatott.

2.4.5 ADSL2 Lite

A G.992.2 (G.Lite) új generációs követelményeit az ITU-T G.992.4 szabványszám alatt publikálta.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.4.6 ADSL2+

ADSL2+ (ITU-T G.992.5) szabvány az ADSL2-nél megismert jellemzőkhöz mindössze egyetlen újítást hozott: lefelé irányban a spektrumot kiterjesztve (az eddigi 1,1MHz helyett 2,2 MHz-ig), rövid előfizetői hurkok esetén, az eddigieknél nagyobb sebességek elérését tette lehetővé.

A Magyar Telekom hálózatában kizárólag az Annex B és Annex J-nek megfelelő, vagy a hálózat integritásának biztosításához az ETSI TS 101 952-1-4-ben előírt elválasztó szűrőkkel és az Annex B és Annex J-vel megegyező frekvencia tartományban működő rendszerek alkalmazása támogatott.

2.5 VDSL

A VDSL (Very-High-Speed DSL) az eddigieknél lényegesen nagyobb sebességeket kínál. Ez sem alapsávi szolgáltatás, így a POTS/ISDN szolgáltatásokkal képes együtt élni egyetlen érpáron frekvenciában elkülönülten. Természetesen ez itt is Elválasztó Szűrők alkalmazását igényli.

A VDSL-lel számos nemzetközi testület foglalkozik: VDSL Alliance, ANSI, ETSI, ITU. A VDSL minden részletre kiterjedő szabványosítása a mai napig nem fejeződött be.

A Magyar Telekom hálózatában való alkalmazásuk nem támogatott.

2.6 VDSL2

Az ITU-T 2006 februárjában közzétette az új generációs VDSL (VDSL2) technológia szabványának végleges verzióját, amely rendkívül nagy sáv szélességek elérését teszi lehetővé, igaz mindezt kis távolságokon.

A szabvány többféle profilt is definiál különböző alkalmazásokhoz igazodva. Az egyes hálózati helyszíneken (MDF-nél/Nagyelosztónál) csak adott VDSL2 profilok alkalmazása engedélyezett (részletek a következő fejezetekben).

2.7 Egyéb technológiák és szolgáltatások

Az xDSL technikák szempontjából szükséges a további rézérpárokra működő szolgáltatásokat, illetve a hozzáférési hálózatban üzemelő berendezéseket is figyelembe venni az „együttélések” vizsgálatához.

Ilyen rézérpáron működő szolgáltatások például a vagyonvédelmi rendszerek, amelyek a távbeszélő, illetve az ISDN BRA szolgáltatásokkal párhuzamosan, ugyan azon az Előfizetői rézérpáron működnek. Két fajtájuk van. Az egyik változat az ún. „inband”, tehát alapsávi kapcsolt vonalon működik, 300Hz-3400Hz-ig. A másik változat az „outband”, tehát sáv feletti, amely 32,5 kHz-en, illetve a fölött ± 1 kHz-es sáv foglalással.

A Magyar Telekom hálózatában jelenleg az Előfizetők több mint 10%-a üzemel PCM vonaltöbbszörözőn. Az xDSL technikák szempontjából az alapvető probléma ezzel az Előfizetői megoldással az, hogy a rajtuk élő Előfizetők nem folytonos rézérpárral kapcsolódnak a központba, az Előfizetői szakaszon vonal koncentráció történik.

Ezen kívül számos Előfizető él vonalkoncentrátorokon (DCS-20) és multiplexereken (ASLMX). A hozzáférési hálózat egységének megőrzése érdekében az ezen Előfizetők esetében Helyi Hurok Átengedése szolgáltatás nem biztosítható.

3. A technológiák telepíthetőségi irányelvei

A Magyar Telekom hálózatában a 2. táblázatban foglalt xDSL technológiák alkalmazása engedélyezett.

ITU-T szabvány	Annex
G.991.1: High bit rate Digital Subscriber Line (HDSL) transceivers [1998/10]	-
G.991.2: Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers [2003/12]	B
Amendment 2 [2005/02]	G
G.992.1: Asymmetrical digital subscriber line (ADSL) transceivers [1999/07] (Nem átlapolt spektrummal)	B
G.992.3: Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2) [2005/01] (Nem átlapolt spektrummal)	B
G.992.5: Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers – Extended	B

bandwidth ADSL2 (ADSL2+) [2005/01]

(Nem átlapolt spektrummal)

G.993.2: Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL) Transceivers 2 [2006/02]

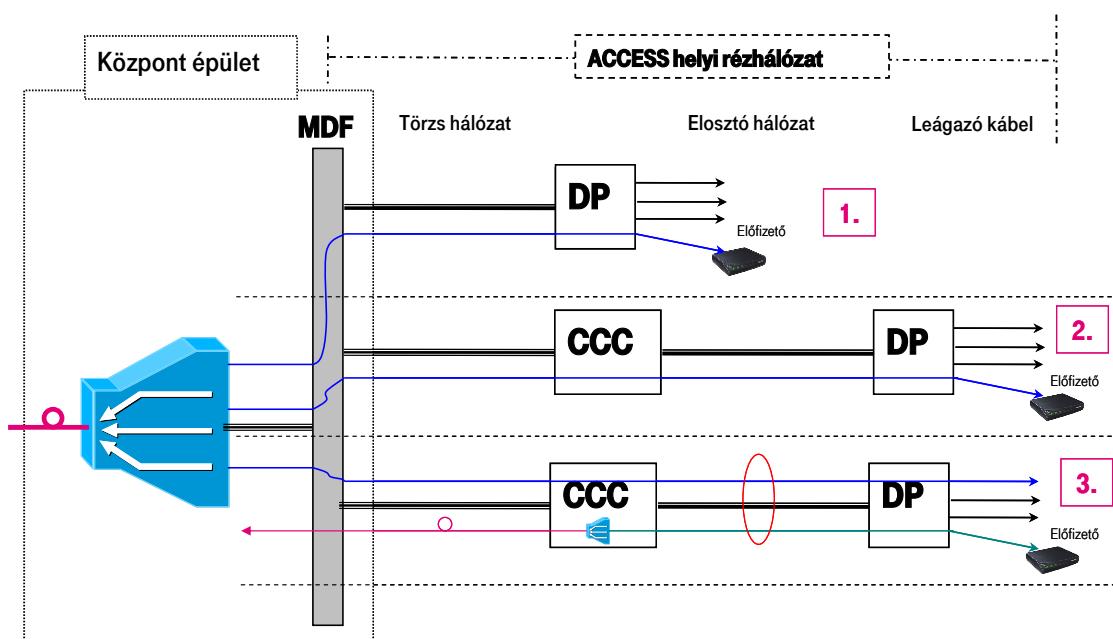
B

(8b, 17a profilok)

2. táblázat Az ITU-T G. sorozatú szabványai:

Az egyes technológiákkal szemben további korlátozásokat kell figyelembe venni az átadás módjától (teljes/részleges), valamint az átadás helyszínétől (MDF-nél/Nagyelosztónál) függően a következő fejezetek szerint.

Az elérési hálózatban az előfizetői hurokhosszak eloszlása alapján az 1. ábrán bemutatott konfigurációk különböztethetők meg.



MDF: Főrendező (Main Distribution Frame)
CCC: Nagyelosztó (Cable Cross Connect)
DP: Elosztó pont (tápfej) (Distribution Point)

1. ábra

1. Konfiguráció: Közvetlenül MDF-re csatlakoztatott DP
Előfizetők ellátása MDF-nél telepített DSLAM-ról
2. konfiguráció: Nagyelosztón keresztül csatlakoztatott DP (MDF-CCC-DP)
Előfizetők ellátása MDF-nél telepített DSLAM-ról lehetséges
3. konfiguráció: Nagyelosztónál (CCC) telepített DSLAM)
Előfizetők ellátása a nagyelosztóba telepített DSLAM-ról történik

Az 1. és 2. konfiguráció esetén az előfizetők kiszolgálása az MDF-nél telepített

eszközökből (DSLAM) történik. A két konfiguráció az engedélyezett technológiák szempontjából azonos.

A 3. konfigurációban (Alhurok átengedés) az előfizetők ellátása a nagyelosztóba telepített eszközökből (DSLAM) történik. Ennek követelmény rendszere eltér az előző két esettől.

Mindegyik esetben (MDF-nél illetve Nagyelosztónál telepített DSLAM) megkülönböztethetünk részleges (spektrum szintű), illetve teljes hurok átengedést. Ezek feltételrendszerét a következő fejezetek tartalmazzák.

3.1 A Helyi Hurok Részleges (spektrumszintű) Átengedése

Általánosságban elmondható, hogy azok a rendszerek, melyek spektrumképe ütközik, nem működhetnek közös érpáron. Az alapsávi xDSL rendszerek (HDSL/SHDSL) tehát nem üzemelhetnek együtt. Ezek sem egymással, sem alapsávi xDSL rendszerekkel, sem pedig a hagyományos alapsávi szolgáltatásokkal (POTS, ISDN) nem élhetnek együtt közös érpáron.

3.1.1 MDF-nél telepíthető technológiák

A hatékony spektrum menedzsment kialakításához az MDF-nél telepítendő technológiákkal kapcsolatban az alábbi megkötéseket kell tennünk:

A szolgáltatásoknak meg kell felelniük a 4. Fejezetben definiált műszaki jellemzőknek! Kizárólag ezen technikák telepítése támogatott.

Figyelembe kell venni a telepítések során az xDSL vonali kódolásából adódó zavarításokat. Egy érnégyesen belül csak az egyik érpáron üzemelhet xDSL rendszer, a másik érpár ilyen szolgáltatásra nem ajánlható fel. Kérdéses esetekben mérés szükséges.

ADSL-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.1 Annex B és Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.3 Annex B és Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL2+-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.5 Annex B és Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL/ADSL2/ADSL2+ szolgáltatás esetén az Elválasztó Szűrő paramétereinek minden esetben meg kell felelni az 5. Fejezetben leírtaknak.

VDSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.993.2 szabványnak megfelelő 8b és 17a szerinti profilok alkalmazhatók.

Minden egyéb, itt fel nem sorolt technológia alkalmazása a Magyar Telekom Hálózatában nem engedélyezett.

3.1.2 Nagyelosztónál telepíthető technológiák (Alhurok átengedése)

A hatékony spektrum menedzsment kialakításához a Nagyelosztónál (CCC) telepítendő technológiákkal kapcsolatban az alábbi megkötéseket kell tennünk:

VDSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.993.2 szabványnak megfelelő (módosított 17a profil) rendszer alkalmazható.

A szabvány véglegesített verziója különféle lehetőségeket tartalmaz a kabinetekbe telepítendő rendszerek spektrumszintű előírásaival kapcsolatban. A VDSL2 technológia kabinetekben történő alkalmazása kizárólag a 4. fejezetben definiált módosított 17a profillal támogatott.

Minden egyéb, itt fel nem sorolt technológia alkalmazása a Magyar Telekom Hálózatában nem engedélyezett.

3.2 A Helyi Hurok Teljes Átengedése

A különböző szolgáltatások spektrumképeinek ütközéseit nemcsak az egy érpáron történő közös üzemeléskor, de az egy közös kábelben való közös üzemelések tervezésekor is figyelembe kell venni. A széles spektrummal rendelkező xDSL technikák esetén az áthallások okozta zavartatások fokozottan jelentkeznek. Emiatt a kábelben belül telepíthető rendszereknek számos szempontnak kell eleget tenni. Ez több megkötést jelent a telepíthető technikákat illetően.

A hálózat integritásának megőrzése és a hálózaton Magyar Telekom által nyújtott szolgáltatások minőségének megőrzése, valamint a hálózat biztonságos üzemeltetése céljából a Jogosult Berendezésének a fenti elveknek meg kell felelnie. Amennyiben a Jogosult Berendezése ütközik a telepíthető technikák Spektrum Gazdálkodási Terv elveivel, a Magyar Telekomnak jogában áll a Helyi Hurok Igénybejelentést visszautasítani.

3.2.1 MDF-nél telepíthető technológiák

A hatékony spektrum menedzsment kialakításához az MDF-nél telepítendő technológiákkal kapcsolatban az alábbi megkötéseket kell tennünk:

A szolgáltatásoknak meg kell felelniük a 4. Fejezetben definiált műszaki jellemzőknek. Kizárólag ezen technikák telepítése támogatott.

Figyelembe kell venni a telepítések során az xDSL vonali kódolásából adódó zavartatásokat. Egy érnégyesen belül csak az egyik érpáron üzemelhet xDSL rendszer, a másik érpár ilyen szolgáltatásra nem ajánlható fel. Kérdésszerű esetekben mérés szükséges.

ADSL-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.1 Annex B és

Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.3 Annex B és Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL2+-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.992.5 Annex B és Annex J (Nem átlapolt spektrummal) szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

ADSL/ADSL2/ADSL2+ szolgáltatás esetén az Elválasztó Szűrő paramétereinek minden esetben meg kell felelni az 5. Fejezetben leírtaknak.

HDSL-ként kizárólag az 4. Fejezetben definiált ITU-T G.991.1 szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

SHDSL-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.991.2 Annex B, illetve Annex G szabványnak megfelelő rendszer alkalmazható.

VDSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.993.2 szabványnak megfelelő 8b és 17a szerinti profilok alkalmazhatók.

Minden egyéb, itt fel nem sorolt technológia alkalmazása a Magyar Telekom Hálózatában nem engedélyezett.

3.2.2 Nagyelosztónál telepíthető technológiák (Alhurok átengedése)

A hatékony spektrum menedzsment kialakításához a Nagyelosztónál telepítendő technológiákkal kapcsolatban az alábbi megkötéseket kell tennünk:

VDSL2-ként kizárólag a 4. Fejezetben definiált ITU-T G.993.2 szabványnak megfelelő (módosított 17a profil) rendszer alkalmazható.

A szabvány véglegesített verziója különféle lehetőségeket tartalmaz a kabinetekbe telepítendő rendszerek spektrumszintű előírásaival kapcsolatban. A VDSL2 technológia kabinetekben történő alkalmazása kizárólag a 4. fejezetben definiált módosított 17a profillal támogatott.

Minden egyéb, itt fel nem sorolt technológia alkalmazása a Magyar Telekom Hálózatában nem engedélyezett.

4. A technológiák műszaki jellemzői

4.1 POTS- jelek (300 Hz és 3400 Hz közötti hangfrekvenciás sávú összeköttetések)

Ez a kategória lefedi mindazon jeleket, melyeket a hangfrekvenciás sávban üzemelő berendezések (telefon típusú végberendezések, analóg modemek, fax készülékek)

hoznak létre egy sodrott rézérpáron. Ide tartoznak a tárcsázási- és egyéb jelzésátvitelre szolgáló DTMF jelzések is.

Ugyanebbe a kategóriába sorolhatók még az analóg bérelt vonali szolgáltatások jelei is, melyeket külön alponthan említünk.

4.1.1 Maximális jelszint

A végberendezés által, a 200-3800Hz-es frekvenciasávban kiadott átlagos jelszint, egyperces időintervallumban -600 ohm terhelésen mérve-, nem haladhatja meg a -9,7dBV szintet. Ez a követelmény a DTMF jelekre nem vonatkozik.

Referencia: TBR 21 [1], 4.7.3.1-es bekezdés.

DTMF jelzés esetén a végberendezés által kiadott, magasabb frekvenciacsoportbeli DTMF jel maximális szintje -600 ohmos terhelésen mérve- nem haladhatja meg a -5dBm szintet, az alacsonyabb frekvenciacsoportbeli DTMF jel maximális szintje pedig – ugyanezen feltételek mellett mérve – nem haladhatja meg a -7dBm szintet.

Referencia: MSZ ETS 300.001 [2] 5.4.4-es bekezdés.

4.1.2 Keskenysávú jelfeszültség

A keskenysávú jelfeszültség (NBSV) 600 ohmos terhelés mellett nem haladhatja meg a 3. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSV egy jel átlagos U feszültsége 600 ohm terhelés mellett, Bw teljesítménysávon belül.

Közép-frekvencia F	Impedancia Z	Jelszint U	Mérőrendszer sávszélessége Bw	Spektrális feszültség $V/\sqrt{B_w}$
30 Hz	Z_R	- 33,7 dBV	10 Hz	-43,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
100 Hz	Z_R	- 10,7 dBV	10 Hz	-20,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
200 Hz	Z_R	- 6,7 dBV	10 Hz	-16,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
3,8 kHz	Z_R	- 6,7 dBV	10 Hz	-16,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
3,9 kHz	Z_R	- 10,7 dBV	10 Hz	-20,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
4,0 kHz	Z_R	- 16,7 dBV	10 Hz	-26,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
4,3 kHz		- 44,7 dBV	10 Hz	-54,7 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

4,3 kHz	Z_R	- 40 dBV	300 Hz	-65 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
5,1 kHz	Z_R	- 44 dBV	300 Hz	-69 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
8,9 kHz	Z_R	- 44 dBV	300 Hz	-69 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
11 kHz	Z_R	- 58,5 dBV	300 Hz	-73,5 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
11 kHz	Z_R	- 58,5 dBV	1 kHz	-88,5 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
200 kHz	Z_R	- 58,5 dBV	1 kHz	-88,5 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
200 kHz	135 Ω	- 60 dBV	1 kHz	-90 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
500 kHz	135 Ω	- 90 dBV	1 kHz	-120 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
500 kHz	135 Ω	- 60 dBV	1 MHz	-120 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
30 MHz	135 Ω	- 60 dBV	1 MHz	-120 dBV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

3. táblázat: Keskenysávú feszültségszint korlátok töréspontjai $Z_R=600 \text{ Ohm}$

4.2 Analóg bérelt vonali szolgáltatások jelei

(A szolgáltatások együttműködése szempontjából figyelembeveendő)

4.2.1 Kéthuzalos analóg bérelt vonali végberendezések interfész jellemzői

Kéthuzalos analóg bérelt vonalakra végberendezések az alábbi feltételekkel kapcsolhatók.

4.2.1.1 Maximális átlagteljesítmény

A végberendezés által kiadott átlagteljesítmény szint a 200 Hz – 3800 Hz frekvenciatartományban bármely 1 perces periódusban nem lehet nagyobb -9dBm-nél.

4.2.1.2 Maximális csúcsfeszültség

A végberendezés által kiadott feszültség maximális értéke a 200 Hz – 3800 Hz frekvenciatartományban nem lehet nagyobb 2,0 V-nál.

4.2.1.3 10 Hz-es sávú maximális teljesítmény

A maximális teljesítmény 0 Hz – 4300 Hz frekvenciatartományban bármely frekvencián, 10 Hz-es sávzélességgel mérve, nem haladhatja meg a 4. táblázatban megadott értékeket, kivéve DTMF jelek esetén, amikor a maximális keskenysávú teljesítmény 1200 Hz – 1700 Hz között nem haladhatja meg a -3 dBm szintet.

Frekvenciatartomány kHz	Maximális adási teljesítmény dBm
-------------------------	----------------------------------

0,0	-33
0,03	-33
0,1	-16
0,3	-6
3,4	-6
3,8	-15
4,3	-44
Megjegyzés: A közbenső frekvenciák a törési pontok egyenes vonallal való összekötésével határozhatók meg logaritmikus (frekvencia)-lineáris (dB) skálán.	

4. táblázat

4.2.1.4 Maximális adási teljesítmény 4,3 kHz fölött

A végberendezés maximális adási teljesítménye a 4,3 kHz – 2 MHz frekvenciatartományban 120 ohmos lezárás esetén nem haladhatja meg a 5. táblázatban megadott határokat.

Frekvenciatartomány; kHz	Maximális adási teljesítmény a sávban dBm	Mérési sávszélesség
4,3 – 5	-29 csökken -36-ra	300 Hz
5 – 7	-36 csökken -46-ra	300 Hz
7 – 200	-41	1 kHz
200 –2000	-45	10 kHz
Megjegyzés: A közbenső frekvenciák a törési pontok egyenes vonallal való összekötésével határozhatók meg logaritmikus (frekvencia)-lineáris (dB) skálán		

5. táblázat

Referencia: MSZ ETS 300 450 [5]

4.2.2 Négyhuzalos analóg bérelt vonali végberendezések interfész jellemzői

Négyhuzalos analóg bérelt vonalakra végberendezések az alábbi feltételekkel kapcsolhatók:

4.2.2.1 Maximális átlagteljesítmény

A végberendezés által kiadott átlagteljesítmény szint a 200 Hz – 3800 Hz frekvenciatartományban bármely 1 perces periódusban nem lehet nagyobb - 13 dBm-nél.

4.2.2.2 Maximális csúcsfeszültség

A végberendezés által kiadott feszültség maximális értéke a 200 Hz – 3800 Hz frekvenciatartományban nem lehet nagyobb 1,1 V-nál.

4.2.2.3 A 10 Hz-es sávú maximális teljesítmény

A maximális teljesítmény 0 Hz – 4300 Hz frekvenciatartományban bármely frekvencián, 10 Hz-es sáv szélességgel mérve, nem haladhatja meg az 6. táblázatban megadott értékeket, kivéve DTMF jelek esetén, amikor a maximális keskenysávú teljesítmény 1200 Hz – 1700 Hz között nem haladhatja meg a -7 dBm szintet.

Frekvenciatartomány kHz	Maximális adási teljesítmény dBm
0,0	-37
0,03	-37
0,1	-20
0,3	-10
3,4	-10
3,8	-19
4,3	-44
Megjegyzés: A közbenső frekvenciák a törési pontok egyenes vonallal való összekötésével határozhatók meg logaritmikus (frekvencia)-lineáris (dB) skálán.	

6. táblázat**4.2.2.4 Maximális adási teljesítmény 4,3 kHz fölött**

A végberendezés maximális adási teljesítménye a 4,3 kHz – 2 MHz frekvenciatartományban 120 ohmos lezárás esetén nem haladhatja meg a 7. táblázatban megadott határokat.

Frekvenciatartomány; kHz	Maximális adási teljesítmény a sávban dBm	Mérési sáv szélesség
4,3 – 5	-29 csökken -36-ra	300 Hz
5 – 7	-36 csökken -46-ra	300 Hz
7 – 200	-41	1 kHz
200 – 2000	-45	10 kHz
Megjegyzés: A közbenső frekvenciák a törési pontok egyenes vonallal való összekötésével határozhatók meg logaritmikus (frekvencia)-lineáris (dB) skálán		

7. táblázat

Referencia: MSZ ETS 300 453 [6]

4.3 Szimmetrikus xDSL szolgáltatások jelei

4.3.1 160 kbit/s, 2B1Q jelek

Ez a kategória fedi mindazon jeleket, melyeket 160 kbit/s-os átviteli sebességű eszközök hoznak létre egy sodrott rézérpáron, 2B1Q vonali kódolást alkalmazva. Ide tartoznak az ISDN BRA, PCM 2, ADPCM kódolású PCM 4 berendezések.

Egy jel '160 kbit/s, 2B1Q jel'-nek minősül, amennyiben eleget tesz az alábbi bekezdésekben foglaltaknak.

4.3.1.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a $13,5 \text{ dBm} \pm 0,5 \text{ dBm}$ szintet, 100 Hz és 80 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 102 080 [7], A.12.3-as bekezdés.

4.3.1.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 2.5 V-os ($\pm 5\%$) szintet, 100 Hz és 80 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 102 080 [7], A.12.1 fejezet.

4.3.1.3 Keskenysávú jelteljesítmény

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 8. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés az 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ETSI TS 102 080 [7], A.12.4 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 9.1.3 fejezet.

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
510 Hz	135 ohm	-0 dBm	1kHz	-30 dBm/Hz	A
10 kHz	135 ohm	-0 dBm	1kHz	-30 dBm/Hz	
10 kHz	135 ohm	10 dBm	10kHz	-30 dBm/Hz	A
50 kHz	135 ohm	10 dBm	10kHz	-30 dBm/Hz	
500 kHz	135 ohm	-40 dBm	10kHz	-80 dBm/Hz	
1,4 MHz	135 ohm	-40 dBm	10kHz	-80 dBm/Hz	
5 MHz	135 ohm	-80 dBm	10kHz	-120 dBm/Hz	
30 MHz	135 ohm	-80 dBm	10kHz	-120 dBm/Hz	
800 kHz	135 ohm	-30 dBm	1 MHz	-90 dBm/Hz	B
1,4 MHz	135 ohm	-30 dBm	1 MHz	-90 dBm/Hz	
3,637 MHz	135 ohm	-60 dBm	1 MHz	-120 dBm/Hz	
30 MHz	135 ohm	-60 dBm	1 MHz	-120 dBm/Hz	

8. táblázat: Keskenysávú teljesítménykorlátok töréspontjai**4.3.2 294 kbit/s, 2B1Q jelek**

Ez a kategória fedi mindazon a jeleket, melyeket 294 kbit/s-os átviteli sebességű eszközök hoznak létre egy sodrott rézérpáron, 2B1Q vonali kódolást alkalmazva. Ide tartoznak a 294 kbit/s-os PCM 4 A berendezések.

Egy jel '294 kbit/s, 2B1Q jel'-nek minősül, amennyiben eleget tesz az alábbi bekezdésekben foglaltaknak.

4.3.2.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 13,5 dBm \pm 0,5 dBm szintet, 100 Hz és 147 kHz frekvenciasáv között mérve.

4.3.2.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 2.5 V-os ($\pm 5\%$) szintet, 100 Hz és 147 kHz frekvenciasáv között mérve.

4.3.2.3 Keskenysávú jelteljesítmény

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 9. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A jelölés a mérési módszerhez tartozó sáv szélességre utal, vagyis az 1 kHz-es és 10 kHz-es sáv szélességgel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Középfrekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
510 Hz	135 ohm	-0 dBm	1kHz	-30 dBm/Hz	A
10 kHz	135 ohm	-0 dBm	1kHz	-30 dBm/Hz	
10 kHz	135 ohm	10 dBm	10kHz	-30 dBm/Hz	
92 kHz	135 ohm	10 dBm	10kHz	-30 dBm/Hz	
920 kHz	135 ohm	-40 dBm	10kHz	-80 dBm/Hz	
1,4 MHz	135 ohm	-40 dBm	10kHz	-80 dBm/Hz	
5 MHz	135 ohm	-80 dBm	10kHz	-120 dBm/Hz	
30 MHz	135 ohm	-80 dBm	10kHz	-120 dBm/Hz	

9. táblázat: Keskenysávú teljesítménykorlátok töréspontjai

4.3.3 HDSL.2B1Q/1 jelek (1168 kbaud bérelt vonal)

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket HDSL átviteli eszközök hoznak létre egy érpáron, 2B1Q vonali kódolással.

Egy jel (érpáronként) 'HDSL.2B1Q/1 jel'-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

Ha másként nem jelöljük, akkor a következő jelspecifikációk 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett érvényesek, DC távtáplálás nélkül.

4.3.3.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem

haladhatja meg a $13,5 \text{ dBm} \pm 0,5 \text{ dBm}$ szintet, 100 Hz és 2320 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.4 fejezet.

4.3.3.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 2,5 V-os ($\pm 7\%$) szintet, 100 Hz és 2320Hz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.1 fejezet.

4.3.3.3 Keskenysávú jelteljesítmény

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 10. táblázatban leírt korlátokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a korlátoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés az 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.3 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 10.3.3 fejezet.

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
510 Hz	135 ohm	-11,5 dBm	1kHz	-41,5 dBm/Hz	A
10 kHz	135 ohm	-11,5 dBm	1kHz	-41,5 dBm/Hz	
10 kHz	135 ohm	-1,5 dBm	10kHz	-41,5 dBm/Hz	
485 kHz	135 ohm	-1,5 dBm	10kHz	-41,5 dBm/Hz	
4,85 MHz	135 ohm	-81,5 dBm	10kHz	-121,5 dBm/Hz	
4,85 MHz	135 ohm	-61,5 dBm	1MHz	-121,5 dBm/Hz	B

30 MHz	135 ohm	-61,5 dBm	1MHz	-121,5 dBm/Hz	
--------	---------	-----------	------	---------------	--

10. táblázat: Keskenysávú teljesítménykorlátok töréspontjai. Ezek a korlátok frekvenciafüggetlenek 100 Hz és 485 kHz között, és 24 dB/oktáv-al (80 dB/dekád) csökkennek 485 kHz felett.

4.3.4 HDSL.2B1Q/2 jelek (584 kbaud bérelt vonal)

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket HDSL átviteli eszközök hoznak létre két érpáron, 2B1Q vonali kódolással.

Egy jel (érpáronként) 'HDSL.2B1Q/2 jel'-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

Ha másként nem jelöljük, akkor a következő jelspecifikációk 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett érvényesek, DC távtáplálás nélkül.

4.3.4.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 14 dBm szintet, 100 Hz és 1168 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.4 fejezet.

4.3.4.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 2.64 V-os ($\pm 7\%$) szintet, 100 Hz és 1168 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.1 fejezet.

4.3.4.3 Keskenysávú jelteljesítmény

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 11. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés az 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.3 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 10.2.3 fejezet

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B _w	Spektrális teljesítmény P/B _w	
510 Hz	135 ohm	-9 dBm	1kHz	-39 dBm/Hz	A
10 kHz	135 ohm	-9 dBm	1kHz	-39 dBm/Hz	
10 kHz	135 ohm	1 dBm	10kHz	-39 dBm/Hz	A
292 kHz	135 ohm	1 dBm	10kHz	-39 dBm/Hz	
2,92 MHz	135 ohm	-79 dBm	10kHz	-119 dBm/Hz	
2,92 MHz	135 ohm	-59 dBm	1MHz	-119 dBm/Hz	B
30 MHz	135 ohm	-59 dBm	1MHz	-119 dBm/Hz	

11. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai. Ezek a határok frekvenciafüggetlenek 100 Hz és 292 kHz között, és 24 dB/oktáv-al (80 dB/dekád) csökkennek 292 kHz felett.

4.3.5 HDSL.2B1Q/3 jelek (392 kbaud bérelt vonal)

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket HDSL átviteli eszközök hoznak létre három érpáron, 2B1Q vonali kódolással.

Egy jel (érpáronként) 'HDSL.2B1Q/3 jel'-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

Ha másként nem jelöljük, akkor a következő jelspecifikációk 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett érvényesek, DC távtáplálás nélkül.

4.3.5.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 14 dBm szintet, 100 Hz és 784 kHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.4 fejezet.

4.3.5.2 Csúcsfeszültség

Hogy megfeleljen ennek a jelzésekategóriának, a legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 2.64 V-os ($\pm 7\%$) szintet, 100 Hz és 784 Hz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.1 fejezet.

4.3.5.3 Keskenysávú jelteljesítmény

Hogy megfeleljen ennek a jelzéskategóriának, a keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 12. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák határait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés az 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ETSI TS 101 135 [8], 5.8.4.3 alfejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 10.3.1.3 fejezet

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
510 Hz	135 ohm	-7 dBm	1kHz	-37 dBm/Hz	A
10 kHz	135 ohm	-7 dBm	1kHz	-37 dBm/Hz	
10 kHz	135 ohm	3 dBm	10kHz	-37 dBm/Hz	
196 kHz	135 ohm	3 dBm	10kHz	-37 dBm/Hz	
1,96 MHz	135 ohm	-77 dBm	10kHz	-117 dBm/Hz	
1,96 MHz	135 ohm	-57 dBm	1MHz	-117 dBm/Hz	B
30 MHz	135 ohm	-57 dBm	1MHz	-117 dBm/Hz	

12. táblázat: Keskenysávú teljesítménykorlátok töréspontjai. Ezek a korlátok frekvenciafüggetlenek 100 Hz és 196 kHz között, és 24 dB/oktáv-al (80 dB/dekád) csökkennek 196 kHz felett.

4.3.6 SHDSL::Fn jelek

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket multi-rate SHDSL átviteli eszközök hoznak létre egy vagy két érpáron. Ez a fejezet az ITU G.991.2 ajánlásán [9] alapul.

Vonali kódolásként ezekben a szabványokban Ungerboeck Coded Pulse Amplitude Modulation (UC-PAM) került alkalmazásra, melyet Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation (TC-PAM)-ként is ismerhetünk. Ezen belül kétféle- a TC-PAM16 és a TC-PAM32 kódolás került megvalósításra.

Az SHDSL szabvány szimmetrikus és aszimmetrikus PSD maszkokat is definiál. Ebben a fejezetben a szimmetrikus változattal foglalkozunk. A címben szereplő F_n kifejezés a vezérfrekvenciára utal, amely meghatározza az átviteli sebességet. Egy magasabb vezérfrekvenciájú jelnek szélesebb a spektruma, míg egy alacsonyabb vezérfrekvenciájú jelnek nagyobb a sávon belüli PSD-je.

A 13. táblázatban néhány példát láthatunk különböző F_n paraméterekre, illetve a hozzájuk kapcsolódó átviteli sebességeket, amennyiben az adott modulációs paramétereket használjuk. Ezek csak példák, más rendszermegvalósításoknál ugyanazokat a jeleket más módon használhatjuk

Jelkategória	F_n [kHz]	Jelsebesség [kbaud]	Bit/jel	Vonali bit sebesség [kb/s]
SHDSL::67	66.67	66.67	3	200
SHDSL::131	130.67	130.67	3	392
SHDSL::174	173.33	173.33	3	520
SHDSL::259	258.67	258.67	3	776
SHDSL::344	344	344	3	1032
SHDSL::430	429.33	429.33	3	1288
SHDSL::515	514.67	514.67	3	1544
SHDSL::686	685.33	685.33	3	2056
SHDSL::771	770.67	770.67	3	2312
SHDSL::1282	1282.67	1282.67	3	3848
SHDSL::1424	1424	1424	4	5696

13. táblázat

4.3.6.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a P_{max} szintet, 100 Hz és $2 \times F_n$ frekvenciasáv között mérve. P_{max} -nak a következő értékei lehetnek:

- 14 dBm olyan SHDSL:: F_n jelek esetén, amikor $F_n < 685\text{kHz}$
- 15 dBm olyan SHDSL:: F_n jelek esetén, amikor $F_n > 685\text{kHz}$

Referencia: ITU G.991.2 [9], B.4.1 & B.4.2 fejezet.

4.3.6.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 12 V-os ($\pm 7\%$) szintet, 100 Hz és $2 \times F_n$ frekvenciasáv között mérve.

4.3.6.3 Keskenysávú jelteljesítmény(NBSP)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 17. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A 14. táblázat megadja a szimmetrikus PSD maszkok határainak töréspontjait minden vezérfrekvenciára 67 kHz és 771 kHz között.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés a 100 Hz-es, 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ITU G.991.2 [9], B.4.1 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 11.5.3 fejezet

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
0,1 Hz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	A
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	
10 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	
10 kHz	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	A
0,1 x F _n	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	
0,275 x F _n	135 ohm	Po+40	10kHz	Po	

0,4 x Fn	135 ohm	Po-2+40	10kHz	Po-2	
0,475 x Fn	135 ohm	Po-4,5+40	10kHz	Po-4,5	
0,6 x Fn	135 ohm	Po-14+40	10kHz	Po-14	
0,9 x Fn	135 ohm	Po-45+40	10kHz	Po-45	
0,96 x Fn	135 ohm	P1+40	10kHz	P1	
1,5 MHz	135 ohm	-65	10kHz	-105	
1,5 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	B
30 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	

14. táblázat: P keskenysávú jelteljesítmény töréspontjai.

A 14. táblázatban szereplő P0 és P1 referencia teljesítményszinteket az alábbi formula alapján számolhatjuk:

$$P_0 = 10x \log_{10} \left(\frac{K_{SDSL}}{135} \right) - 10x \log_{10} \left(\frac{F_x}{F_0} \right)$$

$$P_1 = -57 - 15x \log_{10} \left(\frac{F_x}{F_0} \right)$$

$$K_{SDSL} = \begin{cases} 7,86 \rightarrow Fx < 685kHz \\ 9,9 \rightarrow Fx \geq 685kHz \end{cases}$$

$$F_0 = 1kHz$$

4.3.7 SHDSL.asym::Fn jelek

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket multi-rate SHDSL átviteli eszközök hoznak létre egy vagy két érpáron. Ez a fejezet az ITU G.991.2 ajánlásán [9] alapul.

Vonali kódolásként ezekben a szabványokban Ungerboeck Coded Pulse Amplitude Modulation (UC-PAM) került alkalmazásra, melyet Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation (TC-PAM)-ként is ismerhetünk.

Az SHDSL szabvány szimmetrikus és aszimmetrikus PSD maszkokat is definiál. Ebben a fejezetben az aszimmetrikus változattal foglalkozunk. A címben szereplő Fn kifejezés a vezérfrekvenciára utal, amely meghatározza az átviteli sebességet. Egy magasabb vezérfrekvenciájú jelnek szélesebb a spektruma, míg egy alacsonyabb vezérfrekvenciájú jelnek nagyobb a sávon belüli PSD-je.

A következő négy alosztály lett definiálva:

- SHDSL.asym::686.NT, 2048 kb/s felfelé irányú átvitel

- SHDSL.asym::686.LT, 2048 kb/s lefelé irányú átvitel
- SHDSL.asym::771.NT, 2304 kb/s felfelé irányú átvitel
- SHDSL.asym::771.LT, 2304 kb/s lefelé irányú átvitel

Ez a jelleírás technológia független. A 15. táblázat adatai csak informatív jellegűek.

Jelkategória	Fn [kHz]	Jelsebesség [kbaud]	Bit/jel	Vonali bit-sebesség [kb/s]
SHDSL::686.NT	685.33	685.33	3	2056
SHDSL::686.LT	685.33	685.33	3	2056
SHDSL::771.NT	770.67	770.67	3	2312
SHDSL::771.LT	770.67	770.67	3	2312

15. táblázat

4.3.7.1 Teljes jelteljesítmény

Az átlagos jelteljesítmény 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a P_{max} szintet, 100 Hz és 2xFn frekvenciasáv között mérve. P_{max}-nak a következő értékei lehetnek:

- 16.75 dBm SHDSL.asym::686.LT jelek esetén
- 17.00 dBm SHDSL.asym::686.NT jelek esetén
- 15.25 dBm SHDSL.asym::771.LT jelek esetén
- 15.75 dBm SHDSL.asym::771.NT jelek esetén

Referencia: ITU G.991.2 [9], B.4.1 & B.4.2 fejezet.

4.3.7.2 Csúcsfeszültség

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 135 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg V_{peak} (±7%) szintet, 100 Hz és 2xFn frekvenciasáv között mérve.

V_{peak} paraméter értékei a következők lehetnek:

- 16V SHDSL.asym::686.LT jelek esetén
- 16V SHDSL.asym::686.NT jelek esetén

- 13V SHDSL.asym::771.LT jelek esetén
- 13V SHDSL.asym::771.NT jelek esetén

4.3.7.3 Keskenysávú jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Ez a bekezdés csak az SHDSL.asym::686.NT és SHDSL.asym::771.NT jelekre vonatkozik.

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 16. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A 17. táblázat megadja az aszimmetrikus felfelé irányú SHDSL.asym::686.NT és SHDSL.asym::771.NT jelek határainak töréspontjait.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés a 100 Hz-es, 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ITU G.991.2 [9], B.4.2 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 11.6.4 fejezet

Közép-frekencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
0,1 Hz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	A
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	
10 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	

10 kHz	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	
0,1 x Fn	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	
0,275 x Fn	135 ohm	Po+40	10kHz	Po	
0,4 x Fn	135 ohm	Po-2+40	10kHz	Po-2	
0,475 x Fn	135 ohm	Po-4,5+40	10kHz	Po-4,5	
0,6 x Fn	135 ohm	Po-14+40	10kHz	Po-14	
0,9 x Fn	135 ohm	Po-45+40	10kHz	Po-45	
0,96 x Fn	135 ohm	P1+40	10kHz	P1	
1,5 MHz	135 ohm	-65	10kHz	-105	
1,5 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	B
30 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	

16. táblázat: P keskenysávú jelteljesítmény töréspontjai.

	SHDSL.asym::686.NT	SHDSL.asym::771.NT	
Fn	686	771	kHz
P0	-37.7	-39.5	dBm/Hz
P1	-99.5	-100.5	DBm/Hz

17. táblázat: Teljesítményszintek és vezérfrekvenciák NBSP határok meghatározásához aszimmetrikus felfelé irányú SHDSL jelek esetén.

4.3.7.4 Keskenysávú jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

Ez a bekezdés csak az SHDSL.asym::686.LT és SHDSL.asym::771.LT jelekre vonatkozik.

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 18. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A 19. táblázat megadja az aszimmetrikus felfelé irányú SHDSL.asym::686.LT és SHDSL.asym::771.LT jelek határainak töréspontjait.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés a 100 Hz-es, 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés az 1 MHz-es sávszélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ITU G.991.2 [9], B.4.2 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 11.6.3 fejezet

Közép-frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B _w	Spektrális teljesítmény P/B _w	
0,1 Hz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	A
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+20	100Hz	Po+1,4	
1 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	
10 kHz	135 ohm	Po+1,4+30	1kHz	Po+1,4	
10 kHz	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	
0,1 x Fn x w	135 ohm	Po+1,4+40	10kHz	Po+1,4	
0,275 x Fn x w	135 ohm	Po+0,25+40	10kHz	Po+0,25	
w	135 ohm	Po-1,1+40	10kHz	Po-1,1	
0,4 x Fn x w	135 ohm	Po-2,25+40	10kHz	Po-2,25	
0,45 x Fn x w	135 ohm	Po-4,5+40	10kHz	Po-4,5	
0,5 x Fn x w	135 ohm	Po-14+40	10kHz	Po-14	B
0,6 x Fn x w	135 ohm	Po-45+40	10kHz	Po-45	
0,9 x Fn x w	135 ohm	P1+40	10kHz	P1	
0,96 x Fn x w	135 ohm	-65	10kHz	-105	
1,5 MHz					
1,5 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	B
30 MHz	135 ohm	-50	1MHz	-110	

18. táblázat: P keskenysávú jelteljesítmény töréspontjai.

Megjegyzés: w mutatja hogy mennyi sávszélességet használnak a jelfolyamok.

	SHDSL.asym::686	SHDSL.asym::771.	
	.NT	NT	
Fn	686	771	KHz
P0	-37.7	-39.5	dBm/Hz

P1	-99.5	-100.5	dBm/Hz
w	1,6	1,5	

19. táblázat: Teljesítményszintek és vezérfrekvenciák NBSP korlátok meghatározásához aszimmetrikus felfelé irányú SHDSL jelek esetén.

4.4 Aszimmetrikus XDSL szolgáltatások jelei

4.4.1 ISDN feletti ADSL jelek

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket ADSL átviteli eszközök hoznak létre. Ezek a jelek ugyanazon a vezetékpáron, az ISDN jelek mellett is működnek.

Egy jel 'ISDN feletti ADSL jel'-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

4.4.1.1 Teljes jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 19,83 dBm szintet, 4 kHz és 3 MHz frekvenciasáv között mérve.

Amennyiben a felfelé irány teljesítmények mérései azt mutatják, hogy a „downstream power back-off” szükséges, mint ahogy az a letöltési Teljesítmény Sűrűség Spektrum-nál (downstream PSD) le van írva, akkor a maximális átviteli teljesítményt ennek megfelelően csökkenteni kell.

Referencia: ETSI TS 101 388 [11], 5.2 alfejezet.

4.4.1.2 Teljes jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 19,83 dBm szintet, 4 kHz és 3 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 388 [11], 5.2 alfejezet.

4.4.1.3 Csúcsfeszültség (mindkét irányban)

A legnagyobb impulzus névleges csúcsfeszültsége 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 7,5 V-os szintet, 100 Hz és 1MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ETSI TS 101 388 [11], 5.4 alfejezet.

4.4.1.4 Keskenysávú jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 20. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti

frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sáv szélességekre utalnak.

Az A jelölés a 100 Hz-es, 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés a 100 kHz-es és 1 MHz-es sáv szélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: ETSI TS 101 388 [11], 5.4 fejezet.

Referencia: ITU-G992.1 [12], B.1.3 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 11.3.4 fejezet

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendsze r sáv szélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
0,1 kHz	100 ohm	-70 dBm	100Hz	-90 dBm/Hz	A
1 kHz	100 ohm	-70 dBm	100Hz	-90 dBm/Hz	
1 kHz	100 ohm	-60 dBm	1kHz	-90 dBm/Hz	
4 kHz	100 ohm	-60 dBm	1kHz	-90 dBm/Hz	
4 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
50 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
80 kHz	100 ohm	-41,8 dBm	10kHz	-81,8 dBm/Hz	
120 kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10kHz	-36,5 dBm/Hz	
1104kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10kHz	-36,5 dBm/Hz	
3093 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	B
30000 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
100 kHz	100 ohm	PBO +50 dBm	100kHz	PBO dBm/Hz	
1104 kHz	100 ohm	PBO +50 dBm	100kHz	PBO dBm/Hz	
3093 kHz	100 ohm	-40 dBm	100kHz	-90 dBm/Hz	

3093 kHz	100 ohm	-30 dBm	1MHz	-90 dBm/Hz	
4545 kHz	100 ohm	-50 dBm	1MHz	-110 dBm/Hz	
30000 kHz	100 ohm	-50 dBm	1MHz	-110 dBm/Hz	

20. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai. A P BO paraméter értékei a 14. táblázatban találhatók, és függnek a felfelé irányú teljesítménytől.

Power back-off: A maximális lefelé irányú jelteljesítményt csökkenteni kell, amikor a felfelé irányú teljesítmény a meghatározott érték felett van. Ha a teljes felfelé irányú teljesítmény 170,34 kHz és 222,09 kHz (ADSL vivő 41-50) között nagyobb mint 0 dBm 100 ohm-os terhelés mellett, akkor a P BO paraméter nem haladhatja meg a 14. táblázatban megadott értékeket. A felfelé irányú teljesítményméréseket ± 1 dB-es vagy jobb pontossággal kell elvégezni.

Referencia: ETSI TS 101 388 [11], 7.17 alfejezet. (40-51 alvivők, ezek a felhasznált értékek).

Referencia: ITU-T G.992.1 [12], B.3.3 alfejezet. (36-51 alvivők, nem használt értékek).

Felfelé irányú teljesítmény (dBm)	< 0	< 1,5	< 3	< 4,5	< 6	< 7,5	< 9
P BO	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52

21. táblázat: P BO paraméter meghatározása

4.4.1.5 Keskenysávú jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 22. táblázatban leírt határokat, a 100 Hz és 30 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

A táblázat utolsó oszlopában lévő A és B jelölések a mérési módszerhez tartozó sávszélességekre utalnak.

Az A jelölés a 100 Hz-es, 1 kHz-es és 10 kHz-es, míg a B jelölés a 100 kHz-es és 1 MHz-es sávszélességgel, csúszó ablak (sliding window) módszerrel felvett spektrális teljesítmény sűrűség határértékeket mutatja.

Referencia: TS 101 388 [11], 6.10 fejezet.

Referencia: ITU-G992.1 [12], B.2.2 fejezet.

Referencia: ETSI TR 101 830-1 [21], 11.3.5 fejezet

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w	
0,1 kHz	100 ohm	-70 dBm	100Hz	-90 dBm/Hz	A
1 kHz	100 ohm	-70 dBm	100Hz	-90 dBm/Hz	
1 kHz	100 ohm	-60 dBm	1kHz	-90 dBm/Hz	
4 kHz	100 ohm	-60 dBm	1kHz	-90 dBm/Hz	
4 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
50 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
80 kHz	100 ohm	-41,8 dBm	10kHz	-81,8 dBm/Hz	
120 kHz	100 ohm	+5,5 dBm	10kHz	-34,5 dBm/Hz	
276kHz	100 ohm	+5,5 dBm	10kHz	-34,5 dBm/Hz	
614 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	B
30000 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz	
120 kHz	100 ohm	+12 dBm	100kHz	-38 dBm/Hz	
276 kHz	100 ohm	+12 dBm	100kHz	-38 dBm/Hz	
614 kHz	100 ohm	-40 dBm	100kHz	-90 dBm/Hz	
1221 kHz	100 ohm	-40 dBm	100kHz	-90 dBm/Hz	
1221 kHz	100 ohm	-30 dBm	1MHz	-90 dBm/Hz	
1630 kHz	100 ohm	-50 dBm	1MHz	-110 dBm/Hz	
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	1MHz	-110 dBm/Hz	
30000 kHz	100 ohm	-50 dBm	1MHz	-110 dBm/Hz	

22. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai**4.4.2 ISDN feletti ADSL2 jelek**

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket ADSL2 átviteli eszközök hoznak létre. Ezek a jelek ugyanazon a vezetékpáron, az ISDN jelek mellett is működnek.

Egy jel ISDN feletti ADSL2 jel-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

4.4.2.1 Teljes jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 19,9 dBm szintet, 0 Hz és 11,040 MHz frekvenciasáv között mérve.

Amennyiben a felfelé irány teljesítmények mérései azt mutatják, hogy a „downstream power back-off” szükséges, mint ahogy az a letöltési Teljesítmény Sűrűség Spektrum-nál (downstream PSD) le van írva, akkor a maximális átviteli teljesítményt ennek megfelelően csökkenteni kell.

Referencia: ITU-T G.992.3 [13], B.1.2.2 alfejezet.

4.4.2.2 Teljes jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 13,3 dBm szintet, 0 Hz és 11,040 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.992.3 [13], B.2.2.2 alfejezet.

4.4.2.3 Keskenysávú jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 23. táblázatban leírt határokat, a 0 Hz és 11,040 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

Referencia: ITU-G992.3 [13], B.1.3 fejezet.

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w
0 Hz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
93,1 kHz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
209 kHz	100 ohm	-22 dBm	10 kHz	-62 dBm/Hz
254 kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10 kHz	-36,5 dBm/Hz

1104 kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10kHz	-36,5 dBm/Hz
3093 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz
11040 kHz	100 ohm	-70 dBm	10kHz	-110 dBm/Hz
30000 kHz	100 ohm	-70 dBm	10kHz	-110 dBm/Hz
3093 kHz	100 ohm	-30 dBm	1 MHz	-90 dBm/Hz
4545 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz

23. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai.

4.4.2.4 Keskenysávú jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 24. táblázatban leírt határokat, a 0 Hz és 11,040 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

Referencia: ITU-G992.3 [13], B.2.2 fejezet.

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w
0 Hz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
50 kHz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
80 kHz	100 ohm	-41,8 dBm	10 kHz	-81,8 dBm/Hz
120 kHz	100 ohm	-5,5 dBm	10 kHz	-34,5 dBm/Hz
276 kHz	100 ohm	-5,5 dBm	10kHz	-34,5 dBm/Hz
614 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz
1221 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	10kHz	-90 dBm/Hz
1221 kHz	100 ohm	-30 dBm	1 MHz	-90 dBm/Hz
1630 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz
11040 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz

24. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai.

4.4.3 ISDN feletti ADSL2+ jelek

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket ADSL2+ átviteli eszközök hoznak létre. Ezek a jelek ugyanazon a vezetékpáron, az ISDN jelek mellett is működnek.

Egy jel 'ISDN feletti ADSL2+ jel'-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

4.4.3.1 Teljes jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 19,9 dBm szintet, 0 Hz és 11,040 MHz frekvenciasáv között mérve.

Amennyiben a felfelé irány teljesítmények mérései azt mutatják, hogy a „downstream power back-off” szükséges, mint ahogy az a letöltési Teljesítmény Sűrűség Spektrum-nál (downstream PSD) le van írva, akkor a maximális átviteli teljesítményt ennek megfelelően csökkenteni kell.

Referencia: ITU-T G.992.5 [14], B.1.2.2 alfejezet.

4.4.3.2 Teljes jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 13,3 dBm szintet, 0 Hz és 11,040 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.992.5 [14], B.2.2.2 alfejezet.

4.4.3.3 Keskenysávú jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 25. táblázatban leírt határokat, a 0 Hz és 12 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

Referencia: ITU-G992.5 [14], B.1.3 fejezet.

Közép- frekvencia	Impedancia	Jelszint	Mérőrendszer sávszélessége	Spektrális teljesítmény
F	R	P	B_w	P/B_w

0 Hz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
93,1 kHz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
209 kHz	100 ohm	-22 dBm	10 kHz	-62 dBm/Hz
254 kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10 kHz	-36,5 dBm/Hz
1104 kHz	100 ohm	+3,5 dBm	10kHz	-36,5 dBm/Hz
1622 kHz	100 ohm	-6,5 dBm	10kHz	-46,5 dBm/Hz
2208 kHz	100 ohm	-7,8 dBm	10kHz	-47,8 dBm/Hz
2500 kHz	100 ohm	-19,4 dBm	10kHz	-59,4 dBm/Hz
3001,5kHz	100 ohm	-40 dBm	10kHz	-80 dBm/Hz
3175 kHz	100 ohm	-60 dBm	10kHz	-100 dBm/Hz
12000 kHz	100 ohm	-60 dBm	10kHz	-100 dBm/Hz
3750 kHz	100 ohm	-40 dBm	1 MHz	-100 dBm/Hz
4545 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz
7225 kHz	100 ohm	-52 dBm	1 MHz	-112 dBm/Hz
12000 kHz	100 ohm	-52 dBm	1 MHz	-112 dBm/Hz

25. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai.**4.4.3.4 Keskenysávú jelteljesítmény (csak felfelé irányban)**

A keskenysávú jelteljesítmény (NBSP) R rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a 26. táblázatban leírt határokat, a 0 Hz és 12 MHz közötti frekvenciasáv bármely pontján. Ez a táblázat meghatározza ezeknek a határoknak a töréspontjait. A közbülső frekvenciák korlátjait úgy kapjuk, hogy a töréspontokat egy egyenessel összekötjük egy logaritmikus (Hz) – lineáris (dB) skálán.

Az NBSP egy jel átlagos P teljesítménye R rezisztív terhelés mellett, B_w teljesítménysávon belül.

Referencia: ITU-G992.5 [14], B.2.2 fejezet.

Közép- frekvencia F	Impedancia R	Jelszint P	Mérőrendszer sávszélessége B_w	Spektrális teljesítmény P/B_w
0 Hz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
50 kHz	100 ohm	-50 dBm	10 kHz	-90 dBm/Hz
80 kHz	100 ohm	-41,8 dBm	10 kHz	-81,8 dBm/Hz
120 kHz	100 ohm	-5,5 dBm	10 kHz	-34,5 dBm/Hz

276 kHz	100 ohm	-5,5 dBm	10kHz	-34,5 dBm/Hz
508,8 kHz	100 ohm	-58 dBm	10kHz	-98 dBm/Hz
686 kHz	100 ohm	-60 dBm	10kHz	-100 dBm/Hz
527,5 kHz	100 ohm	-60 dBm	10kHz	-100 dBm/Hz
12000 kHz	100 ohm	-60 dBm	10kHz	-100 dBm/Hz
1411 kHz	100 ohm	-40 dBm	1 MHz	-100 dBm/Hz
1630 kHz	100 ohm	-50 dBm	1 MHz	-110 dBm/Hz
5275 kHz	100 ohm	-52 dBm	1 MHz	-112 dBm/Hz -
12000 kHz	100 ohm	-52 dBm	1 MHz	112 dBm/Hz

26. táblázat: Keskenysávú teljesítményhatárok töréspontjai.

4.4.4 ISDN feletti VDSL2 jelek - 8b profil

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket VDSL2 átviteli eszközök hoznak létre. Ezek a jelek ugyanazon a vezetékpáron, az ISDN jelek mellett is működnek.

Egy jel ISDN feletti VDSL2 jel-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

4.4.4.1 Teljes jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

A maximális jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a +20.5 dBm szintet, 0 Hz és 8,5 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.4.2 Teljes jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a +14.5 dBm szintet, 0 Hz és 8,5 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.4.3 „Upstream” PSD maszk követelmények

Paraméter	Paraméter érték 8b profilnál
Maximum aggregált “downstream” teljesítmény (dBm)	+20.5
Maximum aggregált “upstream” teljesítmény (dBm)	+14.5
DMT vivő távolság (kHz)	4.3125
USO upstream sáv használata	Igen
Minimum netto kétirányú adatsebesség (MBDC)	50 Mbit/s
Aggregált interleaving és deinterleaving késleltetés (oktet)	65,536
Maximum interleaving mélység (D_{max})	2048
Parameter $(1/S)_{max}$ downstream	24
Parameter $(1/S)_{max}$ upstream	12
Legmagasabb “downstream” vivő index (felső sávhatár MHz-ben)	1971 (8.5)
Legmagasabb “upstream” vivő index (felső sávhatár MHz-ben)	1205 (5.2)

27. táblázat

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.4.3 „Upstream” PSD maszk követelmények

Band Plan	998-M2x-B
kHz	dBm/Hz
0	-97.5
4	-97.5
4	-92.5
25.875	-92.5
50	-90
80	-81.8
120	-34.5
138	-34.5
225	-34.5
243	-34.5
276	-34.5
307	Interp
493.41	Interp
508.8	-98
686	-100
783	-100
2825	-100
3000	-100
3000	-100
3575	-100
3750	-80
3750	-51.2
5100	Interp
5100	Interp
5200	-52.7
5200	-80
5275	Interp
5375	-100

6875	-100
7050	-100
7050	-100
8325	-100
8500	-100
8500	-100
10000	-100
12000	-100
12000	-100
12175	-100
14350	-100
14351	-100
14526	-100
30000	-100

28. táblázat

4.4.4.4 „Downstream” PSD maszk követelmények

Band Plan	998-M2x-B
kHz	dBm/Hz
0	-97.5
4	-97.5
4	-92.5
80	-92.5
101.2	-92.5
138	Interp
138	Interp
227.11	-62
276	-48.5
276	-36.5
1104	-36.5
1622	-46.5
2208	-48
2236	Interp
2249	Interp
2500	Interp
3000	Interp
3000	Interp
3175	Interp
3750	-51.2
3750	-80
3925	-100
4925	-100
5025	-100
5100	Interp
5100	Interp
5200	-80
5200	-52.7
7050	Interp

7050	Interp
7225	Interp
8500	-54.8
8500	-80
8675	-100
30000	-100

29. táblázat

4.4.5 ISDN feletti VDSL2 jelek – 17a profil

Ez a kategória olyan jeleket takar, amelyeket VDSL2 átviteli eszközök hoznak létre. Ezek a jelek ugyanazon a vezetékpáron, az ISDN jelek mellett is működnek.

Egy jel ISDN feletti VDSL2 jel-nek minősül, ha az alábbi bekezdések érvényesek rá nézve.

4.4.5.1 Teljes jelteljesítmény (csak lefelé irányban)

A maximális jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a +14.5 dBm szintet, 0 Hz és 8,5 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.5.2 Teljes jelteljesítmény (csak felfelé irányban)

Az átlagos jelteljesítmény 100 ohm-os rezisztív terhelés mellett nem haladhatja meg a +14.5 dBm szintet, 0 Hz és 8,5 MHz frekvenciasáv között mérve.

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.5.3 „Upstream” PSD maszk követelmények

Paraméter	Paraméter érték 17a profilnál
Maximum aggregált “downstream” teljesítmény (dBm)	+14.5
Maximum aggregált “upstream” teljesítmény (dBm)	+14.5
DMT vivő távolság (kHz)	4.3125
USO upstream sáv használata	Igen
Minimum netto kétirányú adatsebesség (MBDC)	100 Mbit/s
Aggregált interleaving és deinterleaving késleltetés (oktet)	98,304
Maximum interleaving mélység (D_{max})	3072
Parameter $(1/S)_{max}$ downstream	48
Parameter $(1/S)_{max}$ upstream	24
Legmagasabb “downstream” vivő index (felső sávhatár MHz-ben)	4096 (17.6)
Legmagasabb “upstream” vivő index (felső sávhatár MHz-ben)	2782 (12)

30. táblázat

Referencia: ITU-T G.993.2 [18], 6.1 alfejezet.

4.4.5.3 „Upstream” PSD maszk követelmények

Band Plan	998 ADE17 M2x-B
kHz	dBm/Hz
0	-97.5
4	-97.5
4	-92.5
25.875	-92.5
50	-90
80	-81.8
120	-34.5
138	-34.5
225	-34.5
243	-34.5
276	-34.5
307	Interp
493.41	Interp
508.8	-98
686	-100
783	-100
2825	-100
3000	-100
3000	-100
3575	-100
3750	-80
3750	-51.2
5100	Interp
5100	Interp
5200	-52.7
5200	-80
5375	-100

6875	-100
7050	-100
7050	-100
8325	-100
8500	-80
8500	-54.8
10000	-55.5
12000	-56.5
12000	-80
12175	-100
14350	-100
14351	-100
14526	-100
30000	-100

31. táblázat

4.4.5.4 „Downstream” PSD maszk követelmények

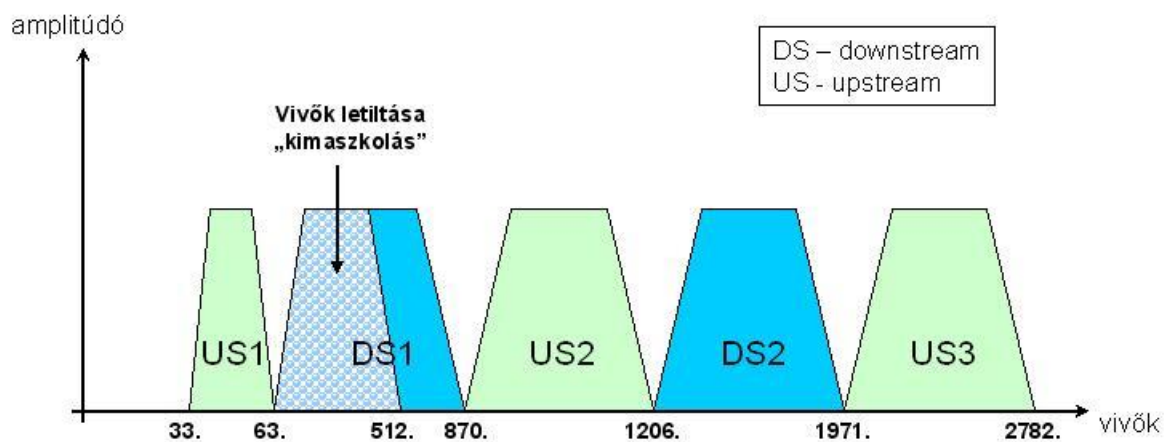
Band Plan	998 ADE17 M2x-B
kHz	dBm/Hz
0	-97.5
4	-97.5
4	-92.5
80	-92.5
101.2	-92.5
138	Interp
138	Interp
227.11	-62
276	-48.5
276	-36.5
1104	-36.5
1622	-46.5
2208	-48
2249	Interp
2500	Interp
3000	Interp
3000	Interp
3175	Interp
3750	-51.2
3750	-80
3925	-100
4925	-100
5025	-100
5200	-80
5200	-52.7
7050	Interp
7050	Interp
7225	Interp

8500	-54.8
8500	-80
8675	-100
11825	-100
12000	-80
12000	-56.5
13825	-56.5
14000	-56.5
14000	-56.5
17664	-56.5
21000	-80
21450	-100
24890	-100
30000	-100

32. táblázat

4.4.6 Módosított VDSL2 PSD követelmény

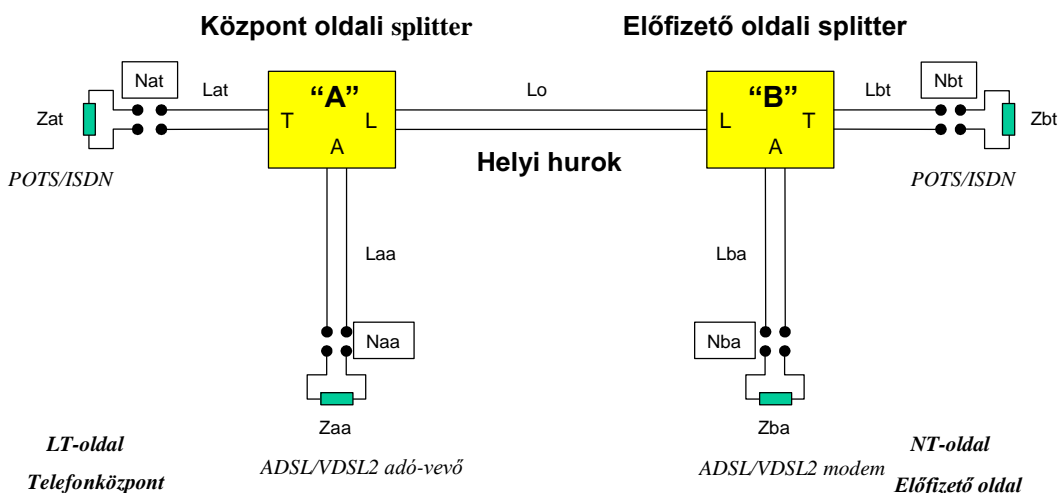
A 3. fejezet 3-as konfigurációjában alkalmazott maszkolás során a Nagyelosztóban elhelyezett DSLAM-ok VDSL2 portjain lefelé irányban (downstream) az $512 \div 1971$ vivők (2208 – 8500 kHz) használata módosítás nélkül engedélyezett, míg a $63 \div 511$ vivők (271.68 – 2208 kHz) az ITU-T G.993.2 DPBO beállítás szerinti maszkolásra kell kerüljenek.



2. ábra

5.1 Áttekintés

Az Elválasztó Szűrő beiktatási csillapítása a létező ISDN-BRA vonalakra alacsony kell legyen, az Előfizetői ér páron ténylegesen működő szolgáltatás(ok) teljesítőképesség romlásának elkerülése végett. Egy tökéletes Elválasztó Szűrő ezért, közel transzparens az áteresztő tartományban. A közel transzparencia két port között itt azt jelenti, hogy az áteresztő tartomány átviteli csillapítása közel 0 dB, miközben az egyik port bemeneti impedanciája a vonal hullámimpedanciájával egyezik, a másik a terheléstől függően (ISDN-BRA) meghatározott értékek között változtatható. Az Elválasztó Szűrő megvalósítható az ADSL/VDSL2 adó-vevőktől függetlenül, különálló egységként vagy az ADSL/VDSL2 modembe integrálva, annak részét képezheti.

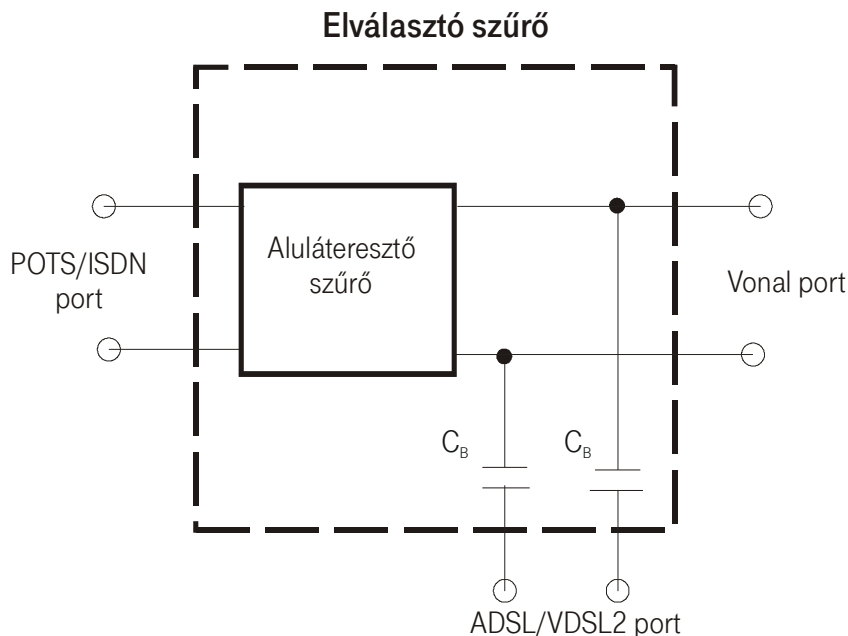


3. ábra: ADSL Elválasztó Szűrő konfiguráció – funkcionális diagram

A központi oldalon és az előfizetői oldalon passzív és azonos elektromos jellemzőjű, a 30. és 31. táblázatokban megadott elektromos paraméterű Elvásztó Szűrőket kell alkalmazni. Az Elvásztó Szűrőnek biztosítania kell mind POTS, mind pedig ISDN alkalmazása esetén a 30. és 31. táblázatokban megadott impedancia lezárásokat a megfelelő portokon, elkerülve ezzel pl. az illesztetlenségből származó visszhangok minőségrontó hatását POTS alkalmazás esetén.

5.2 Az elválasztó szűrő felépítése

Az Elválasztó Szűrőnek tartalmaznia kell az aluláteresztő szűrőt, a felüláteresztő szűrőt és a DC blocking funkciót (C_B).



4. ábra: A központ oldali/előfizető oldali elválasztó szűrő

5.3 A POTS/ISDN felett működő Elválasztó Szűrővel kapcsolatos egyéb követelmények

A Helyi Hurok mindkét végén telepített POTS/ISDN Elválasztó Szűrőnek képesnek kell lennie az ETSI TS 102 080 [7] ANNEX A (2B1Q line code) szabvány szerinti ISDN BRA jeleknek az ADSL/VDSL2 jelektől való elválasztására. A minimális garantált teljesítőképesség biztosítása érdekében, a következő követelmények teljesítése szükséges:

- A végpontok közötti beiktatási csillapítás értéke az Naa-ponttól az Nba-pontig (1. ábra) - beleértve az Elválasztó Szűrő áteresztő tartománybeli csillapítását is - nem haladhatja meg az ETSI TS 101 388 [11] 5.2 fejezetében, ill. TS 101 270-1 V1.2.1 [19] 9.2 fejezetében specifikált teszthurkok csillapítás értékeit.
- Az Laa- és Lba szakaszok hossza, az ETSI TS 102 080 ANNEX A (2B1Q line code) szabvány szerinti ISDN BRA átvitel mellett, nem haladhatja meg a 100 m-t (külön-külön).
- Az Lat+Lbt+Lo szakaszok együttes hossza ISDN 2B1Q átvitelnél nem haladhatja meg a TS 102 080-as szabvány 6-os fejezete hurokcsillapítás követelményeinek 4.5 dB-el történő csökkentett értékeit (a 4.5 dB-es csökkentés az Elválasztó Szűrők és a párhuzamos ADSL átvitel következménye).

5.4 Elektromos paraméterek**5.4.1 Az ADSL Elválasztó Szűrők követelményei**

Az Elválasztó Szűrő elektromos paramétereinek meg kell felelniük az ETSI TS 101 952-1-4 v1.1.1 (2002-11) [16] szabvány szerinti, a 30. táblázatban közölt értékeknek.

Elválasztó szűrő paraméterek		Elektromos követelmények	
		Frekvencia tartomány	Határértékek a kombinált (POTS/ISDN) szűrőre
Működési frekvencia tartomány			
Aluláteresztő szűrő frekvencia tartománya		DC to 80 kHz	
Feluláteresztő szűrő frekvencia tartománya		120 kHz - 1104 kHz	
DC követelmények			
Az egyenáramú ellenállás a VONAL (POTS/ISDN) „a” és „b” ága között a POTS/ISDN (LINE) rövidre zárása esetén			< 12.5 ohm
Az egyenáramú ellenállás az „a” és „b” ág között 100V DC-vel vizsgálva			> 5 MΩohm
Lezáró impedanciák			
Z _{ADSL} : az ADSL port lezáró impedanciája a C _B blokkoló kapacitás nélkül			41.8 nF + (100 ohm 82 uH) + 41.8 nF
C _B = blokkoló kapacitás			27 nF
Z _{POTS}			600 ohm
Z _{ISDN}			135 ohm
Z _{LINE}			600 ohm (hangfrekvenciás átvitel mérésekhez), Z _{sl} (600)=82 ohm + (600 ohm X 68 nF) ETSI TS 101 952-1-1 szerint POTS sávi reflexió mérésekhez, 135 ohm (ISDN), 100 ohm (ADSL)
Az aluláteresztő szűrő áteresztő sávi követelményei a POTS/ISDN és Vonal portok között			
Beiktatási csillapítás	200 Hz - 3600 Hz		< 1 dB (600 ohm)
	1 kHz - 40 kHz		< 0.8 dB (135 ohm)
	40 kHz - 80 kHz		< 2 dB (135 ohm)
Az aluláteresztő szűrő záró sávi követelményei a POTS/ISDN és Vonal portok között			
Záró csillapítás	150 kHz - 1104 kHz		> 65 dB (100 ohm)
	1104kHz - 2208 kHz		> 55 dB (100 ohm)
Az aluláteresztő szűrő reflexiós csillapítás követelményei a POTS/ISDN porton			
Reflexiós csillapítás a POTS sávban	300 Hz - 3400 Hz		Feleljen meg az ETSI TS 101-952-1-4 (2002-11) 6.4.1 pont, 9. ábra határértékeinek.
Reflexiós csillapítás az ISDN sávban	1 kHz - 40 kHz		> 16 dB (135 ohm)
	40 kHz - 80 kHz		> 14 dB (135 ohm)
Az aluláteresztő szűrő szimmetria csillapítása a POTS/ISDN és Vonal portokon			
A hosszanti szimmetria csillapítás (Longitudinal Conversion Loss: LCL)	50 Hz – 600 Hz		> 40 dB (600 ohm)
	600 Hz – 3400 Hz		> 46 dB (600 ohm)
	3400 Hz - 4000 Hz		> 40 dB (600 ohm)

	4 kHz - 30 kHz	> 40 dB (135 ohm)
	30 kHz – 1104 kHz	> 50 dB (135 ohm)
	1104 kHz - 5 MHz	> 30 dB (135 ohm)
Az aluláteresztő szűrő csoportfutásidő torzítása a POTS/ISDN és Vonal portok között		
Csoportfutásidő torzítás	200 Hz - 600 Hz	< 250 µs (600 ohm)
	600 Hz – 3200 Hz	< 200 µs (600 ohm)
	3200 Hz – 4000 Hz	< 250 µs (600 ohm)
	80 kHz-ig	< 20 µs (135 ohm)
A felüláteresztő szűrő csillapítás követelményei az áteresztő sávban az ADSL és Vonal portok között		
Beiktatási csillapítás	120 kHz - 170 kHz	< 3 dB (100 ohm)
	170 kHz - 2208 kHz	< 1 dB (100 ohm)

30. táblázat: Az univerzális (POTS/ISDN) elválasztó szűrő követelményei

5.4.2 A VDSL2 Elválasztó Szűrő követelményei

Az Elválasztó Szűrő elektromos paramétereinek meg kell felelniük az ETSI TS 101 952-2-3 V1.1.1 (2003-03) [20], ill. ITU-T G.993.2 'B' Függelék [18] alapján, a 31. táblázatban megadott értékeknek

Elválasztó szűrő paraméterek	Elektromos követelmények	
	Frekvencia tartomány	Határértékek a kombinált (POTS/ISDN) szűrőre
Működési frekvencia tartomány		
Aluláteresztő szűrő frekvencia tartománya	DC to 80 kHz	
Felüláteresztő szűrő frekvencia tartománya	120 kHz - 30 MHz	
DC követelmények		
Az egyenáramú ellenállás a VONAL (POTS/ISDN) „a” és „b” ága között a POTS/ISDN (LINE) rövidre zárása esetén		< 12.5 ohm
Az egyenáramú ellenállás az „a” és „b” ág között 120V DC-vel vizsgálva		> 5 Mohm
Lezáró impedanciák		
Z_{VDSL} : a VDSL port lezáró impedanciája a C_B blokkoló kapacitás nélkül		$22,1 \text{ nF} + (135 \text{ ohm} \parallel 110,7 \text{ uH}) + 22,1 \text{ nF}$
C_B = blokkoló kapacitás		27 nF
Z_{POTS}		600 ohm
Z_{ISDN}		135 ohm
Z_{LINE}		600 ohm (hangfrekvenciás átvitel mérésekhez), $Z_{sl}(600)=82 \text{ ohm} + (600 \text{ ohm} \times 68 \text{ nF})$ ETSI TS 101 952-1-1 szerint POTS sávi reflexió mérésekhez, 135 ohm (ISDN), 100 ohm (VDSL)
Az aluláteresztő szűrő áteresztő sávi követelményei a POTS/ISDN és Vonal portok között		
Beiktatási csillapítás	200 Hz - 3600 Hz	< 1 dB (600 ohm)
	1 kHz - 40 kHz	< 0.8 dB (135 ohm)
	40 kHz - 80 kHz	< 2 dB (135 ohm)

Az aluláteresztő szűrő záró sávi követelményei a POTS/ISDN és Vonal portok között		
Záró csillapítás	150 kHz - 12 MHz	> 65 dB (100 ohm)
	12 MHz – 30 MHz	> 55 dB (100 ohm)
Az aluláteresztő szűrő reflexiós csillapítás követelményei a POTS/ISDN porton		
Reflexiós csillapítás a POTS sávban	300 Hz - 3400 Hz	Feleljen meg az ETSI TS 101-952-1-4 (2002-11) 6.4.1 pont, 9. ábra határértékeinek.
Reflexiós csillapítás az ISDN sávban	1 kHz - 40 kHz	> 16 dB (135 ohm)
	40 kHz - 80 kHz	> 14 dB (135 ohm)
Az aluláteresztő szűrő szimmetria csillapítása a POTS/ISDN és Vonal portokon		
A hosszanti szimmetria csillapítás (Longitudinal Conversion Loss: LCL)	50 Hz – 600 Hz	> 40 dB (600 ohm)
	600 Hz – 3400 Hz	> 46 dB (600 ohm)
	3400 Hz - 4000 Hz	> 40 dB (600 ohm)
	4 kHz - 30 kHz	> 40 dB (135 ohm)
	30 kHz – 1104 kHz	> 46 dB (135 ohm)
	1104 kHz - 12 MHz	> 45 dB (135 ohm)
	12 MHz – 30 MHz	> 40 dB (135 ohm)
Az aluláteresztő szűrő csoportfutásidő torzítása a POTS/ISDN és Vonal portok között		
Csoportfutásidő torzítás	200 Hz - 600 Hz	< 250 µs (600 ohm)
	600 Hz – 3200 Hz	< 200 µs (600 ohm)
	3200 Hz – 4000 Hz	< 250 µs (600 ohm)
	80 kHz-ig	< 20 µs (135 ohm)
A felüáteresztő szűrő csillapítás követelményei az áteresztő sávban a VDSL és Vonal portok között		
Beiktatási csillapítás	120 kHz - 170 kHz	< 3 dB (100 ohm)
	170 kHz – 12 MHz	< 1 dB (100 ohm)
	12 MHz – 30 MHz	< 1 dB (100 ohm)

31. táblázat: A (POTS/ISDN) VDSL2 Elválasztó Szűrő követelményei

6. Referenciák

6.1 POTS JELEK

[1] TBR 21 Terminal Equipment (TE); Attachment requirements for pan-European approval for connection to the analogue Public Switched Telephone Networks (PSTNs) of TE (excluding TE supporting the voice telephony service) in which network addressing, if provided, is by Dual Tone Multi Frequency (DTMF) signalling.

[2] MSZ ETS 300 001:1998 “Attachments to Public Switched Telephone Network (PSTN); General technical requirements for equipment connected to an analogue subscriber interface in the PSTN. Chapter 5: Calling function.

6.2 ANALÓG BÉRELT VONALAK

[3] MSZ ETS 300 448:1997 “Business TeleCommunications (BTC); Ordinary quality voice bandwidth 2-wire analogue leased line (A2O); Connection characteristics and network interface presentation”.

[4] MSZ ETS 300 451:1997 “Business TeleCommunications (BTC); Ordinary quality voice bandwidth 4-wire analogue leased line (A4O); Connection characteristics and network interface presentation”.

[5] MSZ ETS 300 450:1997 “Business TeleCommunications (BTC); Ordinary and Special quality voice bandwidth 2-wire analogue leased lines (A2O and A2S); Terminal equipment interface”.

[6] MSZ ETS 300 453:1997 “Business TeleCommunications (BTC); Ordinary and Special quality voice bandwidth 4-wire analogue leased lines (A4O and A4S); Terminal equipment interface”.

6.3 ISDN

[7] ETSI TS 102 080 - V1.4.1(2003-07): "Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines".

6.4 HDSL

[8] ETSI TS 101 135 (V1.5.3): "Transmission and Multiplexing (TM); High bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission systems on metallic local lines; HDSL core specification and applications for combined ISDN-BA and 2 048 kbit/s transmission".

6.5 S(H)DSL

[9] ITU-T Recommendation G.991.2: “Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers, Amendment 2”.

[10] ETSI TS 101 524-v1.3.1 (2005-02): Access transmission system on metallic access cables; Symmetric single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL)

6.6 ADSL

[11] ETSI TS 101 388 V1.3.1 (2002-05): "Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) European specific requirements

[12] ITU-T Recommendation G.992.1 (06/1999): "Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers".

[13] ITU-T Recommendation G.992.3 (09/2005): "Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2)". Amendment 1.

- [14] ITU-T Recommendation G.992.5 (01/2005): "Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers – Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2+)".
- [15] ETSI TR 101 728 v1.2.1 (2002-05): "Study for the specification of the low pass section of POTS/ADSL splitters".
- [16] ETSI TS 101 952-1-4 v1.1.1 (2002-11): ADSL splitters for European deployment: Sub-part 4: Specification of ADSL over „ISDN or POTS” universal splitters.
- [17] ETSI TS 101 952-1-1 v1.1.1 (2002-05): Access network xDSL transmission filters; Part 1: ADSL splitters for European deployment; Sub-part 1: Specification of low pass part of ADSL/POTS splitters

6.7 VDSL

- [18] G.993.2 (2006-02): Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL) Transceivers 2
- [19] ETSI TS 101 270-1 V1.2.1 (1999-10): Transmission and multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Very high speed Digital Subscriber Line VDSL); Part 1: Functional requirements.
- [20] ETSI TS 101 952-2-3 V1.1.1 (2003-03): Access network xDSL transmission filters; Part 2: VDSL splitters for European deployment; Sub-part 3: Specification of Local Exchange (LE) and the user side near the Network Termination Port (NTP)

6.8 Általános

- [21] ETSI TR 101 830-1 V1.4.1 (2006-03): Spectral management on metallic access networks; Part 1: Definitions and signal library

ETSI TR 101 830-2 V1.1.1 (2005-10): Spectral management on metallic access networks; Part 2: Technical methods for performance evaluations

6.9 Eltérő spektrumú ADSL kezelése

A Magyar Telekom hálózata integritásának megőrzésére spektrum gazdálkodási irányelveket dolgozott ki, amelyek a különböző ADSL típusok (ADSL, ADSL2, ADSL2+) Mellékleteiben (Annex) definiált üzemmódok közül az Annex B és Annex J kiválasztása jelenti az optimális spektrum menedzselést.

Ezért alapvetően az Annex B és Annex J üzemmódot támogatja a Magyar Telekom

Egyéb a Jogosult által igényelt üzemmódok (Annex A, Annex M, stb.) alkalmazása esetén az adott helyi hurok műszaki jellemzőinek (az átengedés lehetőségeinek és korlátainak) megállapítása egyedi alkalmassági vizsgálat útján történik.

Ezen változatok támogatása az egyedi esetekben csak akkor lehetséges, ha az nem okoz spektrumproblémákat, és nem veszélyezteti a Magyar Telekom hálózatának integritását.

6.10 VDSL Bonding

[22] ITU-T Recommendation G.998.2.: Ethernet-based multi-pair bonding

6.11 VDSL Vectoring

[23] ITU-T Recommendation G.993.5: Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers