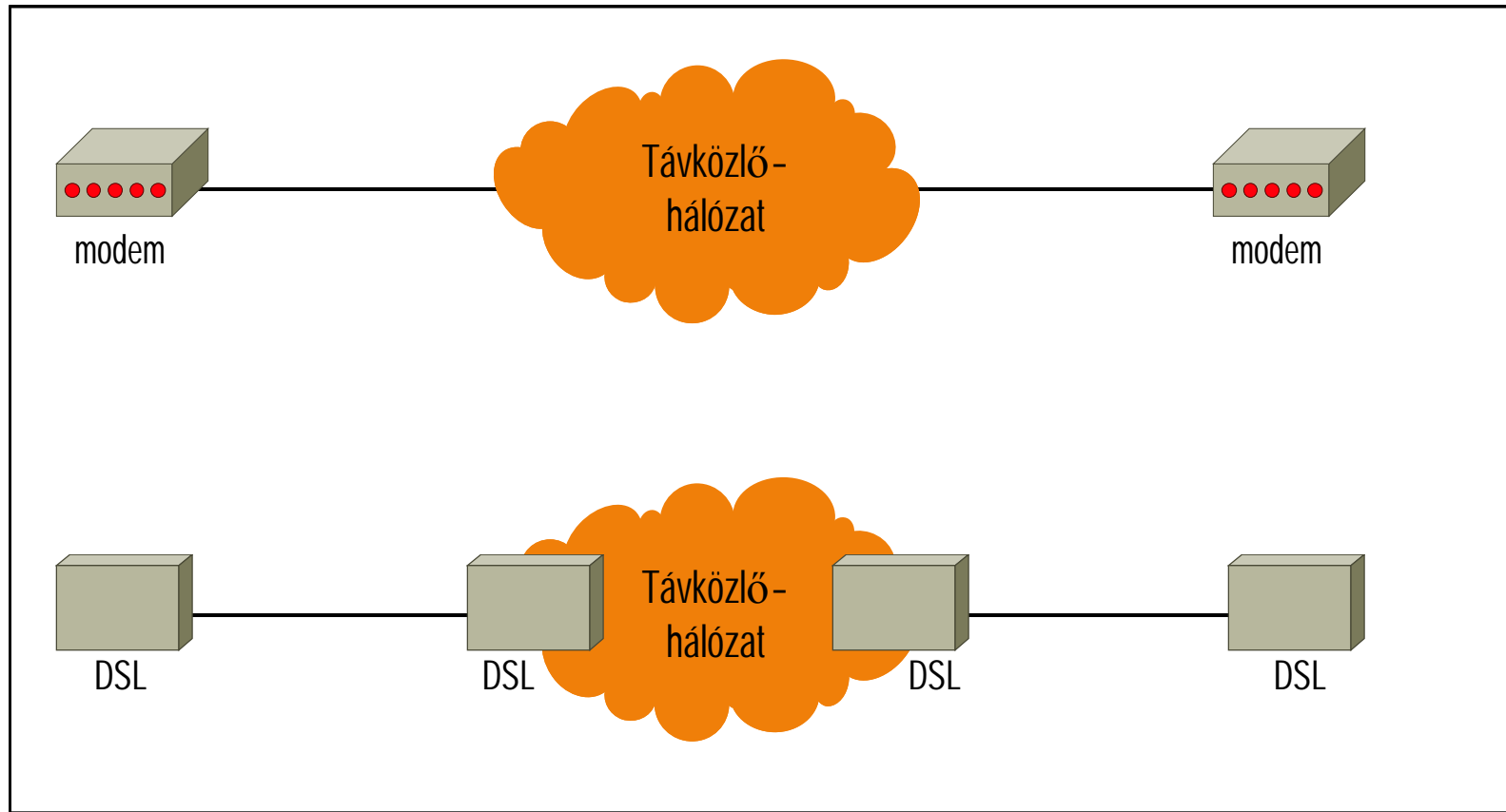


xDSL megoldások

Szomolányi Tiborné

2009 november

A digitális előfizetői hurok



ISDN alaphozzáférés: 2 x 64 kbit/s + 16 kbit/s ISDN NT - ISDN LT

ADSL rendszer

- Def: Az ADSL (Aszimmetrikus Digitális Előfizetői Vonal) az xDSL technológiák egy típusa. Az ADSL aszimmetrikus módon digitális vonali kódolást alkalmazva a meglévő rézvezetős előfizetői hálózatot felhasználva a hagyományos analóg adatátvitelhez képest több százszoros adatátviteli képességet és telefon vagy ISDN szolgáltatot is biztosít, egyetlen előfizetői érpáron.

A rendszer minden esetben egy előfizetői és egy központ oldali modem párral van kiépítve .

Az ADSL család

- n Aszimmetrikus átviteli képesség: interaktív szolgáltatások
- n Az aszimmetrikus technológiák:

ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line <ul style="list-style-type: none">n ANSI, ETSI, ITU ITU-T G.992.1 (G.DMT) <ul style="list-style-type: none">n Terület specifikus követelmények: Annex A, B és C ITU-T G.992.2 (G.Lite) <ul style="list-style-type: none">n Splitterless ADSL
ADSL2	ITU-T G.992.3 (G.DMT.bis) <ul style="list-style-type: none">n Terület specifikus követelmények: Annex A, B és Cn Speciális spektrum profilok (Annex L, M, J) ITU-T G.992.1 (G.Lite.bis) <ul style="list-style-type: none">n Splitterless ADSL
ADSL2+	ITU-T G.992.3 (G.DMT.bis) <ul style="list-style-type: none">n Terület specifikus követelmények: Annex A, B és Cn Kiterjesztett spektrum. Nagyobb downstream sebesség
UDSL UADSL	Universal ADSL <ul style="list-style-type: none">n Ipari érdekcsoportn Alap a G.Lite
RADSL	Rate Adaptive ADSL. <ul style="list-style-type: none">n CAP vonali kód

Az ADSL család

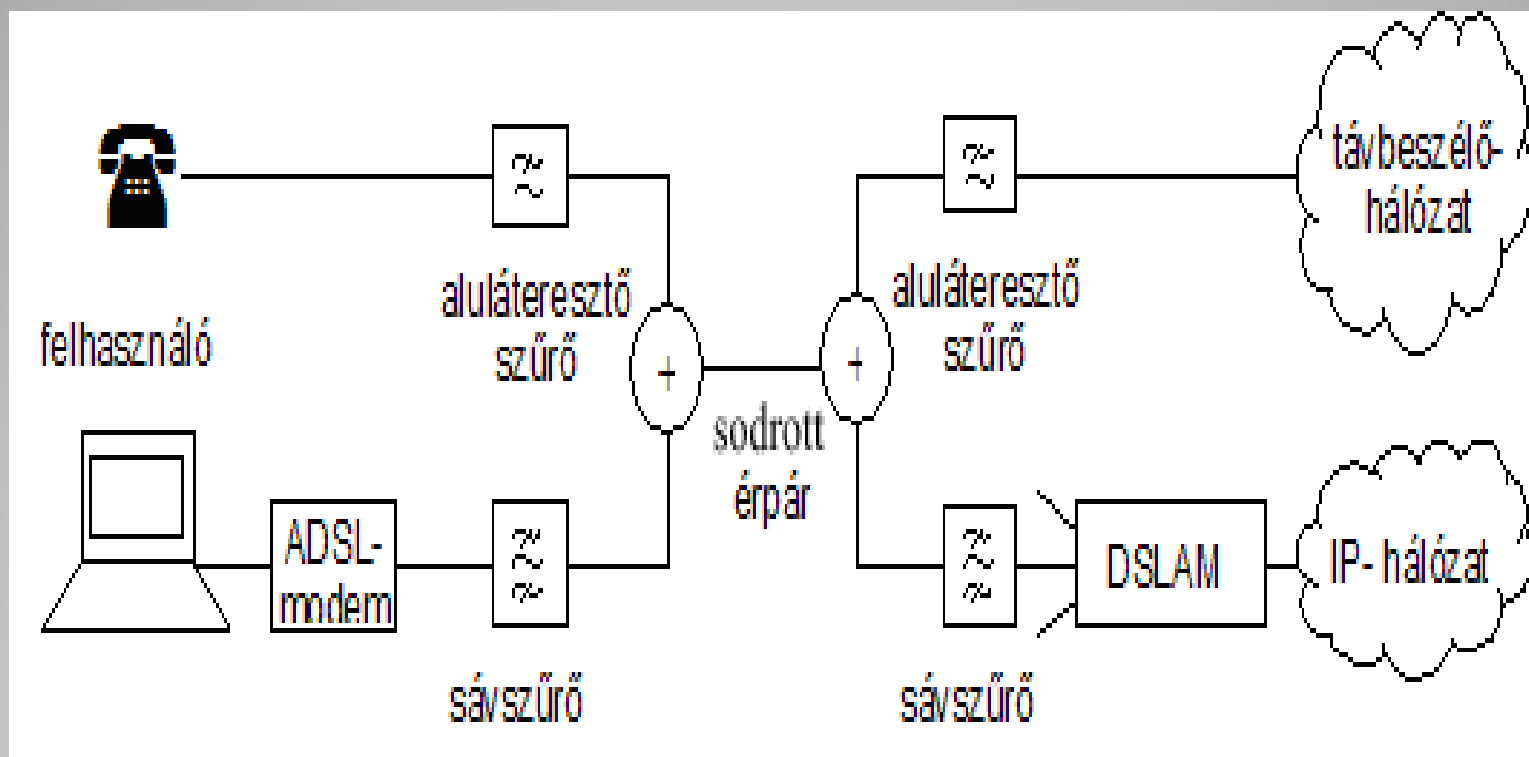
ADSL2/ADSL2+

– ADSL2

- G.992.3: Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2) ; (01/2005.)
- Flexibilisebb keretszervezés
- Vonali jelteljesítmény szabályozás (low power, idle state)
- Diagnosztikai funkciók
- Bonding: ATM IMA
- Vonali sebesség: 12M/1,5M

– ADSL2+

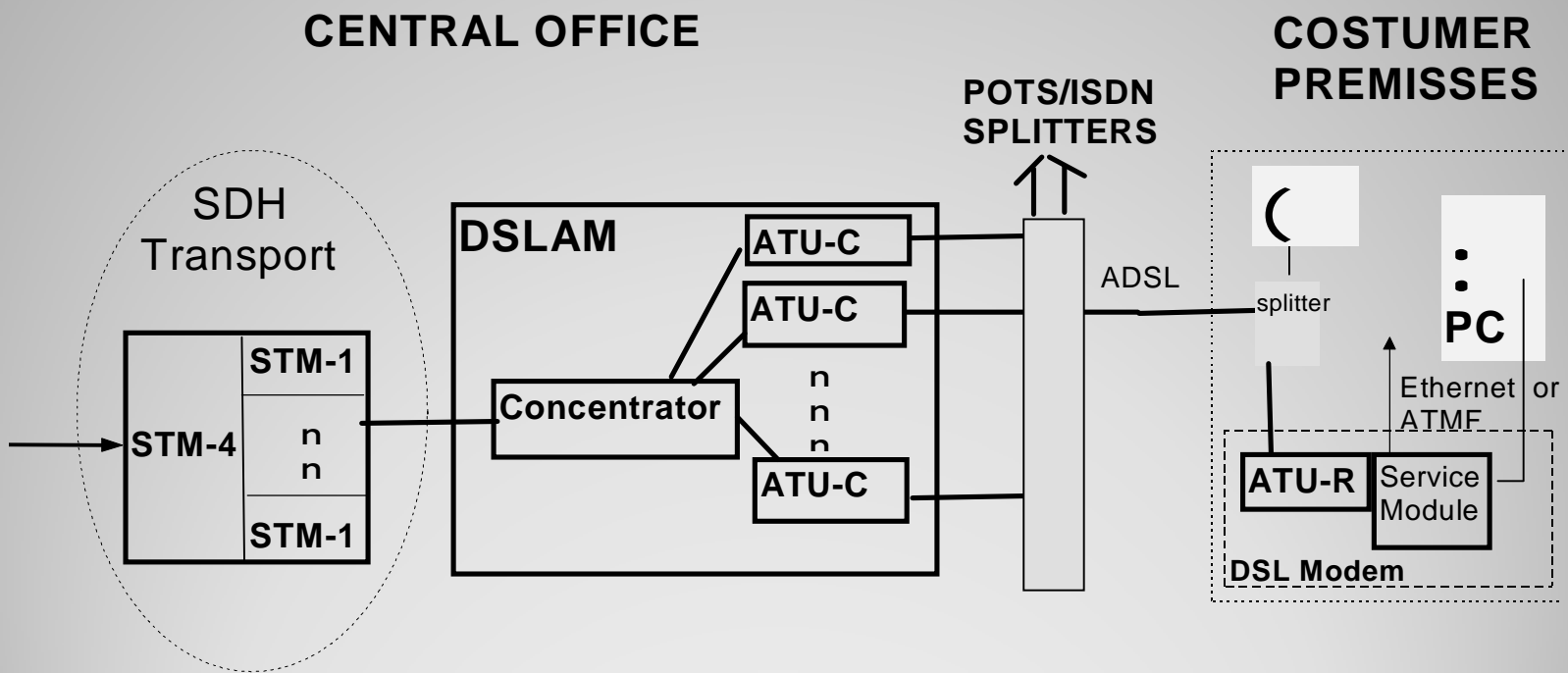
- G.992.5: Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers - Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2+); (01/2005.)
- Használt frekvenciatartomány megnövelése (2,2Mhz-ig)
- Vonali sebesség: 24M/1,5M



Az ADSL hálózat elvi felépítése

- A modemhez az előfizető csatlakoztathatja, a számítógépét egy hagyományos soros, Ethernet, vagy ATM porton keresztül, ezentúl egy analóg vagy ISDN csatlakozást is biztosít .
- Az alapsávi szolgálatok egyidejű biztosításához az xDSL rendszerű kapcsolat mindkét végén jelen kell lenni az alapsávi jelet (telefon vagy ISDN BRA) leválasztó szűrőnek. Innét az alapsávi jelek az MDF-re kerülnek, míg az előfizetők felől jövő adatcsatornák jelét multiplexálva egy hordozó hálózaton keresztül az Internet szolgáltatóig el kell juttatni. Ennek az az előnye, hogy a felhasználó folyamatosan “bérelt vonal jelleggel” kapcsolódik az Internethez.

ADSL rendszer felépítés a hálózati oldalon és az előfizetői oldalon



Splitter és helyi központ kapcsolódás

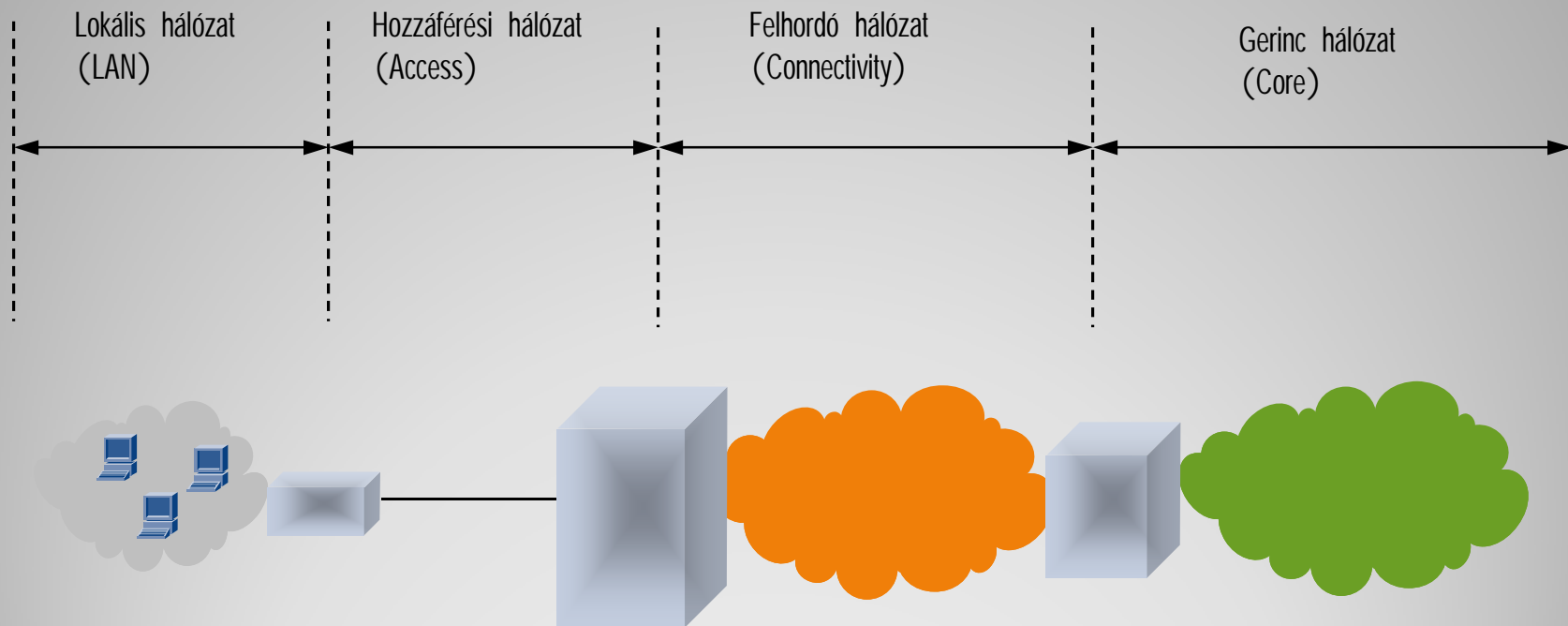
A POTS kapcsolat fenntartásához feltétlenül szükséges a splitterek alkalmazása.

- Vizsgálni kell az alkalmazandó splitterek elektromos követelményeit, és az elhelyezésének technológiai feltételeit. Az előfizetői vonalak az MDF-en végződnek. Problémások lehetnek, a régi rendezők kontaktusai. A kapacitiv csatolások miatt az ADSL kevésbé érzékeny a mikro megszakadásokra, de kérdéses lehet azért a rendezők alkalmassága az ADSL átvitelre.

Fizikai kapcsolat

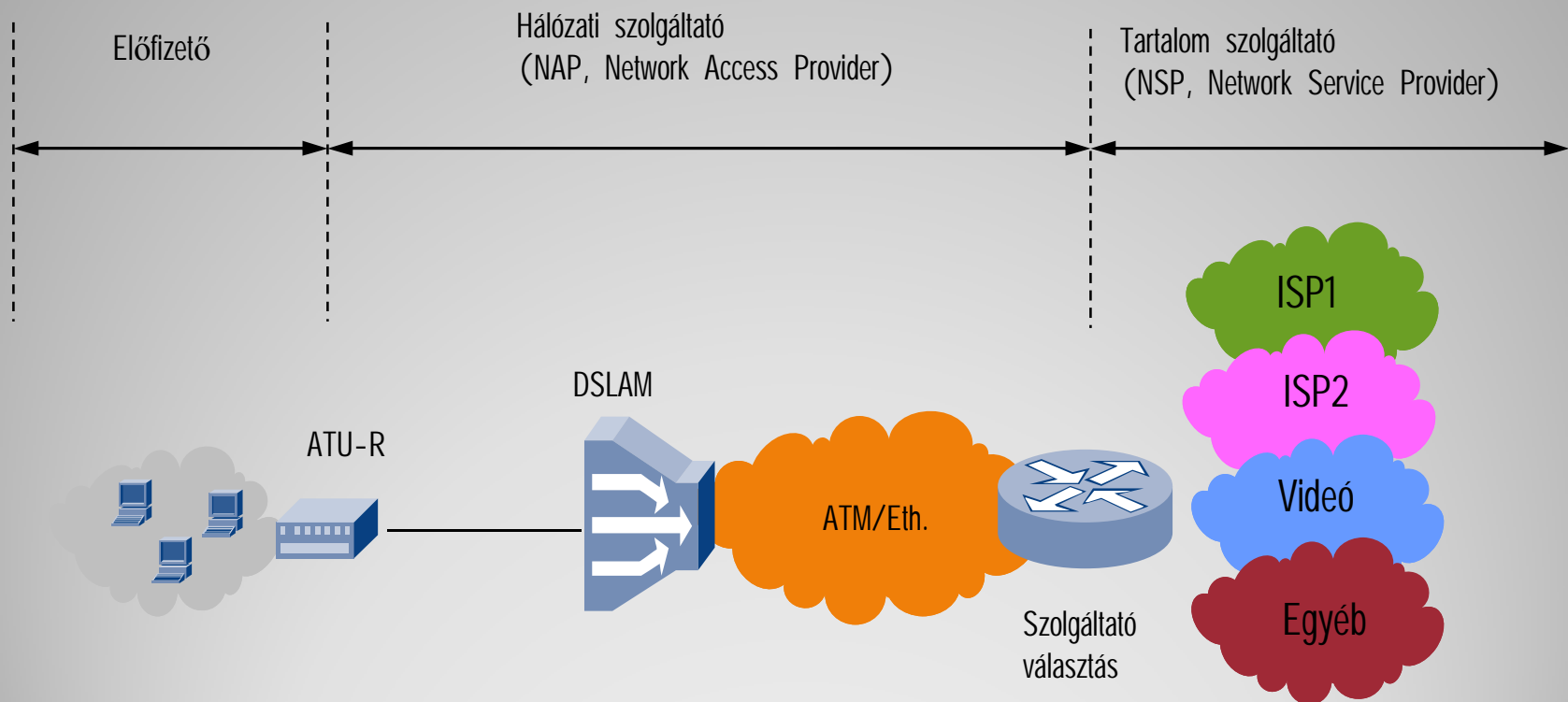
- Az ADSL rendszertechnikai kialakításának megfelelően ismerni kell a fizikai átviteli réteg egyes elemeinek funkcionális és minőségi követelményeit.
- **Előfizetői rézkábel hálózat:** Többségében Qv kábelek, ezek nagyfrekvenciás viselkedése az ISDN-BRA és HDSL átviteli rendszereken keresztül többé-kevésbé ismert. *Az (ADSL2+ és VDSL) miatt azonban élő hálózatbeli nagyfrekvenciás vizsgálatokat kell végezni.* További probléma, ha nem áll rendelkezésre a valós előfizetői kábelhossz.

A szolgáltatói hálózat



- **Lokális hálózat (LAN):** Az előfizető felelőségi körébe tartozó hálózat.
- **Hozzáférési hálózat:** Az előfizető és a szolgáltató telephelye közötti szakasz.
- Az előfizető hálózata és a szolgáltató hálózata közötti átadási határvonal képezi a szolgáltatás átadási pontot.
- **Felhordó (aggregációs) hálózat:** A hozzáférési hálózatból az előfizetői forgalmat regionálisan aggregáló hálózat.
- **Gerinchálózat:** A szolgáltató nagysebességű hálózata, mely a regionális felhordó hálózatok között teremti meg a kapcsolatot (jellemzően országos szinten).

Általános rendszertechnika

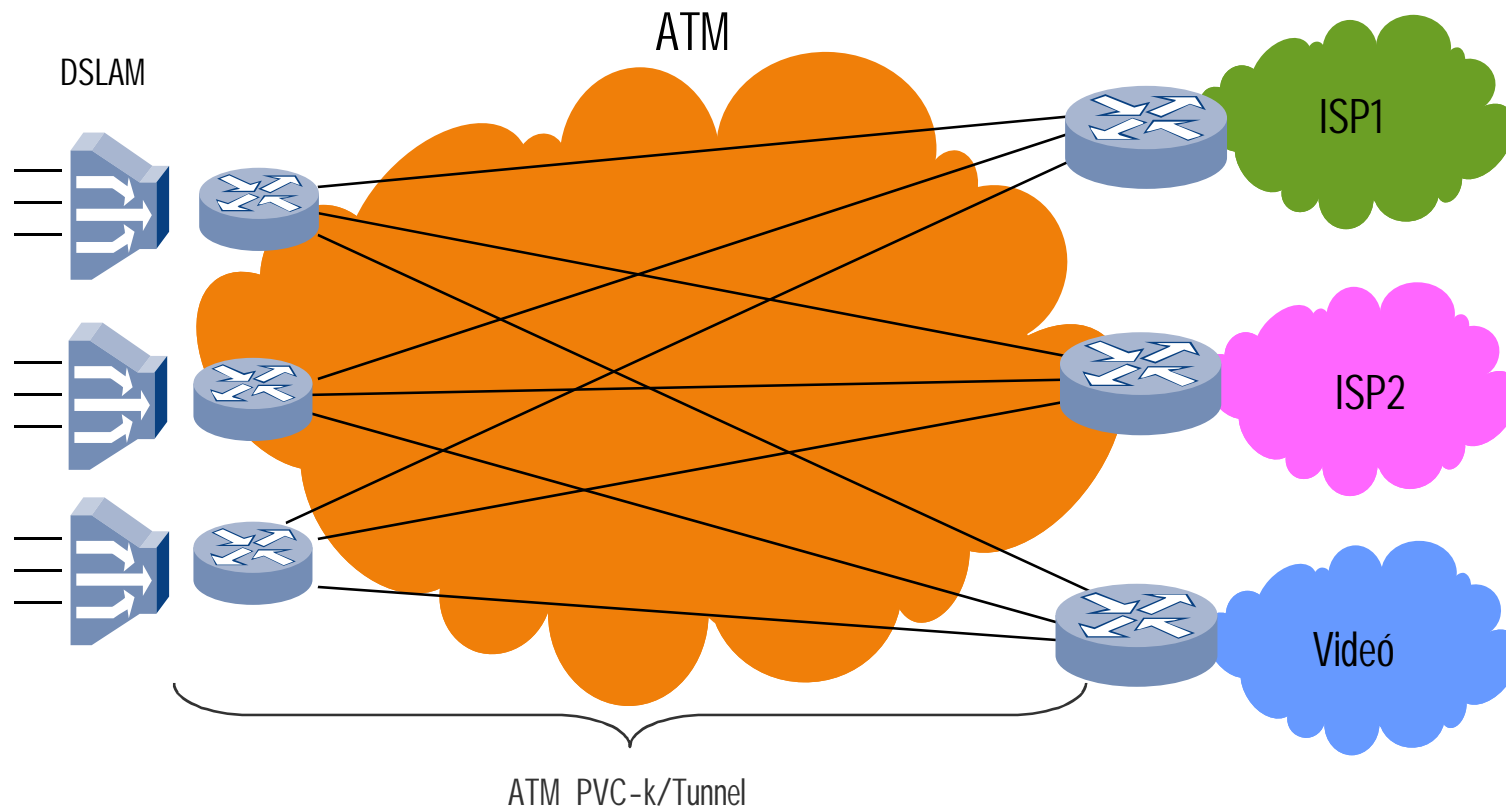


A hálózat általános elrendezése xDSL technológiával:

- A hozzáférési hálózatot maguk az xDSL alapú eszközök képezik. Előfizetői oldalon az xDSL NT központ oldalon a DSLAM.
- A felhordó hálózat a DSL alapú rendszertechnikában ATM vagy Ethernet.
- A gerinc hálózat IP/MPLS. Korábban ATM alapon, ma jellemzően Ethernet felett megvalósítva.

A szabályozásnak megfelelően a tartalomszolgáltatás és a hálózati szolgáltatás elkülönül. A hálózati szolgáltatónak azonos feltételekkel kell biztosítani az összeköttetést az előfizetők és a tartalom szolgáltatók között.

Hálózati architektúra



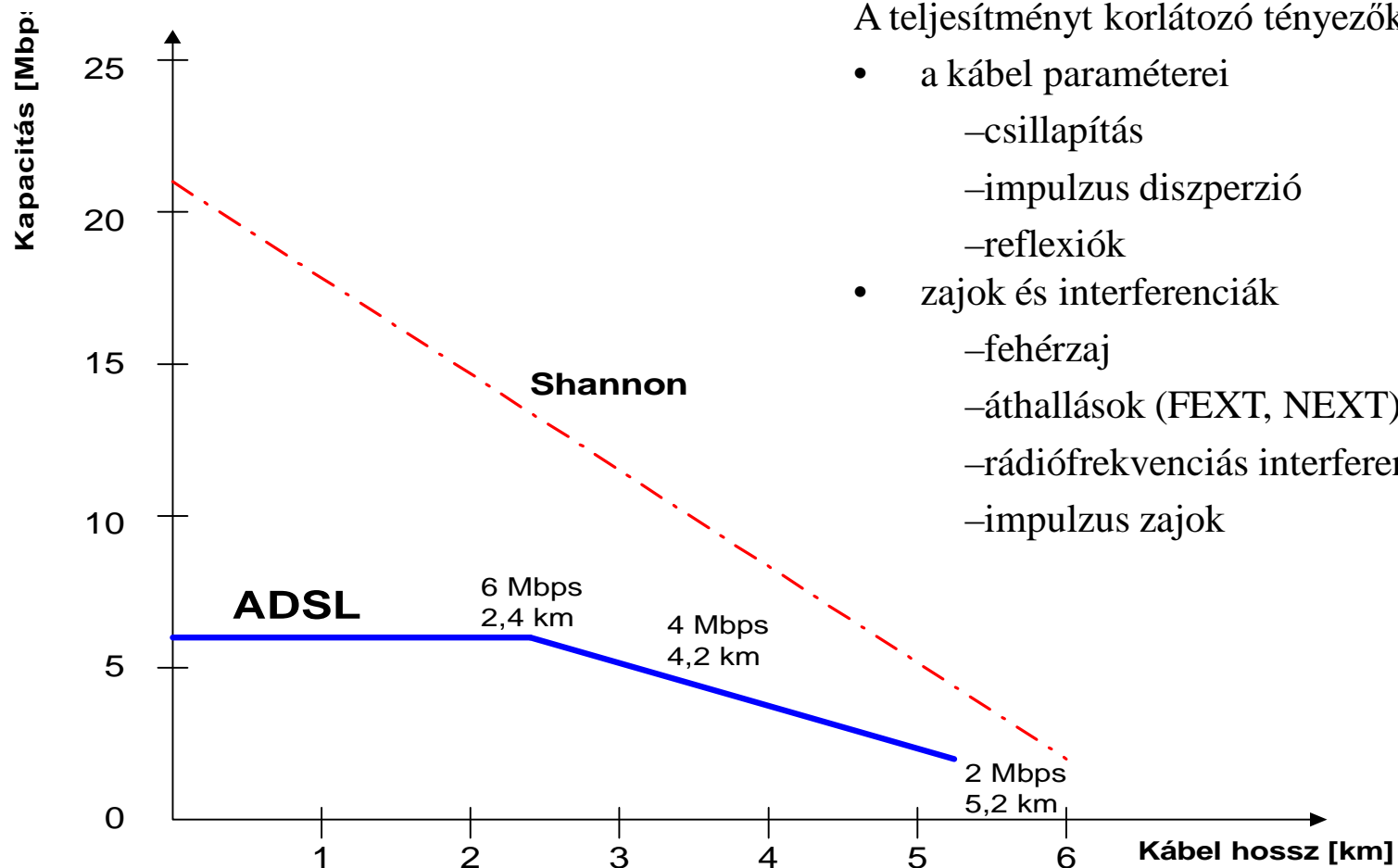
Tunneling

- Az igényekből egyértelműen következik, hogy a hálózatban új funkciók megvalósítása szükséges, mely dinamikusan képes biztosítani az előfizetők irányítását a megfelelő tartalomszolgáltatóhoz.
- A szolgáltató választás biztosítása (lásd. később!) többféle módon történhet. Az első ADSL hozzáférések ún. L2-es szolgáltató választást alkalmaztak pppoE technológiával. Az irányítást biztosító eszköz a BRAS (LAC).
- A DSAM-ok forgalmát általában regionális BRAS-ok alkalmazásával továbbították a tartalomszolgáltatóhoz. Több előfizető pppoE kapcsolatát összefogva, ún. tunnelek-ben adja át a hálózati szolgáltató a tartalom szolgáltatónak.

Követelmények a vonallal szemben

- Az ADSL átvivő rendszer a hozzáférési hálózat egy eleme, *csak rézvezetőn alkalmazható.*
- Az ADSL vonalán, *nem lehetnek pupin csévék, mert módosítják a vonal nagyfrekvenciás karakterisztikáját, teljesülniük kell az alapvető POTS feltételeknek:*
 - *A vonal nem tartalmazhat rövidzárat, légvezetéket, nem lehet földelt, és a vonalszakasznak meg kell felelnie az ellenálláson alapuló tervezési irányelveknek.*
 - *Az ADSL rendszerek max. 1300 ohm vonali ellenállás és 5 Mohm-nál nagyobb szigetelési ellenállás esetén működnek.*
 - *A kiépíthető távolság meghatározásánál az előfizetői vonal hőmérséklettől függő ellenállására is figyelemmel kell lenni.*

ADSL funkciók vizsgálata

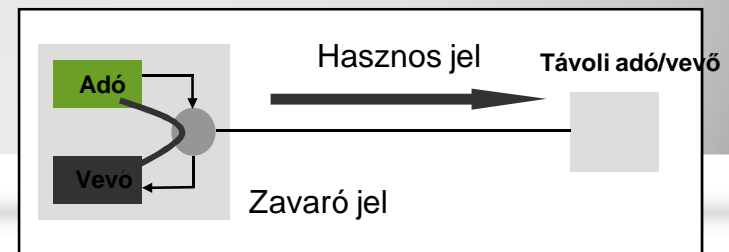
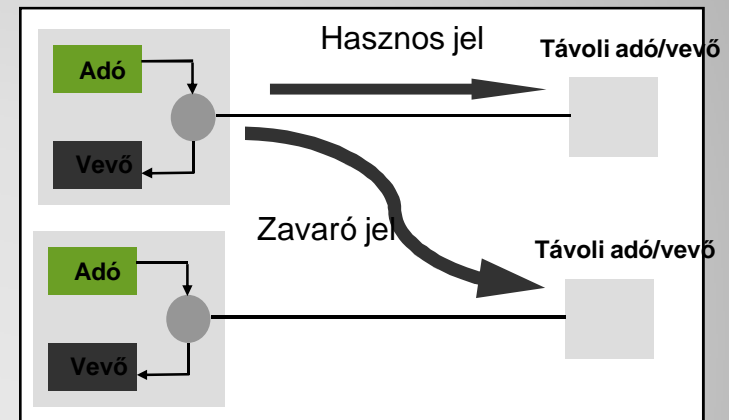
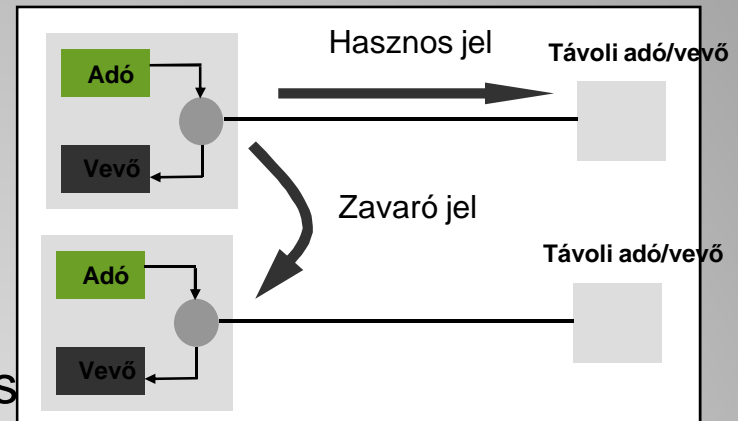


A teljesítményt korlátozó tényezők:

- a kábel paraméterei
 - csillapítás
 - impulzus diszperzió
 - reflexiók
- zajok és interferenciák
 - fehérzaj
 - áthallások (FEXT, NEXT)
 - rádiófrekvenciás interferenciák
 - impulzus zajok

Az előfizetői hurok

- § Reflexió
- § Beiktatási csillapítás
- § Longitudinal balance
(hosszmenti szimmetria csillapítás)
- § Áthallások



Az előfizetői hurok

Külső
behatások

§ Zajok

§ fehérzaj

§ impulzus
zajok

§ (áthalások)

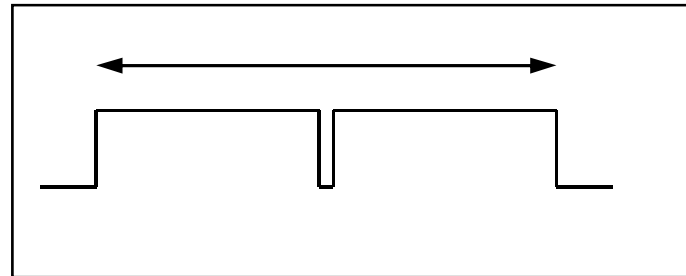
§ Megszakadás

Fehérzaj: Minden frekvencia összetevőn azonos jelszint végtelen spektrummal. A gyakorlatban véges spektrummal veszik figyelembe (néhány MHz-ig).

Impulzus zajok: Igen rövid tranziensű zajforrások. Vizsgálati célokra a szabványok leírnak teszt impulzus zajokat. xDSL környezetben hatásuk kevésbé kritikus, mint az alapsávi jeleknél a masszív hibavédelmek miatt.

Megszakadások: Szünetek, kimaradások az átvitelben, vagy a küszöbérték alatti jelszint miatt fel nem ismert jelek.

$$S/N = 20 \log_{10} \frac{P_j}{P_{zaj}^{el}} \quad [\text{dB}]$$



Az előfizetői hurok vonal hibái

Vonali hibák:

§ rövidzár $Z \ll Z_0$ ($Z=0$)

§ szakadás $Z \gg 0$ ($Z=\infty$)

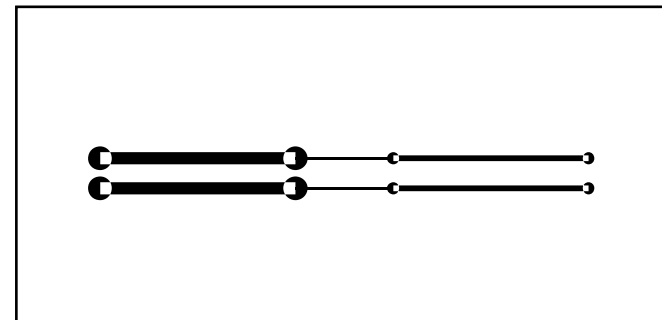
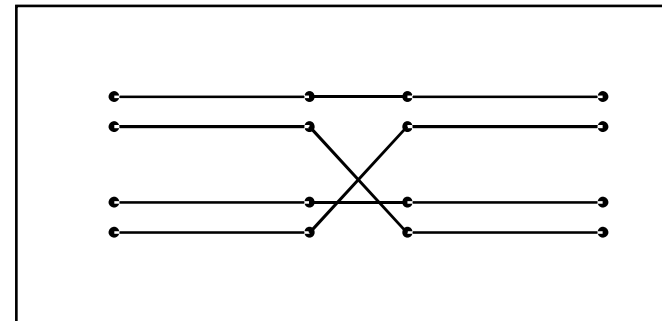
§ ércsere

§ érátmérő váltás

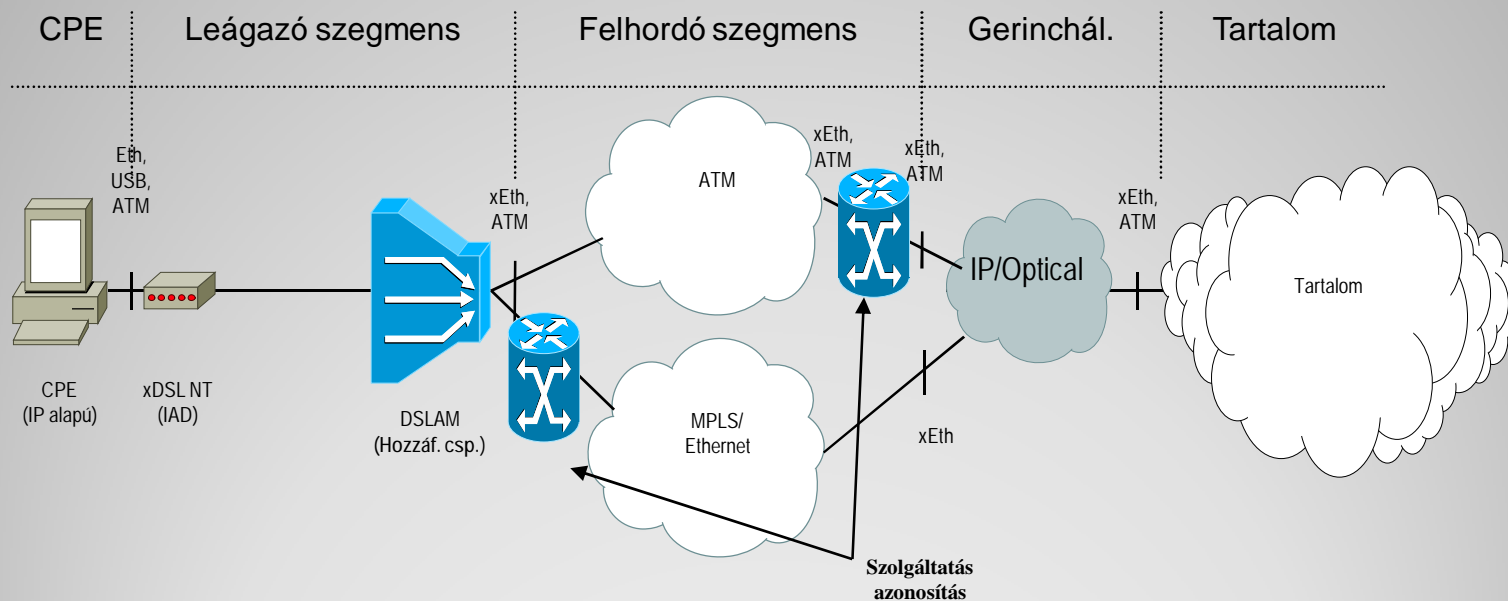
§ leágazások

§ sodrási hiba

§ induktív lezárás



ADSL-ek szélessávú hálózati illeszthetősége



- Az ADSL átviteli rendszer a hasznos információt:
1. ATM cellákban viszi át,

Az előfizetői oldalon biztosított Ethernet interfészeiről érkező jeleket bridging technikát használva ATM cellákba ágyazzák. A folyamatos adatkapcsolathoz felhordó és gerinchálózat szinten routerekből felépülő ATM hálózatot használ.

Itt a 155 Mbit/s natív ATM vagy STM1 konténerbe ágyazott ATM jelfolyam jelenik meg. A jelfolyamba statisztikusan multiplexált ATM cellákat, menedzsment rendszer segítségével a megfelelő kiszolgálóhoz továbbítják előre meghatározott PVC-k vagy SVC-en keresztül.

DSLAM - SDH hálózati kapcsolat

- A DSLAM-ok elhelyezése ott lehetséges, ahol SDH szintű vagy más tiszta fényvezető kapcsolat biztosítható. Ez jelenleg a szekunder és primer központokban, valamint minden budapesti főközpontban biztosítható.
- Budapesten, és a nagyvárosokban problémát okozhat, hogy jelentős számú RSU terület van, ahol az SDH elérés nem biztosított.
(azaz $n \times 2\text{Mbps}$ –os kiépítések vannak)
- Problémát jelentenek még a HYTAS területek, ha nincs szabad fényvezető szál az ONU-k és a Host között.

2. Etherneten csomagokban viszik át.

- Megkezdődött a jelenlegi xDSL feletti ATM átalakítása xDSL feletti Ethernetre (mindkét esetben az ügyfél egy Ethernet interfésszel rendelkezik). *Mivel a hálózati architektúra rövidtávon nem tud túlságosan megváltozni, a DSLAM-ok ATM uplink interfészei kicserélhetőek Fast-Ethernet vagy GEthernet kártyákra.*
- Viszont ezeket a berendezéseket szolgáltatói környezetbe integrálni, csak a felhordó szakasz aggregációs funkciókat végző hálózata képességeinek átalakításával lehet, mivel a két technológia nem csereszabatos egymással. Az ábrán látható módon, a DSLAM és az IAD/ NT között ATM a kapcsolat, viszont, a DSLAM uplink-je Ethernet interfésszel csatlakozhat, a felhordó hálózaton Ethernet -kapcsolóhoz illetve a B-RAS-hoz.

- A forgalom elkülönítést, illetve a felhasználók elkülönítésének követelménye, csak L3 szinten a B-RAS-on keresztül valósulhatna meg, viszont jelen esetben, a DSLAM L2 szintű forgalom szűrésével, vagy az Ethernet kapcsolóban a VLAN-ok alkalmazásával történhet
- Az Ethernet uplink-kel rendelkező DSLAM-oknak rendelkezni kell konfigurálható L2 szintű szűrőkkel, hogy a kiszolgált felhasználók ne láthassák egymást.
A megoldás hátránya, hogy csak azonos DSLAM-on belüli felhasználókra alkalmas.

ADSL2 – (ITU-T G.992.3)

- Az ADSL2: a hagyományos ADSL technológiát bővíti ki.
 - adatátviteli sebesség 8-12 Mbit/s-ra nő,
 - a távolság 300 méterrel növelhető.
 - a javulás a hosszú vezetéseken tapasztalható interferenciák kiszűrésének tudható be.
- Az ADSL2 energiatakarékos:
 - különbséget tesz az adatátviteli és az ideiglenes átvitelmentes időszakok kezelése között.
 - az ADSL2 rendszerek átmenetileg átválthatnak „teljes digitális” módba, átadván így a hangátvitelre elkülönített csatornákat az adatátvitel számára,
 - támogatja, a VoADSL működést

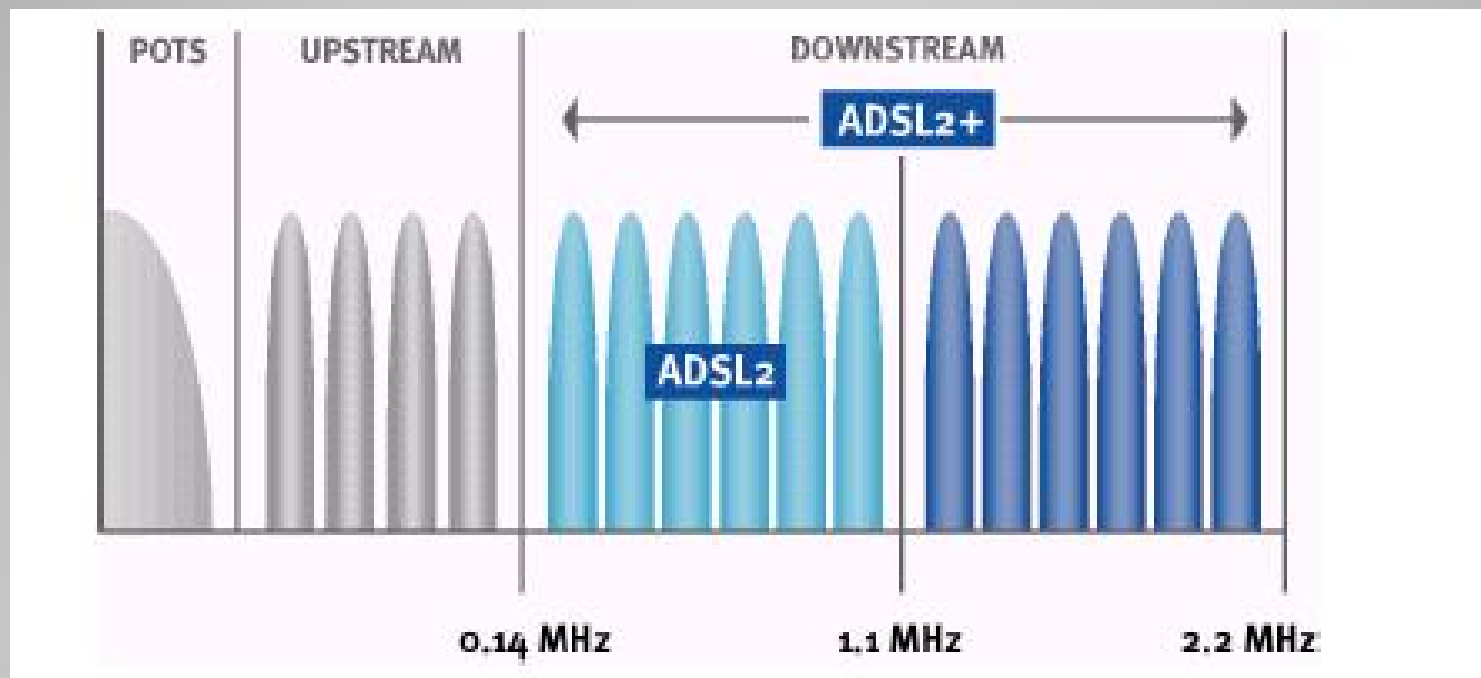
ADSL2 + (ITU-T G.992.5):

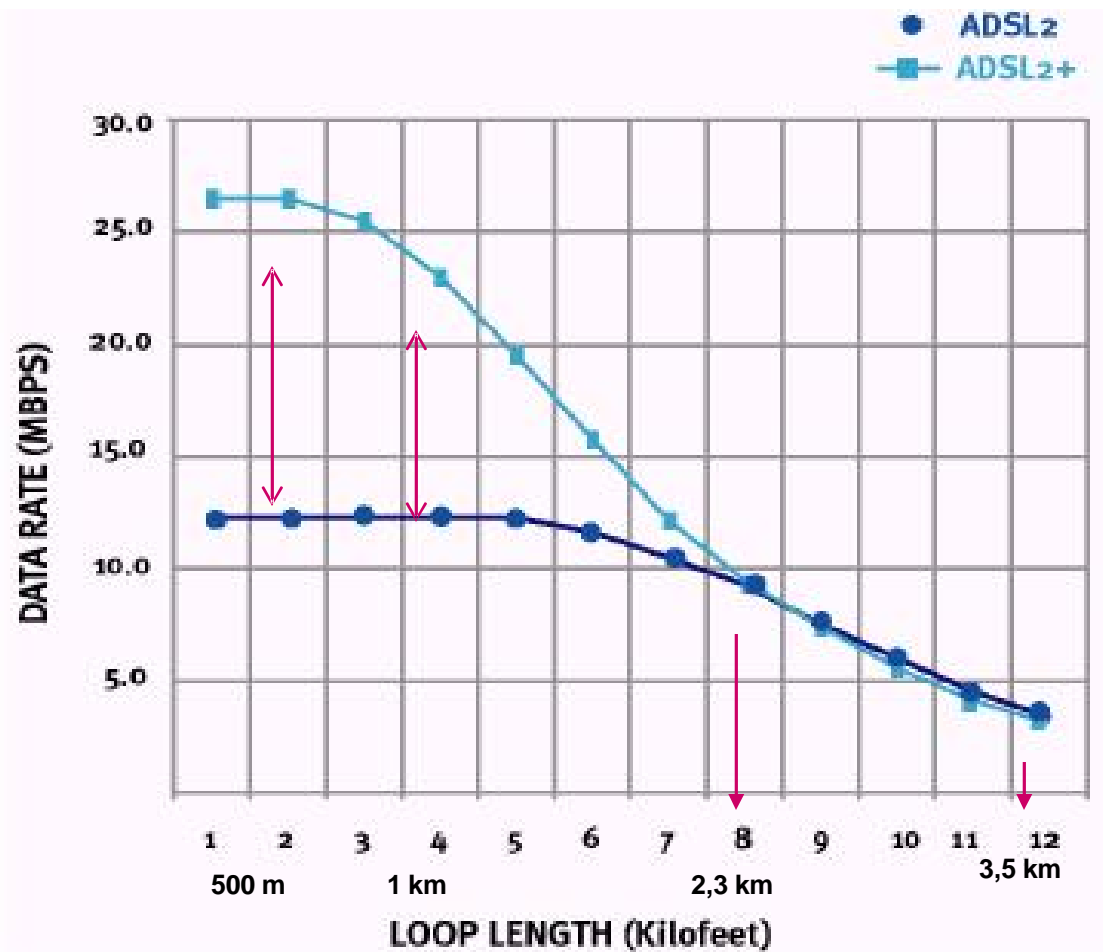
- Az ADSL2 plusz, a használható frekvenciatartomány bővítésével, tovább növeli a sávszélességet.
- A letöltési csatorna maximális frekvenciája 1,1 MHz-ről 2,2 MHz-re bővül, annak ellenére, hogy mindkét technológia azonos frekvenciákat használ a hangátvitelhez, illetve az adatfeltöltéshez.
- Ebben a tartományban csak hang használata 1.1MHz alatti downstream frekvencia takarással valósul meg.
- A maximális adatletöltési sávszélesség 8-12Mbit/s-ról 16-24 Mbit/s-ra nő, (megduplázódik) 1,5 km-es távolságon belül.

Összegezve:

- Az ADS2+ hidat jelent az ADSL és a VDSL technika között. Az ADSL2+ az előfizető irányába (downstream) 0.4 mm átmérőjű rézérpáron, 16 - 26Mbps sebességre képes 1.2 –1.8 km-en. Tehát az előfizető irányban megduplázza az ADSL sáv szélességét a maximum 1.8 km. távolsáig 04mm-es kábelhurokban. Másik előnye, hogy jobbá teszi a spektrális kompatibilitást.

ADSL2 és az ADSL2+ downstream sáv szélessége





ADSL2+ nál jelentős adatsebesség növekedés a rövid vonalakon

Áthallás csökkentés

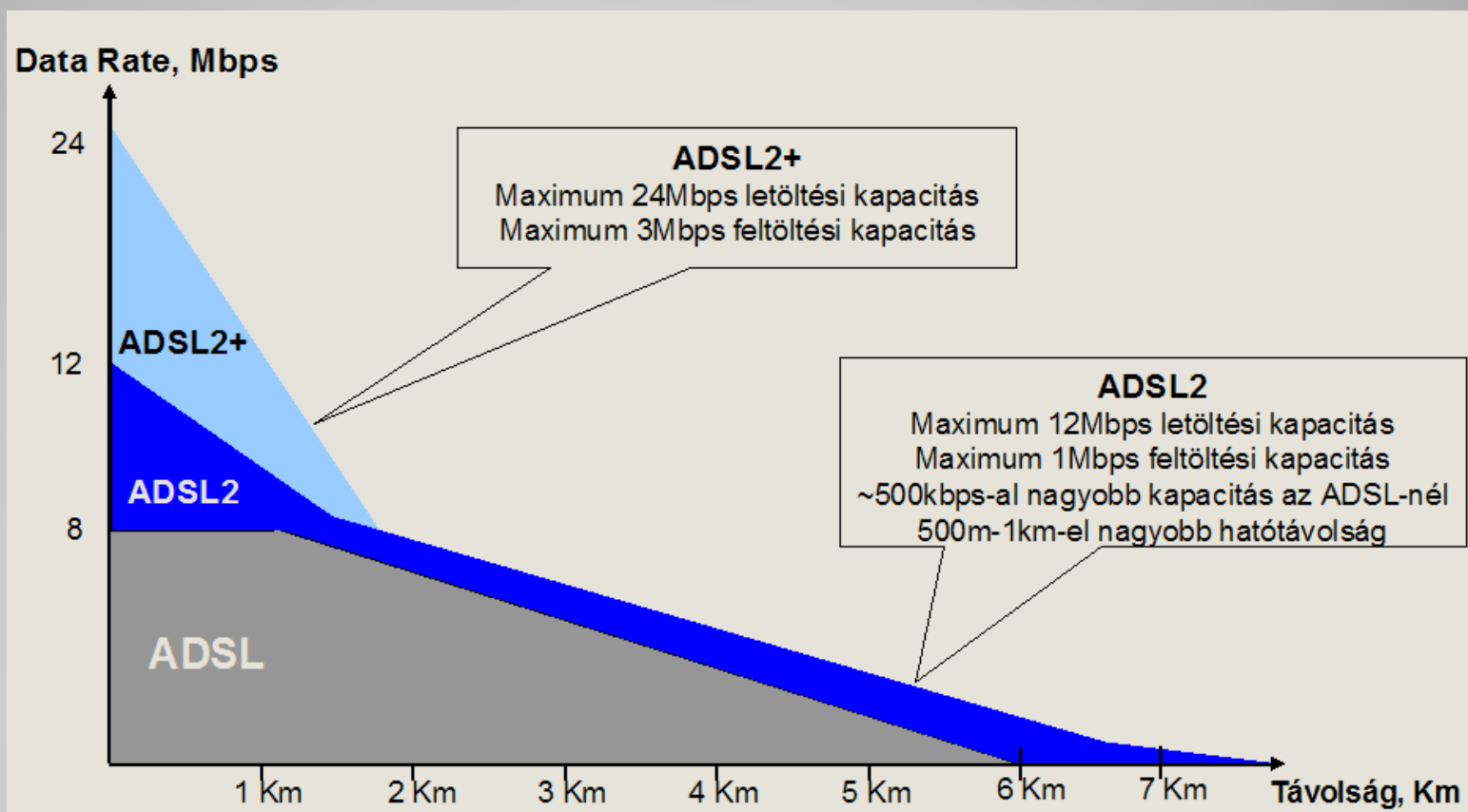
- ADSL2+ adottsága, lehet külön használni csak az 1.1 és 2.2 MHz között, ez akkor hasznos, amikor az ADSL szolgáltatást, azonos kábelér kötegben nyújtanak a központtól (CO) és a kihelyezett egységtől (RT) is.

Az áthallás az ADSL szolgáltatástól, az RT-től a vonalra, illetve a CO-tól, biztosan rongálni tudja a vonalakon az adat sebességet.

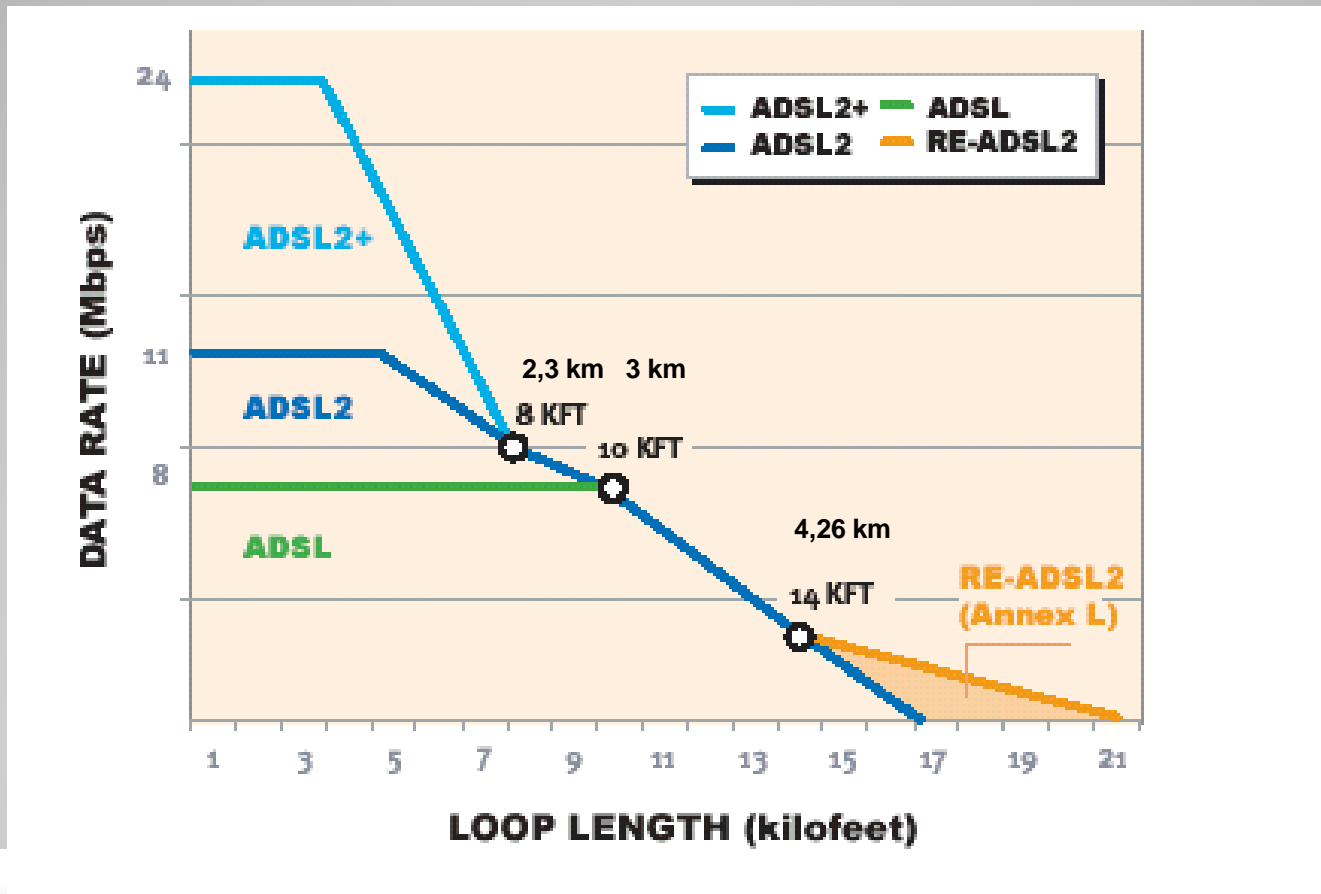
Az ADSL2+ úgy korrigálja ezt a problémát, hogy a Co és az RT között használja az 1,1MHz alatti tartományt, míg az RT -től a felhasználói eszközökhöz az 1,1 és 2,2MHz közötti tartományt .

Ezzel kiküszöbölhető az áthallás a szolgáltatás és a védett adatsebesség között a CO-tól a vonalon.

ADSL technológiák átviteli sebessége



Az ADSL szabványok szerinti sebesség és távolság teljesítmények összehasonlítása az mutatja, hogy javul (nő) a sebesség és az elérhető távolság a különböző típusú ADSL eszközökkel



A VDSL család

VDSL és VDSL2

– VDSL

- G.993.1: Very high speed digital subscriber line transceivers; (06/2004)
- Vonali kódolás:
- Használt frekvenciatartomány:
- Vonali sebesség: ~50Mbit/s

– VDSL2

- G.993.2: Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2); (02/2006)
- Vonali kódolás: DMT
- Használt frekvenciatartomány: 25kHz - 30Mhz (120kHz-30MHZ)
- Aggregált vonali sebesség (upstream+downstream): 200Mbit/s

VDSL Technika (ITU-T G.993.1)

A VDSL (*very-high-data-rate digital subscriber line*) technológia a legújabb DSL változat, és lényegesen nagyobb, 52 Mbit/s sebességű adatátvitelt képes biztosítani kis távolságokon.

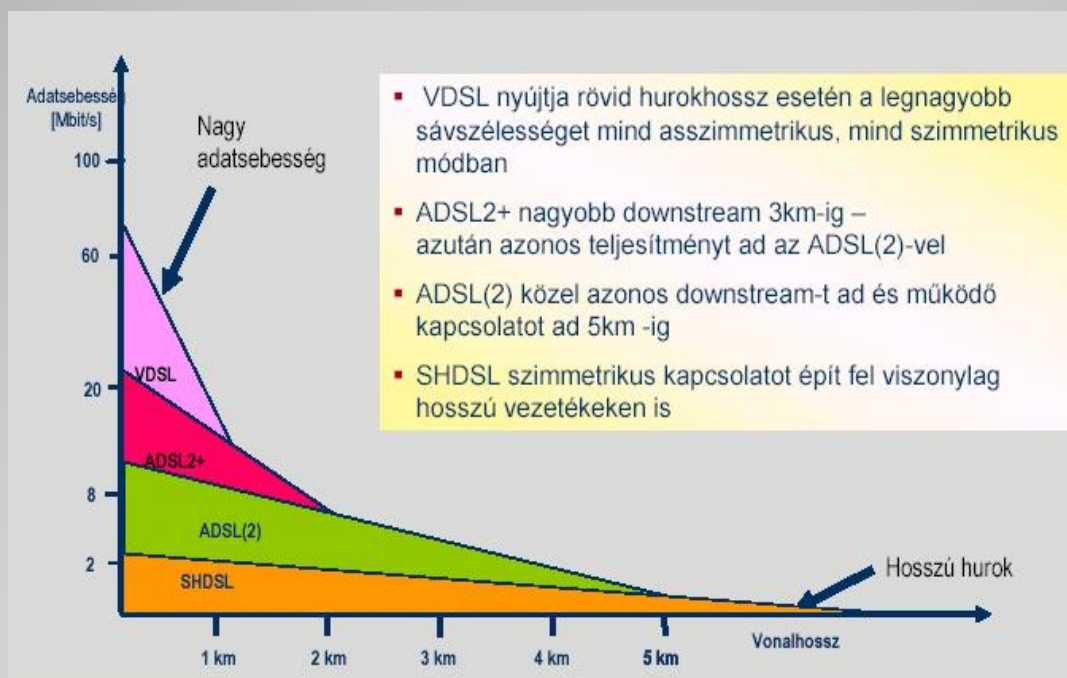
Lehet: - aszimmetrikus
- szimmetrikus

A VDSL technika nagysáv szélességen kis hatótávolságra építhető ki, e miatt az optikai hozzáférési hálózatok házon belüli leágaztatására alkalmazzák.

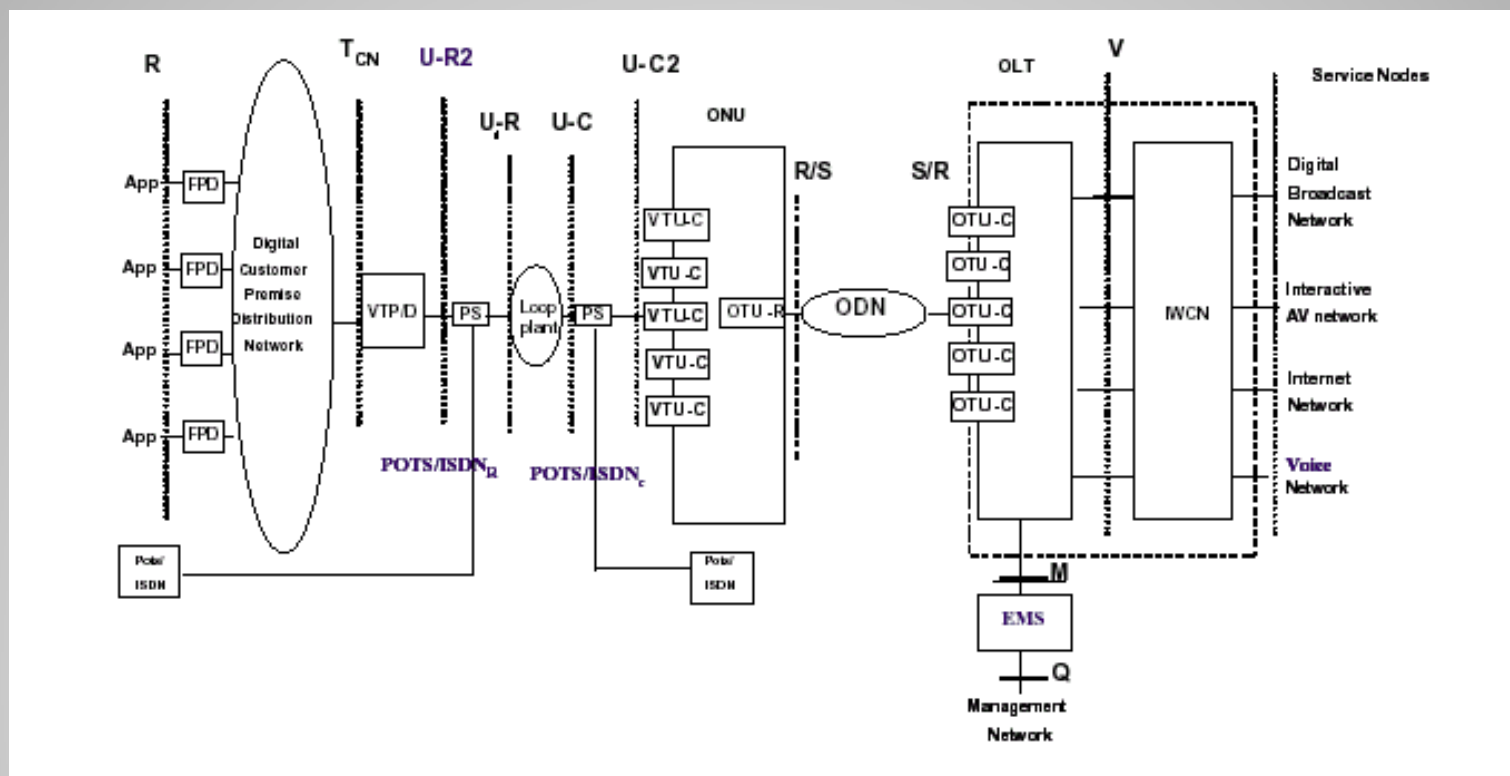
A VDSL technológia nagy (52 Mbit/s) a sáv szélessége, amely egyszerre több jó minőségű videojel átvitelét is lehetővé teszi.

Megjelent a VDSL2, már szabványosított, de nálunk még tesztelik.

hossz paramétere



VDSL rendszer elvi felépítése



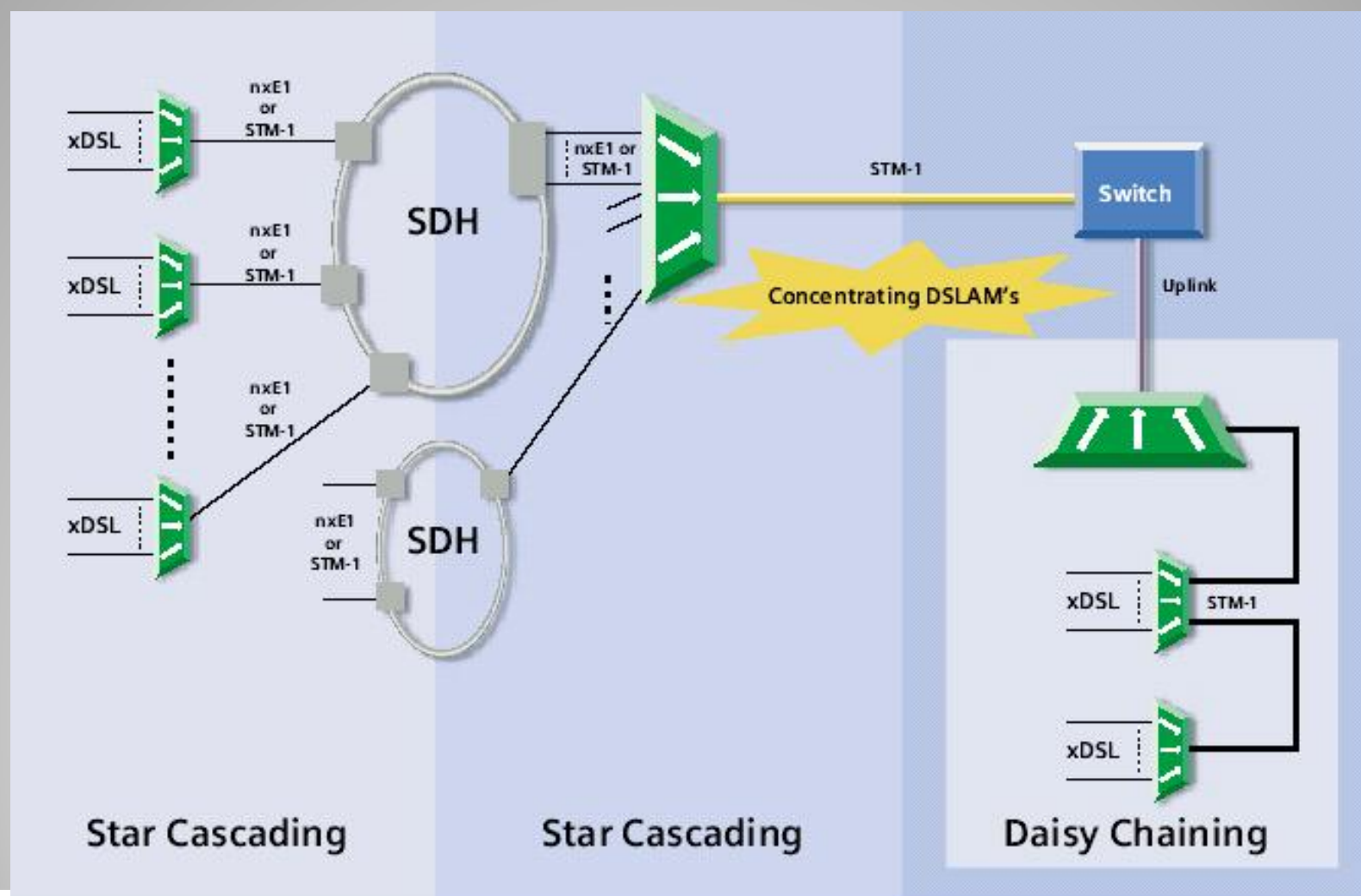
VDSL2 G.993.2

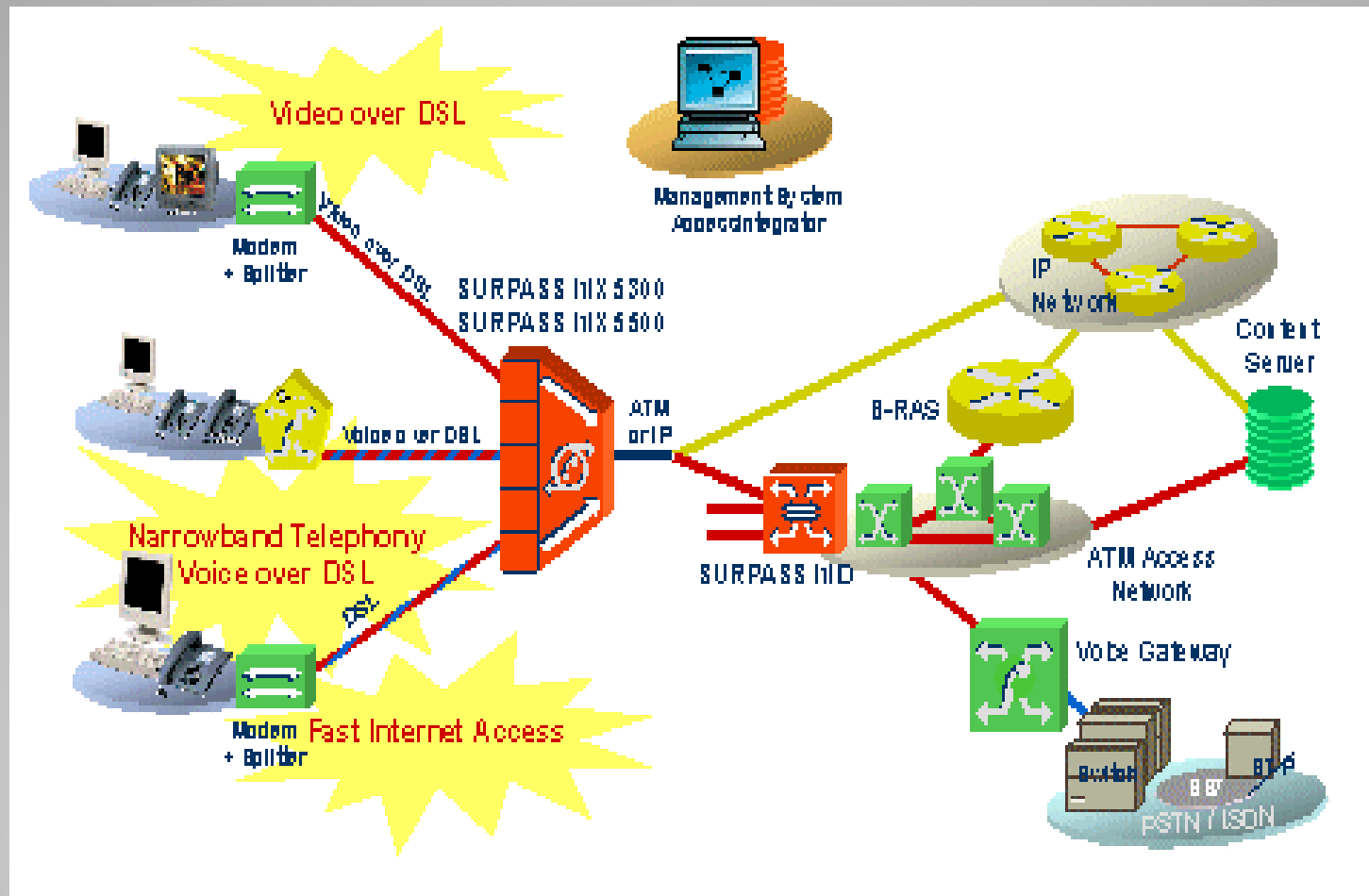
- VDSL2 (Very high speed Digital Subscriber Line Transceivers 2)
- Aszimmetrikus és szimmetrikus átvitel,
- Kétirányú hálózathál az adat sebesség 200Mbps –ig, rézérpáron a használ sávszélesség 30 MHz-ig.
- 04 mm rézérpáron 2500 méter az elérhető távolság

VDSL2 technológia biztosítja, már korszerűen Ethernet uplinkkel épül ki.

A VDSL2-vel az Ethernet halad csomag technológiával végig az úton a végfelhasználóhoz.

Rugalmasan kialakítható DSLAM konfigurációk



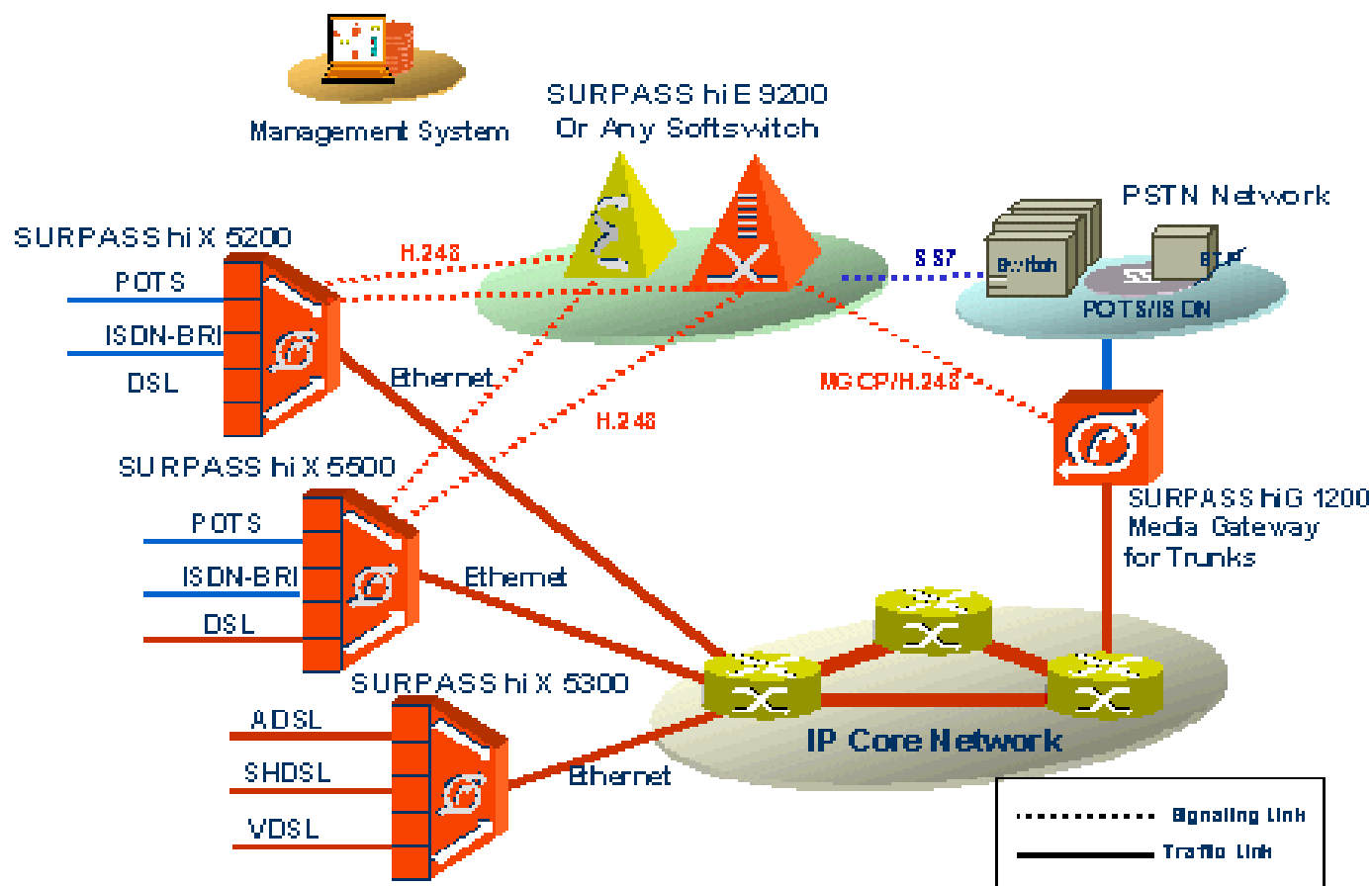


A változatú DSL eszközök

Hálózat kiépítési változatok xDSL alkalmazásra

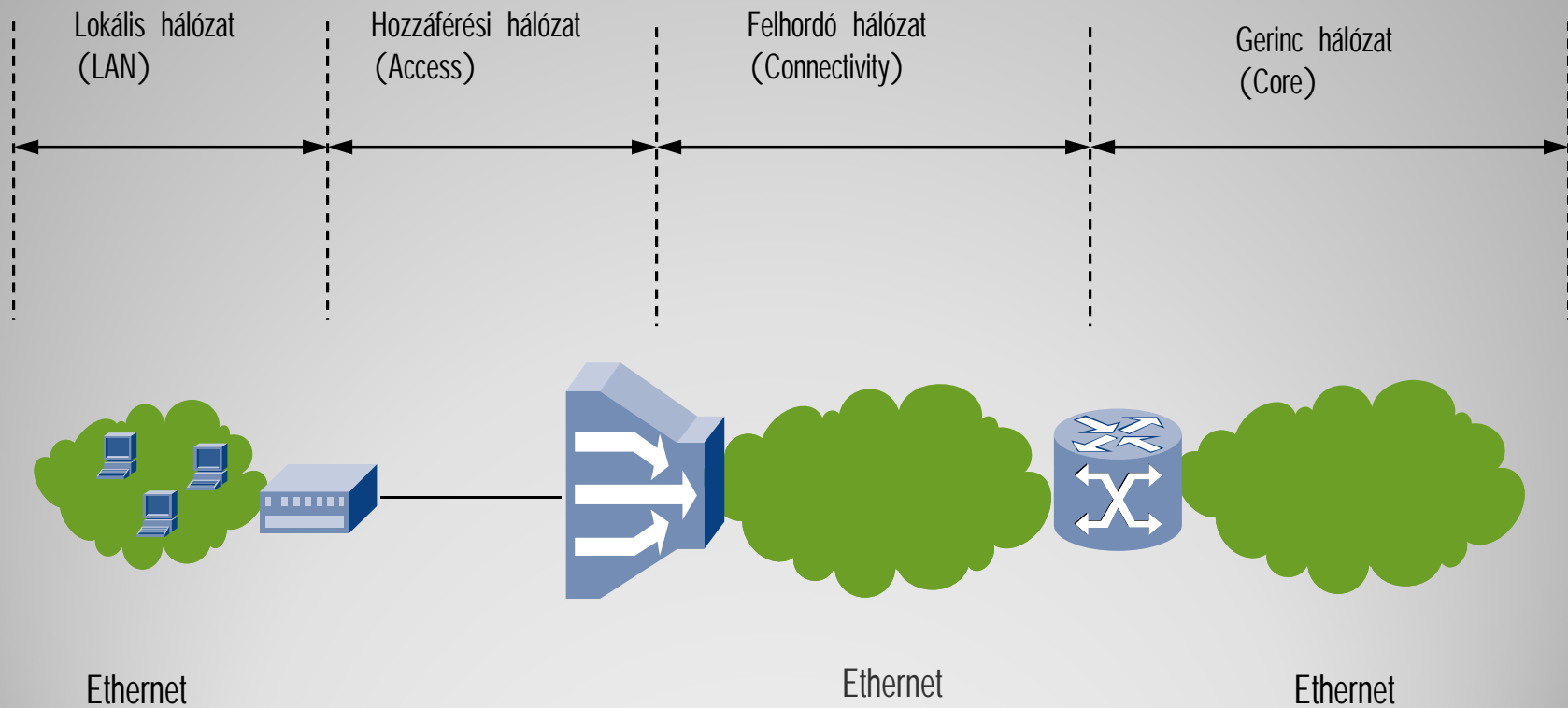
- A változatok 2 különböző DSLAM –ra alapoznak, a lényeges különbség közöttük a belső bus hálózat kialakításban, és a szolgáltatási funkciókban van.
- Az **A/ változatú** eszköz által nyújtható előfizetői vonalak: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SHDSL vagy VDSL, keverten egy DSLAM-on belül.
- Abban az esetben, amikor ADSL/ADSL2/ ADSL2+ és VDSL a szolgáltatás, az átviteli technológia azonos ISDN/POTS előfizetői vonalon nyújtható, szűrő segítségével leválasztva az alap sávot a magasabb frekvenciákat használó adatok átviteléhez.
- SHDSL átvitel esetén, VoATM mint egy sávon belüli alkalmazás van kifejlesztve, amelyhez nem szükséges passzív osztó. Ebben a változatban a felhasználónál egy olyan integrált hozzáférési eszközre (IAD) van szükség, amely beszéd és adat interfészekkel rendelkezik. Ugyan ebben az esetben szükséges üzemeltetni a felhordó hálózat élén egy „Voice Gateway”t, hogy konvertálja a beszéd csomagokat a szabványos V5 protokollhoz.

NGN DSL eszközök



- ADSLAM up linkekhez ATM vagy Ethernet interfészekkel rendelkeznek, kettős vezérléssel (dual homing), így egy ATM valamint egy Ethernet interfész egy időben áll rendelkezésre. Az uplink átviteli technológiák lehetnek PDH, SDH, azaz $n \times E1$, $n \times SHDSL$, E3, STM-1/OC-3 és akár STM-4/OC-12, valamint Fast Ethernet, vagy GbEthernet.
- Ez a DSLAM együttműködést nyújt az ATM – Ethernet között, és fenntartja az összes ATM képességet a felhasználói oldalhoz, a hálózati oldalon pedig ellátja az Ethernet „Bridging” funkciót és az Ethernet Layer 2 meghosszabbítást.

Ethernet alapú DSLAM-ok



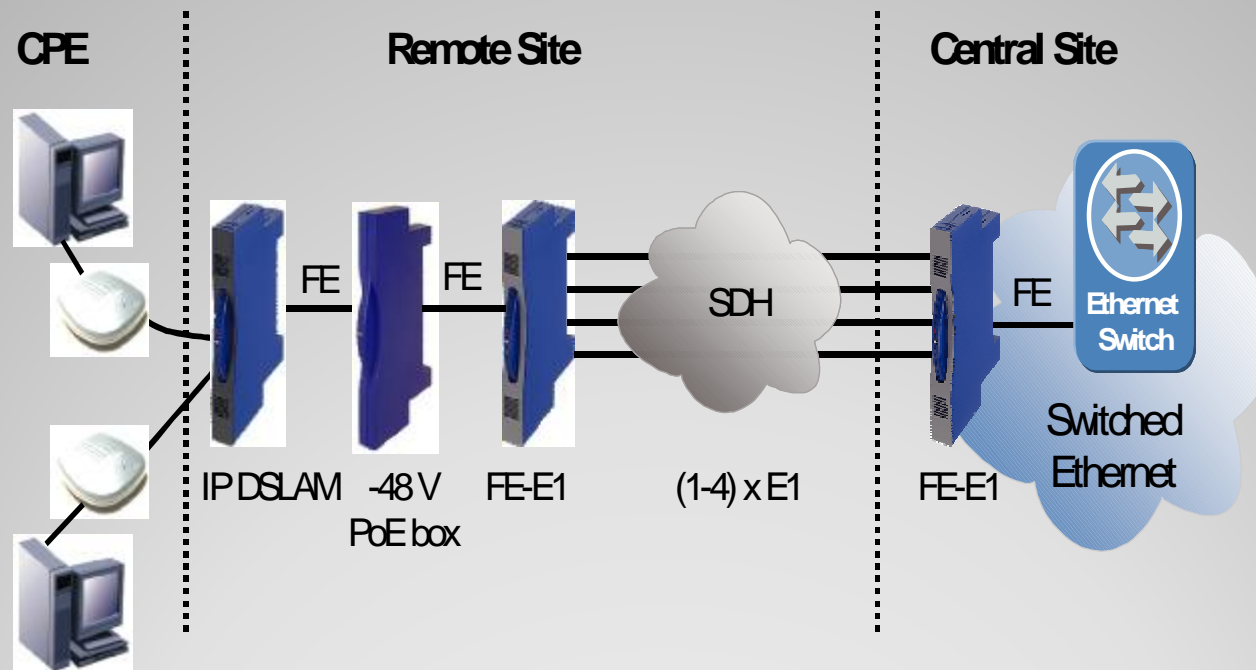
Ethernet alkalmazás

- Ethernet interfészek a DSL uplinkek megoldásaiban, és a hozzájuk csatlakozó Ethernet konverterek.
- Az Ethernet DSL hozzáférési eszközök kétféle módon képesek a telefon szolgáltatás nyújtására, úgymint, tradícionális POTS –ot alapsávon, és az IP feletti telefon sávon belül.
- Mindkét alkalmazás egyidejűleg is létezhet egy rendszerben.

A rendszer hálózati kialakításához Ethernet kapcsolók is szükségesek. (ábra.) Az **Ethernet kapcsoló** is különböző kapacitással üzemelhet, lényeges jellemzői a GbE uplinkek (1 vagy 2 GbE) és a FastE down linkek (n x 100BaseT portok)

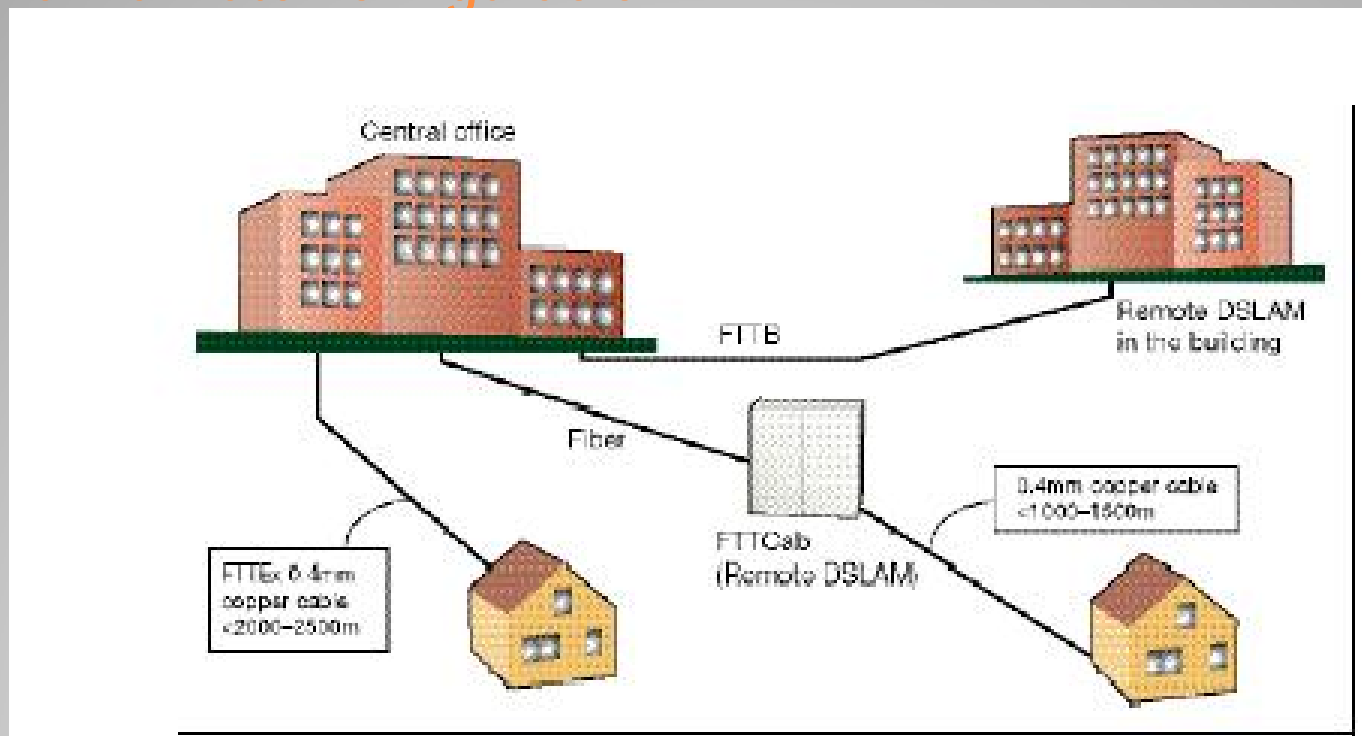
A rendszerben az **IP DSLAM** lehet, 8 vagy 10 portos, 8 vagy 10 ADSL vonal továbbítására 100Mbps Ethernet az Ethernet kapcsolóhoz. Szolgáltatásai, tradícionális POTS a telefonközponthoz, vagy RSU-hoz csatlakoztatva, vagy IP telefon, adat szolgáltatás fix vagy változó sávszélességen, videó szolgáltatás akár közvetlenül bekötött vagy rézkábelen bekötött felhasználók számára Multicast technológiával.

Ethernet Konverterek a DSL hálózatban



Fast Ethernet konverter a 100BaseT Ethernetet konvertálja 4 x E1-re Cat 5 kábelén 4x 120 Ohmos porttal a rendezőre

Alkalmazható konfigurációk



Hozzáférési módok: FTTEx esetben a VDSL2 a szolgáltató központban van, FFTTCa esetben az optika táplálja az itt elhelyezett DSLAM-VDSL2-t, és FTTB esetben a VDSL2 az épületben van elhelyezve

AN fejlesztés xDSL technológián keresztül

A legtöbb jelenlegi DSL vonal ún. központ alapú berendezéstől van kiszolgálva, így a rézérpáros infrastruktúra átalakítása sokkal lényegesebb a hálózat szolgáltató átalakítási programjában.

Számos vezetékes hozzáférés átalakítási alternatíva közül a következő megoldásokat célszerű számba venni:

- 1. A régi típusú központ alapon működő hozzáférési platformokat helyettesíteni a legfrissebb központ alapú DSL technológiákkal, a meglévő rézérpárok felhasználásával,
- 2. Hibrid megoldást alkalmazni FTTN kiépítéssel, amely az előző megoldás legjobb aspektusait támogatja.
- 3. A rézvezetékes infrastruktúra helyettesítése optikai kábellel, teljes egészében.

DSLAM kapacitások:

- Első generációs ADSL : max. 150 Mbps uplink
 - 10, 16, 32 portok
- ADSL2 és ADSL2+ 1Gbps uplink
 - maximum 64 portos
- Ericsson DSLAM (ADSL2+, VDSL2)
 - Fast Ethernet, vagy Gbit Ethernet uplink
 - 12 port max.
 - nagyobb előfiz szám: max 8 x 12 db. + mini switch (8 portos)

Alkalmazott DSLAM kapacitások