

Szélessávú, VDSL2/FTTx/GPON hálózatfejlesztés a Magyar Telekom hálózatában

GYÜRKE ATTILA, NAGY TAMÁS, HARASZTI ZOLTÁN, SZABÓ ISTVÁN ZOLTÁN

Magyar Telekom, PKI Távközlésfejlesztési Intézet
gyurke.attila@t-com.hu

Kulcsszavak: szélessávú elérés, FTTx, VDSL, GPON

Minden mérvadó távközlési szervezet egyetért, a jövő szélessávú távközlési alapját a videó alapú szolgáltatások sokasága képezi majd, a telefontal és az internet-eléréssel kiegészítve. A várható igények tömegmértetű kielégítésének legkritikusabb pontja a kellően szélessávú elérési hálózatok megteremtése. A meglévő sodort rézerű alaphálózatot felhasználva kell, költségkímélően kiépíteni a legcélszerűbb FTTx megoldásokat és azok átviteli rendszereit. Ez tömeg-kiszolgálási, befektetési, műszaki-gazdasági döntéshozattal alapozható meg, amelynek elemeit a cikk illusztrálja. A kivitelezhetőség egyik kulcsa az adminisztratív és mesterséges külső korlátok felszámolása, csökkentése.

1. Bevezetés

A Magyar Telekom fontos szolgáltatási célja és egyben motiváló tényezője a szélessávú hozzáférés biztosítása, lehetőség szerint MINDENKI számára. A motiváló tényezőkkel összhangban az üzleti célok között szerepel a költségkímélő, jövőálló szélessávú elérések biztosítása. Olyan piacokon és területeken, amelyeken közérdekel is számít, az erős versenyhelyzettel, a közel EU-konform távközlési szabályozással, csak széles skálájú szolgáltatáskészlettel, erős piacszegmentálás mellett lehetséges a költségkímélő és az üzleti megfelelés biztosítása. Ennek a szegmentációnak természetes technológiai következményei is vannak, azaz igazodni kell az adott szegmens gazdaságosan kielégíthető igényeihez és megfelelő technológiát kell alkalmazni.

Ilyenek lehetnek a címben szereplő xDSL technológiák, különös tekintettel az ADSL2+ és a VDSL2 megoldásokra a meglévő rézhálózatok fejlesztésénél, az optikai elérés kiterjesztése GPON, vagy más direkt optikai megoldás alkalmazásával és természetesen a különböző kábelTV hálózatok is. Természetesen a szélessávú fejlesztések tömegsodra mellett külön kezelést kívánnak a zöldmezős (nagy)beruházások, a szélessávú mobil hálózatok optikai elérései és rurál környezetben a megfelelő lehetőségek kihasználása.

Az előzőekkel összhangban a Magyar Telekom arra törekszik, hogy a következő években minél több előfizetőt lásson el olyan eléréssel, mely a „Digitális Otthon” igényeinek is megfelel. A „Digitális Otthon” szolgáltatásainak magas szintű biztosításához célként a 25-50 Mbit/s sávszélesség kitűzése célszerű. Ennek a célkitűzésnek egyik, már bevezetés alatt álló szolgáltatási példája a HD IPTV (nagy felbontású IPTV).

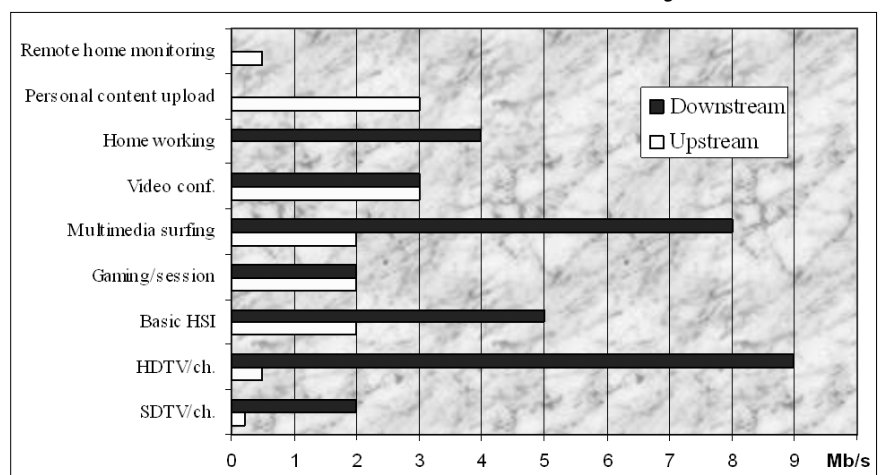
2. Szélessávú szolgáltatások: a jövő

Amint az új optikai infrastruktúra kiépítése, vagy emellett a meglévő rézhálózati kapcsolatok felhasználása kerül a vizsgálatok célkeresztjébe, minden esetben a szélessávú jövő alapját képező szolgáltatások körvonalazása és azok sávszélesség vonzatának előrejelzése kap kulcsszerepet. Akár a „varázsgömb mestereit”, akár a piaci szakértőket, akár a közvélemény-kutatókat kérdezzük, válaszaik abban a tekintetben, hogy milyen jellegű szélessáv-igényes szolgáltatási „motorok” lesznek a mérvadók a jövőben, egybecsengenek. A sávszélesség-igény hajtóereje kétségkívül az egyre nagyobb felbontásra váltó videószerkezetekben rejlik. Ezek lehetnek HDTV, vagy HD-VoD, az egyre kiterjedtebb igényként megjelenő saját mozgóképi tartalmak megosztása, és persze az egyre vizuálisabb hálózatos játékdömping.

A jelenleg látható szolgáltatásösszetétel lehetséges elemei az 1. ábrán láthatóak.

Ez természetesen azt jelenti, hogy az alapvető kommunikációs szolgáltatások – úgy, mint a hangátvitel az IP telefóniával és az internetelérés – amellet, hogy ab-

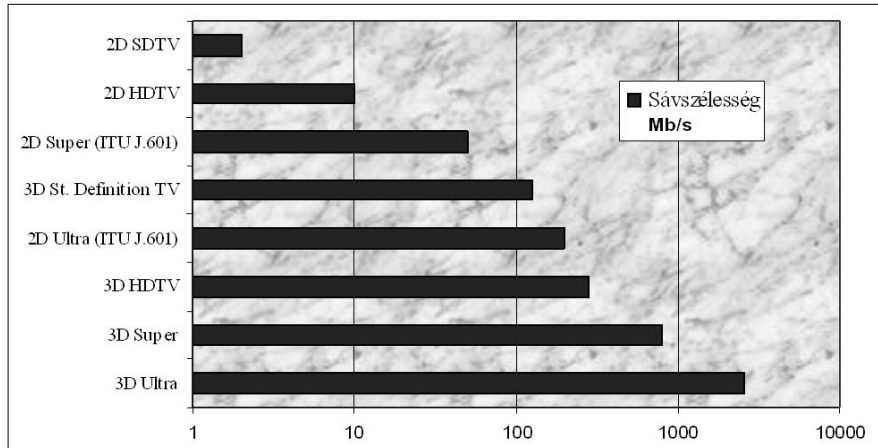
1. ábra Szolgáltatásösszetevők



szolút természetes „kísérővé” válnak, sávszélesség szempontjából ezek csak másodlagos szereplők.

A videószolgáltatásokra koncentrálna ismét csak előre nézhetünk: vajon ezek milyen mértékben fognak változni? Tekintsük meg a 2. ábrát, amely a várható videószolgáltatásokat és azok erőforrás-falánkságát mutatja. A két legkisebb videószolgáltatástól eltekintve „már nem ezen a földön járunk”, gondolva itt természetesen a ma legszélesebb körben kiépített és használatban lévő sodrott rézhálózati infrastruktúrára.

Ha már látjuk, mi is következik, akkor bárki joggal kérdezheti, mikor várható, milyen léptékű és kiterjedésű lesz a fejlődés? Ez az a kérdés persze, amit ma az előrejelzés mesterei sem tudnak („előzetes megegyezés hiányában”) egybehangzóan megválaszolni. Az 1. táblázaton látható az előrejelzések igencsak szóródó eredménye.



2. ábra

A videószolgáltatások jövője

Egy egyszerű képpel élve, tudjuk, érezzük, hogy „valami nagy dolog” fog történni, csak azt nem tudjuk mikor, és hogy mennyire lesz „nagy”. Ha nem is tudjuk a pontos jövőt, de egy biztos, a „vonat jön”, és jobb, ha kellő rugalmassággal rendelkezünk, amikor ideér, ezért annyira előkészülünk rá, amennyire csak lehetséges!

Rövidítések

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
B-PON	Broadband Passive Optical Network
BRAS	Broadband Access Server
CATV	Cable Television
CCC	Cross Connection Cabinet
CPE	Customer Premises Equipment
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DSM L3	Dynamic Spectrum Allocation Level 3
E-PON	Ethernet-PON
FTTB	FTT Building
FTTC	FTT Curb
FTTCab	FTT Cabinet
FTTExc	FTT Exchange
FTTH	FTT Home
FTTx	Fiber To The „Something”
GE-PON	Gigabit Ethernet-PON
GPON	Gigabit Ethernet Passive Optical Network
HD IPTV	High Definition IP-based TV
HSxPA	High Speed Packet Access
ISDN	Integrated Services Digital Network
ODF	Optical Distribution Frame
PoP	Point of Presence
POTS	Plain Old Telephone System
VDSL	Very High Bit Rate DSL
VoD	Video on Demand
WDM	Wavelength Division Multiplexing
xDSL	„Any” Digital Subscriber Line

Beclés forrása	IPTV előfizetők száma (millió)	ÉV
Multimedia Research Group	36,9	2009
Infonetic Research	53,7	2009
Alcatel	100	2010
Isuppli	63	2010
Gartner	49	2010
The Diffusion Group	37,8	2010
Parks Associates	60	2011

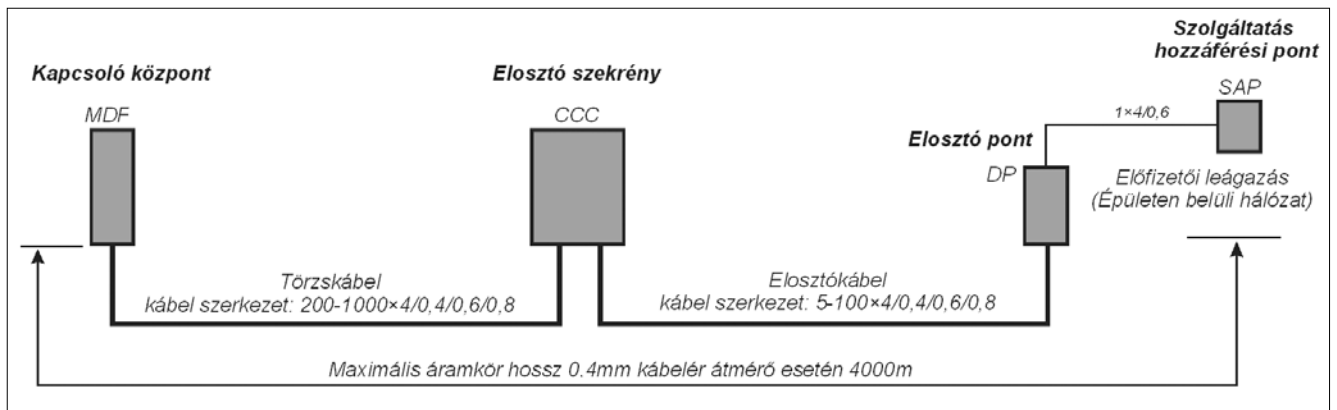
1. táblázat

IPTV előrejelzések (IT-Business, 2007. július)

3. Elérési hálózati adottságok

A szélessávú igények kielégítése során az első logikus gondolat a meglévő hálózatok felhasználása. Ezek közül is a Magyar Telekom legkiterjedtebb hálózata, a sodrott rézerű elérési hálózat kerül előtérbe.

Az elérési hálózatok jellemzése kapcsán cikkünkben kimondottan a meglévő sodrott rézerű, valamint az újonnan építendő optikai hálózatokkal foglalkozunk, mint a fejlesztések talán leglényegesebb, meghatározó elemeivel. Természetesen a párhuzamosan már működő és kiépítés alatt álló vezeték nélküli mobil (és nem mobil) rendszerek, valamint CATV hálózatok az optikai fejlesztések további meghatározó elemei, így azokat a konkrét területi tervezésnél és optimalizálásnál lehet, és kell figyelembe venni. A sodrott rézerű elérési hálózat alapvető, egyszerűsített tervezési célként adott felépítését a 3. ábra mutatja be.



3. ábra A sodrott rézerű elérési hálózat felépítése

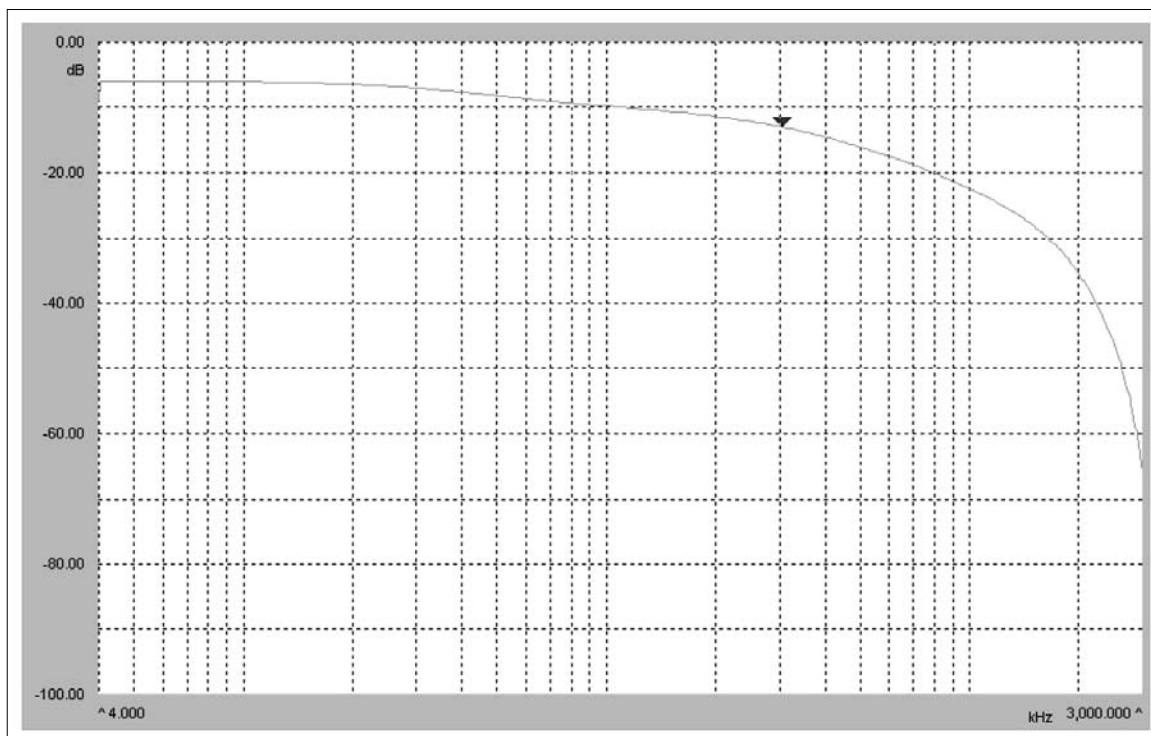
Amint azt korábban már jeleztük, hazánkban jelenleg ez a hálózattípus a legelterjedtebb, s talán a legkönnyebben hozzáférhető vezeték megoldás, mondhatnánk; ez „minden távközlés alapja”. Elterjedtségének legfőbb oka az, hogy a 90-es évek kezdetéig szinte ez a hálózati megoldás számított egyedül, elfogadható erőforrások mellett kivitelezhető tömegelérési módnak.

A 90-es években zajlott nagy tömegű rézhálózat építésénél, az alapvető tervezési paraméterek, mind a kábeleket, mind a távolságokat tekintve a POTS és az ISDN átvitel gazdaságos kiszolgálásához lettek optimalizálva, a széles spektrumtartományú működés csak másodlagos kérdésként merült fel, hiszen ADSL szolgáltatás is csak néhány éve, a kétezres évek elején kezdett elterjedni.

A meglévő rézhálózatunk szélessávú felhasználhatóságát így az határozza meg, hogy a sáv szélesség növelése érdekében megemelt spektrális teljesítményt alkalmazó rendszerek magas frekvencia- és energia-szükségletét mennyire képes az kielégíteni. Itt termé-

szetesen nem csak egy érpár viselkedése és lehetőségei a kérdésesek, hanem az, hogy az egy kábelben belüli kapcsolatok és egymásrahatások (zavartatások, áthallások) milyenek, hiszen „tömegkiszolgáló rendszerről” beszélünk. További bizonytalanságot visz az alkalmazás értékelésébe az, hogy a kábelkötések és a megszakító-létesítmények számára, mind a kötőszámokat, mind azok minőségét tekintve a keskenysávú tervezési paraméterek voltak mérvadóak.

A 4. ábrán egy sodrott rézerű, 1 km hosszú, 0,4 mm átmérőjű vezeték csillapításmenetét láthatjuk a frekvencia függvényében. Jól látható, hogy a vezeték csillapítása 2 MHz felett drasztikusan nő. A hagyományos csavart rézérpárnak a magasabb frekvenciás lehetőségeit kihasználó DSL technológia alkalmazásakor tehát, a csillapítás okán is csökkenteni kell a hurok-hosszokat, a kívánt magas adatátviteli sebesség elérése érdekében. Például a VDSL2 technológia akár 17 (30) MHz-ig is képes vivőt használni, ami elfogadható csillapítással csak jóval 1 km hossz alatt működhet.



4. ábra
1 km-es sodrott rézerű vezeték frekvencia-menete

4. Szélessávú technológiai lehetőségek

Amennyiben a szélessávú ellátás fokozatos sávszélesség-fejlesztési modelljét elfogadjuk, valamint azt az alapítélet, hogy csak olyan beruházás valósulhat meg (főképpen tömegméréteknél), amely tőkebefektetés szempontjából jövedelmező, egyértelműen a meglévő rézhálózaton alkalmazható xDSL technológiák használata felé fordulunk.

Amint ismert, és az 5. ábrán látható is, bármilyen xDSL technikát használunk is, a sávszélesség növelésével az elérhető átviteli távolság általában drasztikusan csökken. A szolgáltatások sávszélesség-fejlesztésnek elvben eljön az a pontja, amikor nem lesz olyan xDSL megoldásunk, ami elég jó lenne akár az utolsó 100 méter(ek) áthajtására. Mire azonban ehhez a ponthoz eljutnánk, az utolsó 100 méter(ek)ig hiányzó kilométereket meg kell építeni, praktikusán az egyetlen ma ismert és „korlátlan” sávszélességet nyújtó megoldással, optikával (FTTx).

Miután a korábbi tömegmértetű rézhálózat kiépítése is évtizedekig tartott, feltételezhetjük, hogy a feltétlenül egyszerűbbnek látszó tömeges optikai hálózat-építés sem történhet egyik napról a másikra, évek és forintmilliárdok szükségesek. Ezért lehetséges és szükségszerű az FTTx hálózatoknak az ügyfeleket egyre jobban megközelítő és továbbfejleszthető kiépítése, az utolsó szakaszokon kezdetben xDSL megoldásokkal. Az optikai közelség növelésekor az xDSL-t az utolsó 100 méteren kiválthatja a CAT5-CAT7 kábelezési alapú „natív” ethernetes átvitel, majd pedig már az üzletkig, lakásokig érő optika (FTTH) lesz a megoldás. A „megközelítés lépésmagyságai” értelemszerűen mások, kisebbek meglévő hálózatok, meglévő előfizetői végpontok esetében és nagyok, sőt akár végpontig érő új „zöldmezős” beruházások esetében.

A fenti képet tovább árnyalja és az optika kiépítésének sebességét növeli az, hogy a 3. és 4. generációs (HSxPA és pl. LTE) szélessávú mobil hálózatok használatának tömegigénye az ellátási cellasugarak csökkenését és az átviendő forgalom nagymértvű emelkedését hozza majd, ami vég eredményben az előfizetői sebességek kapcsán leírt folyamathoz teljesen hasonló következményekkel jár, és szinergikus kölcsönhatásban van a szükséges alpinfrastruktúra tekintetében.

4.1. xDSL - ADSL2+ és VDSL2

A meglévő rézhálózat leggazdaságosabb szélessávú hasznosításaként a DSL technológia lehetővé teszi, hogy hagyományos telefonkészülékekhez kiépített rézérpáron nagysebességű adatátvitelt is lehessen működtetni, így az elmúlt évtizedekben a keskenysávú szolgáltatási céllal tömegesen kiépített rézvezeték hálózat alkalmassá vált nagy sebességű digitális szolgáltatási igények tömeges kielégítésére is.

A sodort rézvezetékeknek a frekvencia függvényében növekvő csillapítás mellett a kábelcsatornában kötegekbe fogott kábeleknél az áthallás is egyre jobban nő, ezek a jelenségek egyre jobban nehezítik az adatátvitelt.

A DSL technológia a nagyobb adatátviteli sebesség elérése érdekében ezeket a problémákat a következőképpen enyhítette:

- A hagyományos telefonvezetékkel áthidalt távolságokat egyre rövidebbre és rövidebbre választják, így még elfogadható nagyságú jelszintek érkeznek a csavart rézérpár végére.
- Másfelől, az adatátvitelt összetett DMT (Discrete Multi Tone) moduláció segítségével oldották meg, amely képes figyelembe venni az előfizetői rézvezetékén mérhető zajviszonyokat és nagyfrekvenciás zavarokat.

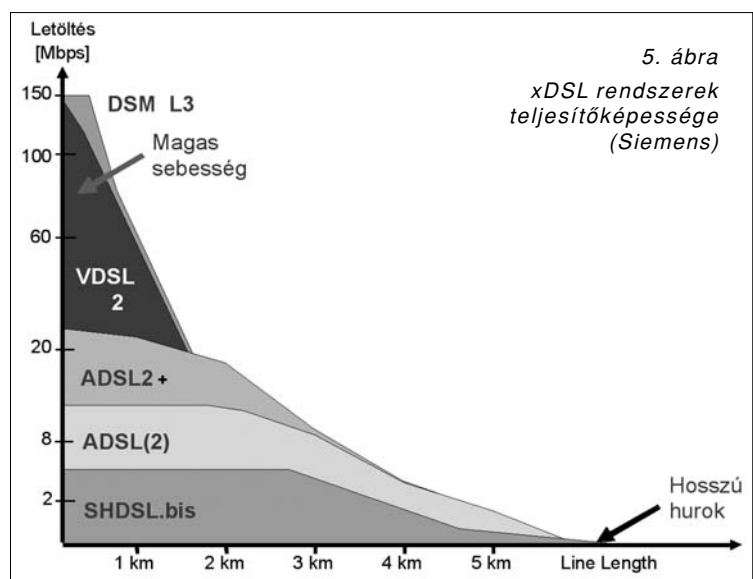
Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a fenti módszerek ellenére is, egy kábelben belül a rézérpáraknak csak körülbelül a felét célszerű felhasználni szélessávú szolgáltatások nyújtására. Részletes ismertetés ezen megoldásokról az ITU tárgyi szabványában található.

Az elmúlt évek során a DSL technológia különböző megoldásait fejlesztették ki. A fontosabb megoldások és jellemzőik a 2. táblázatban láthatók:

xDSL megoldás	Szabvány	Mód [Aszimmetrikus/ Szimmetrikus]	Átviteli sebesség Down/Up [Mb/s]
ADSL	ITU-G.992.1	A	8/0,8
ADSL2	ITU-G.992.3	A	12/1
ADSL2+	ITU-G.992.5	A	24/1,2
SHDSL	ITU-G.991.2	Sz	2,3/2,3
VDSL2	ITU-G.993.2	A/Sz	50/50

2. táblázat A legfontosabb xDSL megoldások

Az iménti áttekintésből látható, hogy az újabb technológiák egyre nagyobb adatátviteli sebességet képesek biztosítani, azonban ennek ára van, mivel a 4. ábrán látható, rézvezetékre vonatkozó csillapítási diagram



5. ábra
xDSL rendszerek teljesítőképessége (Siemens)

	Fizikai paraméter		Tipikus szolgáltatási lehetőség				
	Sebesség [Mb/s]	Tipikus távolság [m]	Elhelyezési ponttól	Telefon, VoIP	Internet (max. 4 Mb/s)	3PLAY 2 SDTV (7 Mb/s)	2 HDTV videó
ADSL	1-8	4000	MDF	☒	?	-	-
ADSL2	1-12	3500	MDF	☒	☒	?	-
ADSL2+	1-24	2400	MDF/CCC	☒	☒	☒	?
VDSL2	1-50	1000	CCC-Ház	☒	☒	☒	☒

3. táblázat xDSL technológiák és tipikusan nyújtható szolgáltatások

mot nem lehet megkerülni. A nagy sebesség elérése érdekében az előfizetői rézvezeték szakaszt fokozatosan csökkenteni kell. Az (előző oldali) 5. ábra szemlélteti, hogy hogyan változik a különböző technológiák esetében az alkalmazható vonalhossz.

Az 3. táblázatban összefoglaljuk, hogy az egyes technológiák milyen szolgáltatások nyújtására alkalmasak.

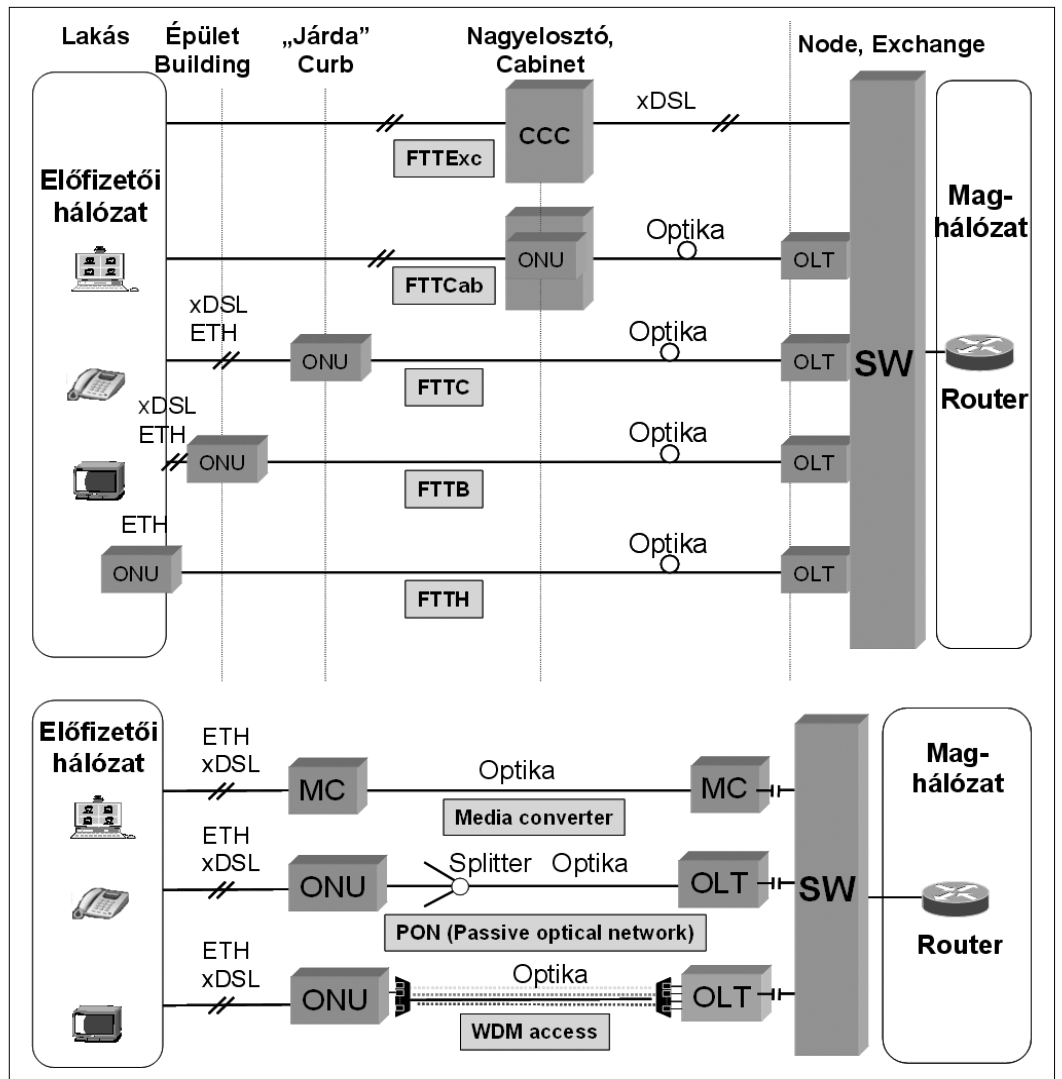
4.2. FTTx kiépítések és optikai elérési megoldások

Ahogy az előző fejezetben is láttuk, nagyon kicsi a valószínűsége a tömeges, azonnali optikai kábelépítéseknek. A fejlesztések azonban haladnak, a legfontosabb feladat annak eldöntése, milyen irányban és milyen mélységben.

Az optikaépítések lehetséges mélységét és az így megépített optikai hálózatokon alkalmazható átviteli megoldásokat illusztrálja a 6. ábra.

Az optika felett használható átviteli megoldások közül a „Media converter” és a „WDM” megoldások használatával gyakorlatilag 1-10 Gbit/s-os összeköttetéseket lehet építeni, a megfelelő eszköz felhasználásával szinte távolságkorlát nélkül.

Ezek azonban aktív technológiák és az átviteli vég-és elosztó-pontokban táplálást igényelnek, valamint az optikai erőforrások felhasználása szempontjából sem mindig a legideálisabbak, esetleg nem is alkalmazhatók.



6. ábra FTTx mélységek és átviteli megoldások

Jellemző	B-PON	GE-PON	G-PON
DRAFT standard	1995	2000	2002
Letöltési sebesség	155/622/1244 Mb/s	1,2 Gb/s	1,2/2,4 Gb/s
Feltöltési sebesség	155/622 Mb/s	1,2 Gb/s	1,2/2,4 Gb/s
Osztási arány	32 (64 terv)	32	64 (128 terv)

4. táblázat
PON megoldások fő jellemzői

Az optikát a felhasználók szempontjából osztott közegeként kezelő PON rendszerek egyik előnye a „passzivitás”, ami gyakorlatilag a nyomvonal mentén a tápellátás kiépítési szükségének elmaradásával jár, másrészt – különösen az előfizetőhöz közel eső optikai végpontok és korlátos optikai struktúra mellett –, kimondottan költséghatékony megoldás. Mind időben, mind térben, a világban többféle PON rendszer terjedt el, ezek közül a legfontosabb, ajánlással szabályozottak a B-PON, az E-PON és GE-PON, valamint a G-PON. Ezek főbb jellemzői láthatóak a 4. táblázatban.

A Magyar Telekom hálózatában a G-PON megoldást használjuk.

5. Tervezési megfontolások, tapasztalatok és nyitott kérdések

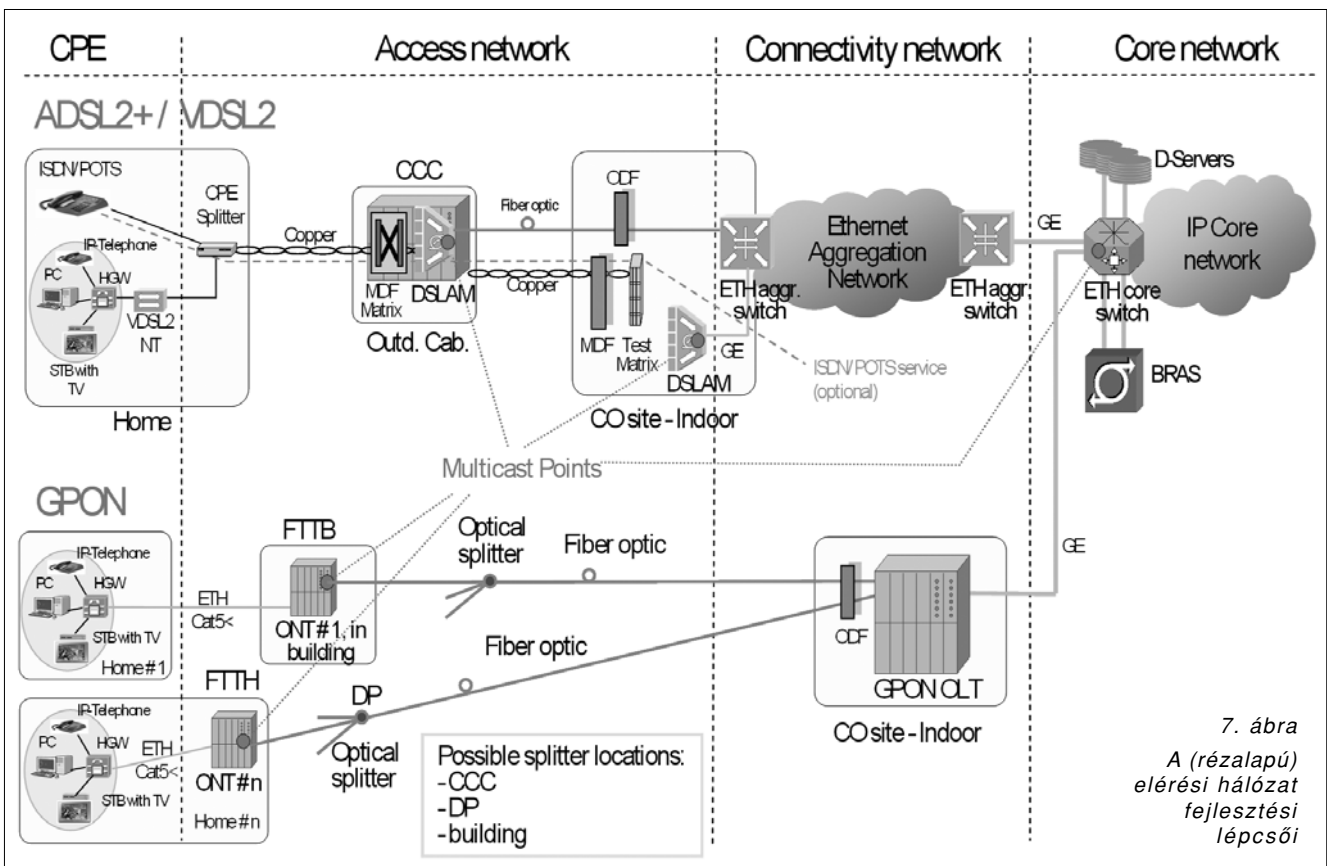
Az eddigiek alapján nagyon sokféle fejlesztési lehetőség, illetve megoldás kínálkozik az optikaépítés kiterjedése, az azon alkalmazni kívánt átviteli megoldások, a választandó xDSL, esetleg direkt ethernetes rézvezetékes technikák megválasztása szerint. Az elérési hálózatok fejlesztési, fejlődési „evolúciós lépéseit” minden

esetben az adott területi egység gazdaságossági lehetőségei befolyásolják.

A 7. ábra összefoglalja az alkalmazásra szánt megoldásokat. A különböző változatok egyes területeken evolúciós lépéssorozat módján valósulnak majd meg, míg más területeken egyből „végleges” megoldásként, akár közbenső lépések kihagyásával valósítjuk meg azokat.

Amint látható, az első és legkézenfekvőbb fejlesztési lépés a rézes nagyelosztók elérése optikai módon, ezzel rövidítve le az előfizetői rézhurok hosszát és adva így lehetőséget $x \cdot 10$ Mbit/s előfizetői átviteli sebesség megvalósítására. De akár ennek, akár további lépéseknek a megtétele előtt több szempontot kell mérlegelni:

- „Zöldmezős” beruházásoknál, új területek elérésénél, vagy új infrastruktúra kiépítésénél mindenképpen célszerű optikai kábelt telepíteni. Az építési munkák beruházási költsége jelentősen meghaladja a kábelek és anyagok beszerzési árát, ráadásul az optikai kábelek már olcsóbbak is a hagyományos rézkábeleknél. Ezekben az esetekben – már jövőálló megoldásként – az optikai kábelt egészen az előfizetőig ki lehet és érdemes építeni, így ekkor FTTH megoldás alakítható ki.



7. ábra
A (rézalapú) elérési hálózat fejlesztési lépései

- Meglévő, sodrott rézhálózattal ellátott területek fejlesztésénél a legfontosabb szempont és kérdés a meglévő rézkábeles hálózat és az infrastruktúra felhasználhatósága. Ha itt nem szükséges fejleszteni, esetleg cserélni, akkor ezek az utolsó szakaszok megmaradhatnak és csak az adott utolsó hálózati csomóponttól kell a központ irányába optikai kábelt építeni és biztosítani.

A hálózati struktúra kialakítása mellett nagyon fontos a szolgáltatások és a hozzá szükséges sáv szélességek megfelelő időtávú meghatározása is. Ahogy az ADSL is továbbfejlődött és megjelent a VDSL, a kialakítandó új, alapvetően optikai rendszernél is biztosítani kell a későbbi nagyobb sáv szélességek átvitelét. Ennek megfelelően, a struktúra optimalizálása együtt jár a területre vonatkozó forgalmi méretezéssel is.

Egy terület fejlesztési döntésének meghozatalakor alapvetően háromféle gyakorlati lehetőség mérhető fel (a speciális területi helyzetektől eltekintve):

- A korábbiakban említett optikai fejlesztés azonnal szükséges-e, avagy elegendő DSL alapú, a meglévő rézhálózat felhasználásával, a multiplex (DSLAM) eszköz kültéri vagy épületen belüli elhelyezésével operálni.

Amennyiben az optikai fejlesztés látható, úgy a forgalmi és építési lehetőségek függvényében:

- Ethernet switch-es (Media konverteres típus) megoldást alkalmazunk, optikai kábeles kiépítéssel?

Lehet közvetlen optikai hozzáférés az előfizetőnél lévő eszközökhöz, vagy közbenső eszköz (switch) egy hálózati csomópontban, FTTB vagy FTTH.

- PON alapú fejlesztéshez folyamodjunk, optikai kábeles kiépítéssel? A hálózati csomópontban csak passzív teljesítményszórtók, splitterek kerülnek alkalmazásra, amelyek egyszerű telepítést tesznek lehetővé. A rendszer nagy előnye az egyszerű sebességnövelés és az a lehetőség, hogy az előfizetőnél a szolgáltatások és ezzel az igényelt sáv szélesség-szükségletek rugalmasan változtathatók, konfigurálhatók.

A tipikus kiépítések: FTTB és FTTH.

A fenti döntéseket területi alapon, a meglévő infrastruktúra alapján, az előrejelzett igényekre támaszkodva, műszaki-gazdasági alapon hozzuk meg.

6. Építési és kivitelezési kérdések

Belátható, hogy a jövő távközlési-üzleti kihívásainak, csak jelentős elérési hálózati optikai hálózat fejlesztéssel és ezzel járó építési feladatok elvégzésével tudunk megfelelni.

A jelenleg használt rézhálózat fizikai és pénzügyi okokból nem váltható ki „pillanatszerűen” optikai hálózattal. Továbbá a szolgáltatási paletta sokszínűsége miatt is a két hálózat hosszabb-rövidebb ideig együtt kell, hogy éljen.

Az optikai lefedő-kiváltó hálózatok megépítése nagyon jelentős anyagi erőforrásokat igényelő, időben elhúzódó és sok nehézség leküzdést kívánó feladat. Mind a nehézségek csökkentése, mind pedig az erőforrások kímélése újabb és újabb, egyre „leleményesebb” építési technológiák megjelenését hozza magával. Ennek ellenére az új technológiákkal megvalósított hálózatfejlesztések is jelentős földalatti és lehetőség esetén földfeletti hálózatépítéssel járnak. Továbbá általában új kültéri építmények, szekrények elhelyezése is szükséges.

A hálózatépítési megoldások között a földfeletti építés jelentette mindig az egyszerűbb, gyorsabb és természetesen olcsóbb megoldást, ami lehetővé tette, hogy egyébként aligha elérhető falvakat is bevonjunk a hálózattal lefedett területek közé. Sajnos, a földfeletti, oszlopsoros hálózatok a folyamatos fejlesztések során sokszor elérték statikai határaikat, így sok esetben újabb kábelek már nem tehetőek fel a meglévő oszlopokra.

Megváltoztak a városrendezési elvárások is. A települések – és egyre inkább a kistelepülések – önkormányzatai is, egyre kevésbé engedik meg új oszlopok állítását, sőt a meglévőket is föld alá bújtatnák fejlesztési kérés esetén. Az áramszolgáltatókkal közös oszlopsorhasználat sem hozhat átütő megoldást, mert ezek egyszeri- és bérleti díjai is folyamatosan emelkednek, gyakorlatilag sokszor elérve a saját hálózat építésének költségeit.

A földalatti hálózatok létesítése jelentősen drágább, általában lassúbb és bonyolultabb, mint a földfelettié. A 90-es évektől lezajlott rézhálózati fejlesztés nagyrészt „elhasználta” az optimális hálózati nyomvonalakat. Gazdasági okokból sokszor még alépitmény hálózat sem épült, hanem a rézkábelek közvetlenül földbe fektetve kerültek elhelyezésre. Az alépitménnyel rendelkező hálózatok esetében sem mindig rózsás a helyzet. Az alépitmények mára már telítettek és az évek során a közmű hálózat- és útépítések jelentősen megrongálhatták az alépitmény hálózatot, lehetetlenné téve új optikai kábelek egyszerű behúzását.

Az energiaárak és az élőmunka költségeinek drasztikus emelkedése miatt a hálózat építések költségei is jelentősen nőttek. További nehezítő tényező, hogy a közterület tulajdonosai nemegyszer „bevételi forrást” látnak a távközlési cégekben, így sokszor a hálózat építések 20-40%-át is elérő mértékű nyomvonalhasználati díjakat vetnek ki és aránytalan burkolathelyreállítási munkákat írnak elő.

A fenti nehézségek szintén közrejátszanak abban, hogy a Magyar Telekomnál is új hálózatépítés technológiák bevezetése időszerű, amik segítségével kihasználhatók az alépitményekben még meglévő helyek, illetve a már nem használt rézkábelek köpenye szolgálhat „alépitményül”, esetleg az útburkolatba, alig valamivel a felszín alá kerül elhelyezésre az optikai (mikro)kábel.

Az alépitményhálózatok problémáin túl, az optikai hálózatok végpontjainak az előfizetőhöz való közelítésével együtt az aktív eszközök is kikerülnek a hagyományos távközlési épületek védettségből, közelebb ke-

rülnek az előfizetőkhez. A közterületeken új szekrények, kültéri építmények jelennek meg, az aktív eszközök számára. Azon túlmenően, hogy ezeknek a kültéri szekrényeknek sokszor áramellátást kell biztosítani, ami természetesen drágítja a beruházást, városrendezési szempontok miatt ezek elhelyezésének engedélyeztetése is egyre nagyobb problémát jelent. Az önkormányzatok és a sokszor a lakosság sem szívesen fogadja újabb szekrények megjelenését, sokszor egymás mellett több különböző szekrényt is. Megoldást jelenthetnek a föld alá elhelyezett vízhatlan kabinetek, ám ezek is jelentősen növelik az optikai hálózatok elterjedésének költségét, és ezzel idejét is. Sajnos, napjainkra a kültéri építéssel kapcsolatos adminisztratív és gyakran elutasító viselkedésmód oda vezet, hogy a fennálló, sürgető kielégítetlen szélessávú igény nem látható el, mert vagy ellehetetlenül a kivitelezés, vagy olyan „csillagászati” költségnövekedést okoz, amelyet az adott beruházás már nem bír el.

Az optika terjeszkedésének „végpontja”, amikor az optikai kábel bekerül a lakóépületek belső hálózataiba, és a lakásokban végződik. A belső hálózatok védőcsövei az ingatlanokkal együtt készülnek és gazdasági megfontolások miatt, vagy korszerű előírások hiányában nem mindig alkalmasak sugaras rendszerű belső hálózatok (UTP, vagy optika) kialakítására. Az utólagos, a távközlési szolgáltatás megrendelésekor történő „behúzás” időigényes és nem is minden esetben oldható meg bontás, rosszabb esetben falon kívüli csatornázás nélkül. Utóbbi esetekben, a megfelelő felszállóhálózat építése ellehetetlenülhet a tulajdonosok – egyébként teljesen jogos – birtokvédelmi megfontolásai miatt.

7. Összefoglalás

Napjainkban minden, a távközlési szolgáltatások és igények jövőbeli helyzetét előre jelző társaság és szervezet egyetért abban, hogy amennyire bizonyos becslés adható, középtávon, de akár már rövidtávon is a nagy sáv szélességű videó alapú szolgáltatások fogják a jövőt jellemezni, kiegészülve, a keskenysávú múltban megszokott telefonnal (bármilyen formában) és az egyre inkább „megszokottá váló” internet eléréssel.

Jelen cikk azokat a válaszokat körvonalazta, amelyeket egy alapvetően keskenysávú, sodrott elérési rézhálózati vagyonnal, mint kiterjedt elérési hálózattal rendelkező nagy múltú telekommunikációs cég, mint a Magyar Telekom, adhat. A múlttól függetlenül, gyakorlatilag mindegy, hogy kábeltévéről, vagy 4. generációs mobil hálózatokról beszélünk, minden fajta válasz alapja az, hogy optikai elérési infrastruktúra kiépítése, záros határidőn belül, elengedhetetlen.

Miközben tervezési szempontból optimális ellátási döntéseket kívánunk meghozni, azok véghezvitele, kivitelezése egyre nehezebb. Miközben általánosságban sem kedvez az üzleti környezet az infrastruktúra építések megvalósításának, sajnálatosan, mesterséges és „adminisztratív” gátak is kialakultak. Ezek ellenére bízunk

abban, hogy a megkezdett fejlesztési munka kiteljesedhet, széleskörűvé válhat, és a „Peking 2008” projektek kapcsán megkezdett optikai és szélessávú építések sikere további lökést adhat a fejlődésnek.

A szerzőkről

Gyürke Attila 1990-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán, majd ettől az évtől kezdve a MATÁV, illetve Magyar Telekom PKI Távközlésfejlesztési Intézetben dolgozik. Mind kapcsolástechnikai, mind fogalomelméleti és távközlés-gazdasági kérdésekkel foglalkozott, emellett több nemzetközi projektben is részt vett. 2000-től az elérési hálózatfejlesztési területen a T-Com vezeték és vezeték nélküli elérési hálózatok stratégiai, közép- és hosszútávú fejlesztési feladatainak irányításáért és ellátásáért felelős, különböző besorításokban. 2008-tól fő területe az FTTx és más szélessávú elérési hálózatok főképpen nyomvonalas fejlesztési és tervezési kérdéseinek megoldása.

Haraszti Zoltán villamosmérnök, tanulmányait a 1988-ban a KKVMF-en végezte, majd 1993-ban szerzett digitális szakmérnöki képesítést. 1988-óta a Magyar Telekom, illetve jogelődjeinek munkatársa. Dolgozott áramellátási területen, technológiai területen. Jelenleg a PKI-FI munkatársaként hálózatfejlesztéssel, fejlesztéskoordinációval foglalkozik, különös tekintettel az optikai és szélessávú elérési hálózatok fejlesztésére.

Nagy Tamás 1983-ban végezte a BME Villamosmérnöki Karán. A POTI-ban, majd az összevonás után a PKI Távközlésfejlesztési Intézetben dolgozott rendszertervezőként, az átviteli hálózatok tervezésének területén. Vezető tervezőként vett részt a Budapesti Átkérő Hálózat terveinek elkészítésében. 2001-től az elérési hálózatfejlesztési területre került, mint senior fejlesztési menedzser, fő feladata az elérési hálózatok stratégiai, közép és hosszútávú fejlesztési irányelveinek kidolgozása volt. 2004-05-ben irányította a HVTAS területek szélessávú megoldásának kialakítását, majd 2006-tól az FTTx, GPON területre váltott. Több nemzetközi projektben is részt vett.

Szabó István Zoltán 1998-ban diplomázott a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika szakán. Tanulmányai befejeztével a Siemens magyarországi leányvállalatánál kezdett, mint fejlesztő mérnök. Néhány hónap után csatlakozott a német fejlesztő kollégákhoz és részt vett Münchenben a 36190-es ATM switch fejlesztésében. Ennek befejeztével, ismét idehaza, foglalkozni kezdett az ATM alapú DSL technológiával fejlesztőként, majd termékmenedzserként. 2007 óta dolgozik a PKI Fejlesztési Intézet Hálózatfejlesztési ágazatánál, mint DSL-hálózat-tervező. Az xDSL témakörben több szakcikke is megjelent, többek között a Rádiótechnika Évkönyvekben.