

”Szélessávon mindenkire” A hazai szélessávú ellátottság intenzív fejlesztése A HTE munkacsoport megfontolásai és javaslatai

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület (HTE) Zalakaroson 2008. október 15. és 17. között rendezte a 16. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szemináriumot és Kiállítást. Megnyitó előadásában dr. Baja Ferenc kormánybiztos, a Miniszterelnöki Hivatal államtitkára elmondta, hogy a szélessávú hálózatok még sok települést nem érnek el, máshol a minőség nem kielégítő, ezért állami feladat lehet az ország minden települését elérő, megfelelő sebességű és minőségű szélessávú hálózat létrehozásának a felkarolása, a szélessávú ellátottság fejlesztésének intenzívebbé tétele. Kormánybiztos úr felkérte a HTE-t, hogy megalapozott véleményével segítse ennek a folyamatnak a szakmailag perspektivikus irányba terelését, a hálózat-fejlesztési dilemmák eldöntését. Jelen anyag az e célból felállított HTE munkacsoport szakértői munkájának megfontolásait és eredményeit összegzi (Helyzetkép. Az állami beavatkozás és EU-s támogatás feltételei. Tervezési megfontolások. Fejlesztési stratégia. Számításba vett szélessávú hálózati technológiák).

A szélessávú ellátottság fejlesztését célzó hazai elgondolásokat alátámasztja az „*Európai gazdaság helyreállítási terv*”¹, amelyet az Európai Közösségek Bizottsága 2008. november 28-án adott ki. A gazdasági krízishelyzet megoldásának programját meghirdető dokumentum tíz akciópontjának egyike a „*High-speed Internet for all*” akciópont, amely felhívja a tagországokat egy egyeztetett szélessávú stratégia kidolgozására és célul tűzi ki 2010-re a 100%-os szélessávú Internet lefedettség elérését, további támogatást nyújtva a gyengén ellátott vagy magas létesítési költséggel kiszolgálható térségek lefedésének finanszírozásához.

A szélessávú ellátottság jelenlegi helyzete

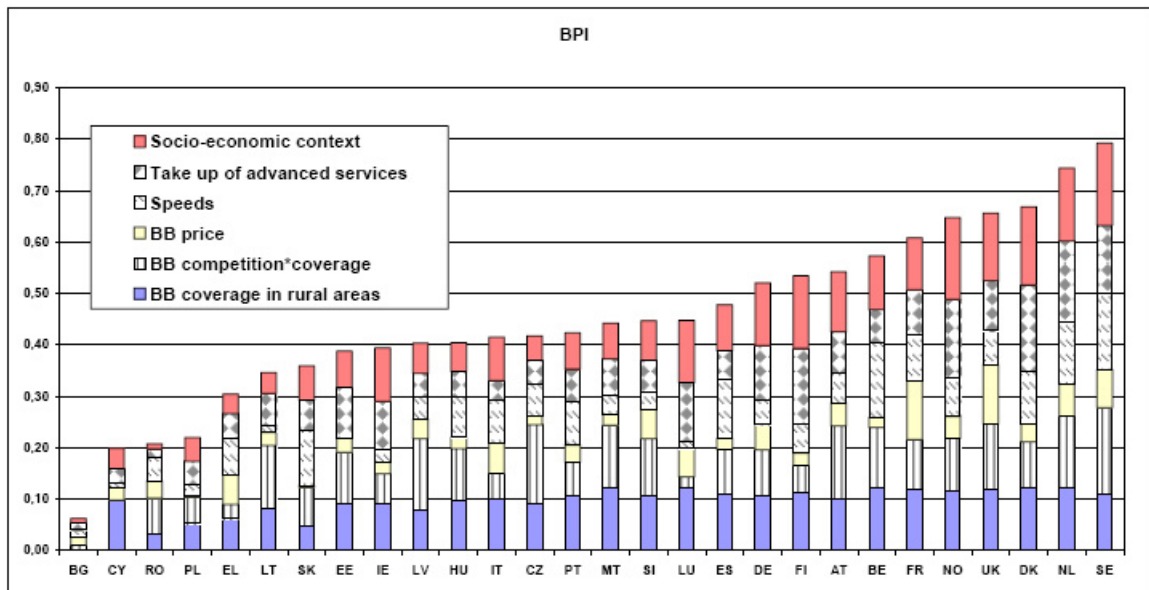
Összehasonlítás az EU szintjén

Az 1. ábra az EU tagországok *szélessávú teljesítmény indexeit (BPI)* tünteti fel az Európai Bizottság összeállítása szerint, 2008 év eleji adatok alapján². A BPI összetett mutató, amely figyelembe veszi az Internet szolgáltatás sebességét, a vidéki területek ellátottságát, az árak megfizethetőségét, a verseny élességét, a használat mértékét, a képzettségi szintet, a szociális és gazdasági felkészültséget is. Megállapítható, hogy a hazai 14,2% ellátottsággal az EU 20%-os átlaga mellett az BPI szerint az EU tagországok között a 17. helyet foglaljuk el. Az ábra azt jelzi, hogy a nemzetközi összemérésben Magyarország a sáv szélesség vásárlóerő paritáson (PPP – Purchasing Power Parity) alapon mért ára, valamint az Internet használat szociális-gazdasági összetevői tekintetében kapott alacsony értékelést.

A szélessávú ellátottság tekintetében lényeges körülmény, hogy a korábban Magyarország mögött sorolt országok közül Írország jelentősen, valamint Csehország kis mértékben, mintegy két éve megelőzte hazánkat. Az ír előretörés nyilvánvalóan egyaránt következménye az ország gazdasági fejlődésének és az igen tudatos kormányzati aktivitásnak a szélessávú infrastruktúra fejlesztése terén.

¹ Communication from the Commission to the European Council: A European Economic Recovery Plan. Brussels, 2008. november 26. COM(2008) 800 final, p.19

² http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/future_internet/swp_bpi.pdf



1. ábra Az EU tagországok Szélessávú Teljesítmény Mutatója (BPI)

Települések szélessávú helyi elérési ellátottsága

A szélessávú infrastruktúra ellátottság hazai felmérési és statisztikai rendszere még további fejlesztést igényel ahhoz, hogy valós és megbízható képet adjon ezen infrastruktúra és az ellátottság legfontosabb jellemzőiről. A legfrissebb teljeskörűnek mondott felmérés adatai azt mutatják, hogy a magyarországi települések közel 90%-ában már elérhető valamilyenfajta szélessávú szolgáltatás 512 kbit/s, vagy nagyobb sebességgel. Ha azonban a minimális sebességet emeljük, például névleges 1 Mbit/s-os sáv szélesség átvitelére alkalmas hálózati infrastruktúra már csak a települések 82%-ában áll rendelkezésre. A felmérések eredményei azonban félrevezetőek lehetnek. Az ellátottság megítélésénél csak azt vizsgálják, hogy egy adott településen van-e adott sebességű csatlakozási lehetőséggel rendelkező, akár egyetlen előfizető. Azt nem vizsgálják, hogy a település mely hányadát fedi le a szélessávú infrastruktúra, milyen átviteli sebességek és milyen szolgáltatásminőség érhető el rajta, országos hálózathoz való csatlakozása mennyi előfizető egyidejű aktivitását biztosítja, képes-e a jelentkező igényeket kielégíteni és milyen időn belül kapcsolható be új előfizető. *Valószínűsíthető, hogy a települések jelentős részében hiányos a szélessávú elérési hálózattal lefedés és szükség van szélessávú elérési hálózat építésére vagy korszerűsítésére.*

A helyi hálózati szélessávú elérésben meghatározó jelentőségű az ADSL és a kábelmodemes technológia. Az utóbbi gyorsabb növekedése miatt a két technológia felhasználásával csatlakoztatott használók száma a kiegyenlítődés irányában halad. Jelentős a többségében 2,4 GHz frekvenciasávban kiszolgált vezeték nélküli végberendezések száma, valamint növekszik az Ethernet csatlakozáson kiszolgált használók száma is. Mivel a vezeték nélküli technológiák rendelkezésre állása, minőségi jellemzői ma még sokszor nem érik el a vezetékes szolgáltatások értékét, alkalmazásuk csak a minőségi követelmények teljesítése mellett javasolt.

A 2008 októberében módosított FNFT és az ennek nyomán kiírt vezeték nélküli tenderek eredményes lezárása kettős hatással lehet a vezeték nélküli szélessávú piacra. Egyrészt megjelenik egy CDMA mobil szolgáltató a 450 MHz-es sávban, másrészt a 26 GHz-es sávban vezeték nélküli többpontos elosztó hálózati (LMDS – Local Multipoint Distribution System) szolgáltatók belépése várható. E technológiákkal működő szolgáltatások is segíthetnek a szélessávú ellátottsági problémák enyhítésében, mindenképp a kis lakássűrűségű térségek ellátásában.

Nagyvárosi trónkhálózatok

A több helyi hálózatból álló nagyvárosi hálózatokról nem állnak rendelkezésre megbízható nyilvántartások, ill. felmérések. A helyi hálózatok csomópontjait összekötő korszerű nagyvárosi trónkhálózatok szükségszerűen előremutatóan magas minőségű optikai kiépítésűek. Ismert, hogy számos városban léteznek helyi hálózati csomópontokat összekötő optikai hálózati szakaszok. Mégis, Budapest kivételével nem beszélhetünk nagyvárosi hálózati nagykereskedelmi optikai piacról, ami a hazai szélessávú fejlődés egyik korlátozó tényezőjének tekinthető. Ugyanakkor e területen a következő néhány évben áttörés várható: az újgenerációs (NGN³) hálózatfejlesztések a nagyvárosi hálózatok optikai részeit gyökeresen át fogják strukturálni.

Települések szélessávú távolsági bekötése

A kielégítő sebességű és minőségű, továbbfejleszhető szélessávú szolgáltatás nyújtásához a települések helyi elérési hálózati csomópontjainak nagykapacitású optikai (fényvezetős) gerinchálózati csatlakoztatása szükséges. Az optikai hálózat kiépülése a szélessávú mobil szolgáltatás elterjedését is szolgálja. A települések optikai elérési adatait az 1. táblázat tartalmazza. A távolsági optikai csatlakozással nem rendelkező települések egy részén létezik szélessávú helyi elérési hálózat, amelyeknek csak korlátozott sebességű távolsági csatlakozásuk van.

1. táblázat Települések távolsági optikai elérés szerinti kategóriái

| Optikai elérés | Lakossági szám kategória | Lakosság összesen | Részösszeg lakosság | Lakosság %-ban | Település db | Részösszeg település |
|----------------|--------------------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------|----------------------|
| 0 | -400 | 128 321 | 822 649 | 8 | 593 | 1207 |
| 0 | 400-80000 | 694 328 | | | 614 | |
| 1 | -400 | 56 220 | 1 990 249 | 20 | 215 | 1150 |
| 1 | 400-80000 | 1 934 029 | | | 935 | |
| több mint 1 | 400-80000 | 4 438 314 | 7 365 507 | 72 | 785 | 795 |
| több mint 1 | 80000- | 2 927 193 | | | 10 | |
| összesen | | 10 178 405 | | 100 | 3152 | |

Országos, vagy közel országos kiterjedésű (de nem szükségképpen országos fedésű) szélessávú infrastruktúrával négy-öt szolgáltató⁴ rendelkezik. Ugyanakkor jelenleg mintegy 2350 településnek vagy nincs optikai csatlakozása, vagy csak egy optikai eléréssel rendelkezik. *Legkritikusabbnak a 400 lakos feletti, optikai eléréssel nem rendelkező települések 614 tagú csoportja tekinthető.*

A települések többsége esetén tehát nem beszélhetünk sem kínálati, sem versenypiacról, és kb. ezer település esetén pedig semmiféle kínálatról még tervek szintjén sem. 1207 kis és közepes méretű településen, a lakosság 8%-a részére jelenleg nincs semmiféle optikai hozzáférés, azonban ebből 223 településen a GOP-3.1.1. keretében kiépül az optikai kapcsolat. Ebből következik, hogy e fejlesztések befejeztével is 984 település marad távolsági optikai csatlakozás nélkül (2. ábra), amelyek közül:

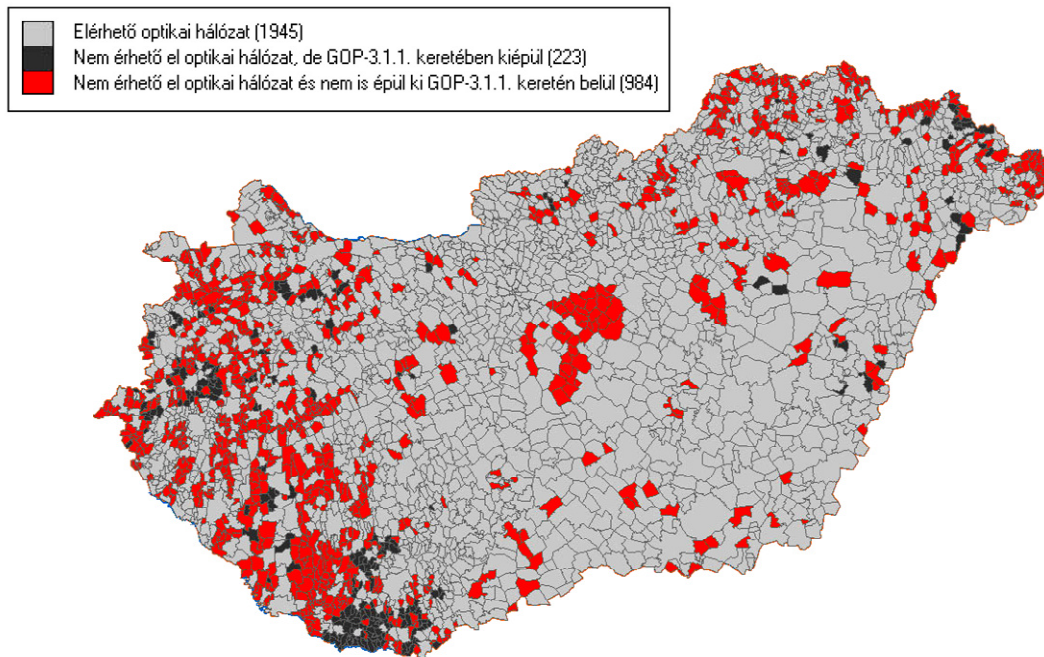
- kb. 500 településen van valamilyen technikájú Internet szolgáltatás;
- kb. 500 településen nincs semmiféle Internet szolgáltatás.

A települések csak mintegy egynegyedének (közel 800 településnek), azaz a lakosság 72%-ának van egynél több távolsági szélessávú elérése. Ez a helyzet sem jelenti azonban, hogy e településkategória esetén a távolsági csatlakoztatás minden esetben kedvező

³ NGN – Next Generation Network

⁴ Antenna Távközlési Szolgáltató Zrt., GTS-Datanet Távközlési Kft., Magyar Telekom Távközlési Nyrt., Pantel Távközlési Kft. (Invitel), Magyar Villamos Művek Zrt.

feltételekkel lenne megoldott a távolsági infrastruktúrával nem rendelkező piaci szereplők számára.⁵



2. ábra. Települések optikai elérhetősége

A nagysebességű Internet elterjedésének további feltételeiről

A szélessávú lefedettség országos megoldása üzleti alapon bizonyosan nem érhető el belátható időn belül. Az országos szélessávú infrastruktúra kiépítéséhez állami beavatkozásra, támogatásra van szükség, célszerűen közösségi források felhasználásával. Azonban, mint az összetett BPI mutató EU-s alkalmazása is alátámasztja, *a szélessávú infrastruktúra léte az Internet elterjedésének csak egyik feltétele*. További olyan kérdésekre is pozitív válaszokat kell tudnunk adni, mint: van-e megfelelő eszköz a háztartásokban, van-e fizetőképes kereslet az eszközökre, meg tudják-e fizetni az emberek az Internetet, vannak-e olyan alkalmazások az Interneten, amelyek a felhasználók számára értékesek, fontosak, vonzóak. Fel kell oldani az emberek ellenérzéseit (legyen igény az Internet használatára, motiváció), meg kell oldani az információbiztonsággal szembeni természetes elvárásokat, szélesíteni kell a digitális írástudók körét és a szakmai felkészültséget. Az Internet sikeres elterjedésének záloga mindezen feltételek együttes teljesülése, a leggyengébb láncszem határozza meg az előrehaladásunkat.

Az állami beavatkozás és az EU-s támogatás feltételei

Az Európai Unió (EU) a szélessávú szolgáltatások elterjesztését hosszabb ideje szorgalmazza. A versenypiacról azonban nem várható el a társadalmilag szükséges infrastruktúra és szolgáltatási ellátottság megvalósítása, amennyiben az nem teljesíti a befektető megtérülési elvárásait. Állami beavatkozásra van szükség a profitabilitási hiányból (profitability gap) fakadó probléma megoldására, de a közfinanszírozásnak össze-

⁵ Ha egy település több optikai hálózati kapcsolattal rendelkezik, ez nem jelenti feltétlenül azt, hogy ezek független és az országos hálózathoz kapcsolódó csatlakozások. Gyakran előfordul, hogy egy optikai összeköttetés csak két szomszédos települést köt össze és csak egy nagyobb sziget jön létre, aminek csak egy kijárata van az országos optikai hálózat felé.

egyeztethetőnek kell lennie az EU alapító szerződésének, a Római Szerződésnek a versennyel kapcsolatos rendelkezéseivel. *A szélessávú kommunikációról szóló európai politika szerint:*

- a közfinanszírozást csak ott szabad alkalmazni, ahol a szélessávú infrastruktúra kiépítése a magánvállalkozások számára gazdasági szempontból nem kifizetődő;
- a közfinanszírozás nem szolgálhatja a kielégítő szintű szélessávú szolgáltatások biztosítására alkalmas meglévő infrastruktúrák megkettőzését;
- lehetőséget kell adni az európai uniós alapok olyan felhasználására is, amelyek a szélessávú hálózatok korszerűsítését vagy lecserélését célozzák, amennyiben azok nem biztosítanak elégséges sáv szélességű és minőségű kapcsolatokat;
- a szélessávú infrastruktúra kiépítője részére nyújtott állami támogatásnak meg kell felelnie a technológiasemlegesség elvének;
- pályázaton alapuló támogatási rendszerben a kiírónak tekintettel kell lennie arra, hogy elkerülje az infrastruktúra szétaprózódását, illetve ennek ellenkezőjét, a piaci erőfölény monopolizálódását (pl. a tulajdonosi szerkezetre vonatkozó előírással);
- jövőálló, továbbfejleszhető, kapacitástartalékokkal rendelkező és bővíthető, biztonságos és megbízható minőségű infrastruktúra jöjjön létre.

Paradigmaváltás: Egyetemes szolgáltatás helyett Nyílt hálózati hozzáférés

Az EU az *egyetemes szolgáltatást nem látja megfelelő és hatékony eszköznek* a szélessávú Internet ellátottsági probléma megoldásában. Az egyetemes szolgáltatás és a verseny támogatásának követelményei hatékonyan nem egyesíthetők egy politikában. Az EU álláspontja szerint a szélessávú kommunikáció terén a társadalmi igazságosság feltételei nyílt hozzáférésű hálózatok megvalósításával teljesülhetnek.

A nyílt hálózati hozzáférés: a piaci szereplők részére megkülönböztetésmentes hozzáférési lehetőség biztosítása a szolgáltatás nyújtásához nélkülözhetetlen korlátos erőforrásokhoz.

Az EU álláspontja a nyílt hálózati hozzáférésről az alábbiakban összegezhető:

- A közfinanszírozásra is támaszkodva az állami beavatkozás felgyorsíthatja a szélessávú infrastruktúra kiépítését a veszteséges vagy kevésbé nyereséges területeken.
- Az állami beavatkozás verseny-semlegessége és piackonform formája az így kiépített hálózatok nyílt hozzáférésű hálózatként történő hasznosításával biztosítható.
- Közfinanszírozással létesített vagy továbbfejlesztett hálózatot a nyílt hálózati hozzáférés és az egyenlő elbánás elvét kielégítő feltételekkel hozzáférhetővé kell tenni valamennyi piaci szereplők számára. A közfinanszírozással épülő hálózatok esetén a nyílt hálózati hozzáférés a versenykonformitás garanciája.
- A nyíltság követelményének érvényesülését nem korlátozhatja más követelmény teljesítése (pl. technológiasemlegesség).

Fejlesztési célkitűzések és tervezési megfontolások

A szélessávú infrastruktúra fejlesztésének célkitűzése, hogy Magyarország mielőbb lefedett legyen

- a célkitűzések szerinti szolgáltatások nyújtására alkalmasnak tervezett,
- a terveknek megfelelően megépített és működtetett,
- a meglévő, bővített és az újonnan épített elérési és távolsági hálózatok együttesét jelentő egyenszilárdságú hálózati rendszerrel, és

a szélessávú Internet hozzáférés biztosított legyen a jelenleg ellátatlan vagy nem kellően ellátott területeken is.

Az országos hálózatfejlesztési program csak akkor eredményezheti a befektetett emberi és pénzügyi erőforrások elvárt, magas hasznosulását, ha a program átfogó hálózattervezési,

létesítési és működtetési célkitűzésekre épül és a létesítés, valamint a működtetés megfelelő szintű támogatásával és összehangolásával valósul meg.

A közfinanszírozással támogatott fejlesztést annak teljes élettartama alatt a közvélemény figyelme és kontrollja kell, hogy kísérje.

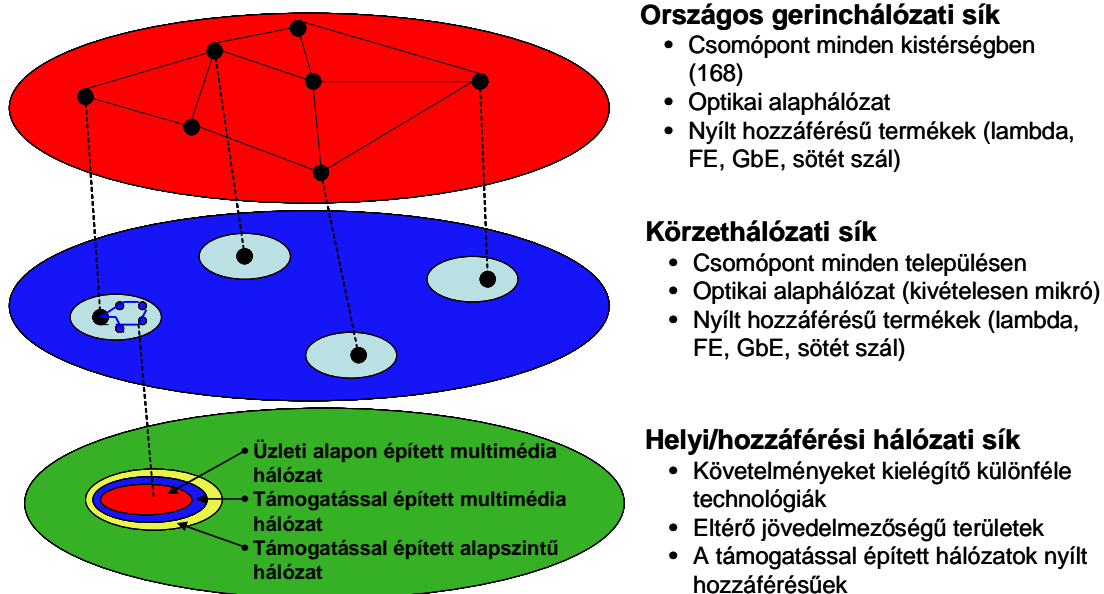
A digitális szélessávú hálózat nagyszámú, egymástól függetlenül megépített, eltérő technológiát és eszközkészletet használó hálózatrészből áll össze. Annak érdekében, hogy az összekapcsolt hálózatrészek együttesén, azaz a hálózaton nyújtandó szolgáltatások minőségét garantálni lehessen, a hálózat egészével, valamint minden egyes részével szemben követelményeket kell támasztani és gondoskodni kell a követelmények betartásáról a tervezés, építés és az üzemeltetés során.

Az országos hálózatfejlesztési program előkészítő szakaszában a következő jellemzőket kell meghatározni:

- a hálózat szakaszaira és referencia összeköttetéseire értelmezett átviteli jellemzők;
- a hálózat szakaszait összekötő interfészek és az azokon nyújtott hálózati szolgáltatások jellemzői;
- a hálózat részeinek, valamint a hálózat egészének az üzemeltetési jellemzői.

Az országos szélessávú hálózat felépítése

A 3. ábra szemlélteti az országos szélessávú célhálózat javasolt felépítését, a technológiákat és a javasolt nyílt hozzáférésű hálózati szolgáltatások preferencia-sorrendbe állított választékát.



3. ábra: Az országos szélessávú hálózat javasolt felépítése és az egyes hálózati síkokban alkalmazott technológiák és hálózati szolgáltatások

Az országos gerinchálózat a 168 kistérségi központot köti össze optikai hálózattal. Legfontosabb nyílt hozzáférésű termékei, fontossági sorrendben:

- optikai hullámhossz a DWDM rendszerben (lambda);
- Fast Ethernet (FE, 100 Mbit/s) és Gigabit Ethernet (GbE, 1 Gbit/s);
- optikai sötét szál.

Minden kistérségben kiépül a döntően optikai technológiájú körzethálózat, amely a kistérség összes települését optikai gyűrűkben fűzi fel. A körzethálózat legfontosabb nyílt hozzáférésű termékei, fontossági sorrendben:

- optikai sötét szál,
- optikai hullámhossz a DWDM rendszerben (lambda),
- Fast Ethernet (FE, 100 Mbit/s) és Gigabit Ethernet (GbE, 1 Gbit/s).

Minden nyílt hozzáférésű távolsági szakasz települési végpontjain nyílt hozzáférésű betelepülési helyet kell létesíteni a nyílt hozzáféréssel járó elkerülhetetlen fix költségek csökkentése, és ezáltal a verseny támogatása és az előfizetői díjak csökkentése érdekében.

Bizonyos körülmények esetén, amikor egyes települések bekapcsolására az optikai megoldás létesítése akadályba ütközik, vagy hosszú időt venne igénybe, megoldási lehetőséget nyújt a mikrohullámú pont-pont vagy a kétirányú műholdas kapcsolat kiépítése.

A helyi/hozzáférési hálózatok által nyújtott szolgáltatási szintek

Az helyi elérési, más néven hozzáférési hálózatok különböző szolgáltatási szinttel tervezhetők. Legalább két szolgáltatási szint megkülönböztetése indokolt:

1. *multimédia szolgáltatási képességű* - Internet elérést, telefonbeszélgetést és valamilyen felbontású mozgókép folyamatos átvitelét egyidejűleg lehetővé tevő („triple play”) - *elérési hálózatot* indokolt tervezni mindazon területekre, amelyeken ez a szolgáltatási szint közfinanszírozás nélkül, vagy meghatározott maximális fajlagos közfinanszírozási összeg alatti támogatással létrehozható.
 - A fajlagos közfinanszírozási összeget megközelített háztartásra kell vetíteni;
 - A multimédia képesség pontos meghatározása a terület fejlesztésére kiírt közbeszerzési pályázat része.
2. *alapszintű, szélessávú internet szolgáltatás nyújtására alkalmas hálózatot* indokolt tervezni mindazon területekre, amelyek lefedése jogos társadalmi igényt elégít ki, de a multimédia képességű elérési infrastruktúra kiépítése az adott területen nem valósítható meg a multimédia képességű hálózatokra meghatározott maximális fajlagos közfinanszírozási összeghatáron belül.
 - Az alapszintű szélessávú szolgáltatási képességű infrastruktúrára érvényes maximális fajlagos közfinanszírozási összeg eltérhet a multimédia képességű hálózatra meghatározott összegtől.

Az alapszintű szélessávú szolgáltatás jellemzőit és árát úgy kell meghatározni, hogy a kis fizetőképességű társadalmi rétegek számára is elérhető legyen a szolgáltatás, ugyanakkor, amennyiben a szolgáltatást közfinanszírozással létrehozott hálózat nyújtja, akkor szolgáltatási jellemzői révén ne jelentsen konkurenciát a vállalkozói alapon létesített hálózatoknak. Az *alapszintnél is legalább 2 Mbit/s sebességet célozzunk meg*, és engedjük meg a forgalmi korlát alkalmazását a kedvezőbb tarifánál.

A szolgáltatási ár pályázati feltétel lehet a közfinanszírozással támogatott hálózatok építői számára. Számítással meghatározható a megkívánt szolgáltatási árak és a hálózat fejlesztéséhez szükséges támogatás összegének a kölcsönös kapcsolata – alacsonyabb elvárt szolgáltatási ár magasabb fejlesztési támogatási összeget igényel.

Mivel a vállalkozói alapon épített multimédia képességű hálózatokon esetleg nem kifizetődő az alapszintű szélessávú szolgáltatás nyújtása a támogatással épített hálózatokon elvárt alacsony áron, a távközléspolitikai két lehetőség között választhat:

1. támogatja az alacsony szolgáltatási értékű és ennek megfelelően alacsony díjú szolgáltatás nyújtását a támogatás nélkül épült multimédia képességű hálózatokon (ez az egyetemes szolgáltatás finanszírozásához hasonló helyzetet jelent), vagy

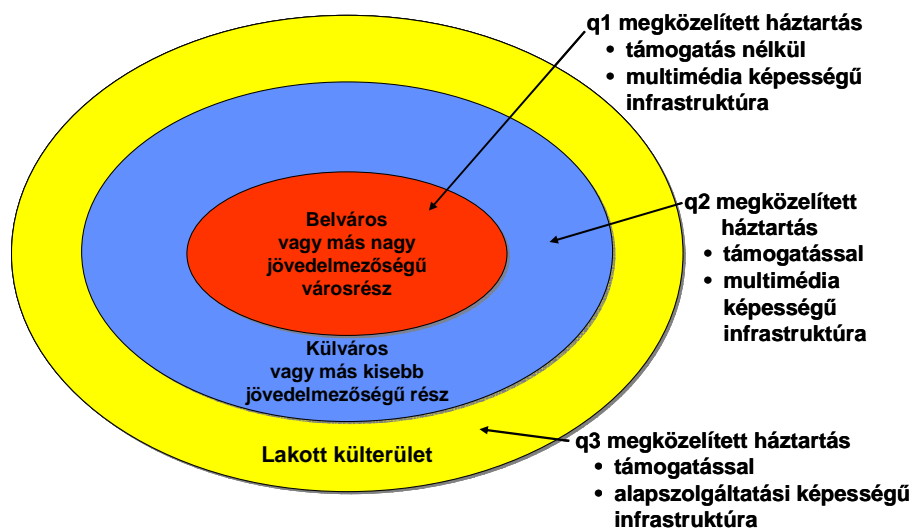
2. az alapszintű elérési szolgáltatás nyújtására olyan technológiát választ (pl. rádiós megvalósítás, CDMA 450, 3G UMTS), amely átfedi a multimédia képességű hálózatokat és azok fedési területén biztosítja az alapszintű szolgáltatást;
- ebben az esetben igen fontos, hogy a közfinanszírozással támogatott hálózaton nyújtott alapszintű szolgáltatás sem árban, sem szolgáltatási paramétereiben nem támaszthat versenyt a multimédia képességű hálózatnak (az ár/teljesítmény viszony az alapszintű szolgáltatásnál számottevően alatta van a multimédia képességű hálózatokon nyújtott szolgáltatások ár/teljesítmény viszonyának);
 - a támogatás nélkül létesült, alapszintű vagy annál jobb szolgáltatási szintet nyújtó hálózatok versenyétől természetesen nem kell védeni sem a támogatás nélkül, sem a támogatással létesült, multimédia szolgáltatási képességű hálózatokat;
 - számolni lehet azzal, hogy növekvő számú településen a 3G UMTS és a CDMA 450 technológiával szélessávú Internet elérést nyújtó mobil és nomád vagy fix szolgáltatók közfinanszírozás nélkül megoldják a megfizethető árú Internet elérést.

Mivel a közfinanszírozással létesített hálózatok támogatása vagy megközelített háztartásokra vetítetten, vagy egy elvárható előfizetői szám feltételezésével történhet, és a vállalkozó érdekelt a várható bevételei konzervatív becslésében, a támogatási szerződésbe a vállalkozó szolgáltatási motivációját nem csökkentő visszatérítési követelményt kell beépíteni arra az esetre, ha a vállalkozó bevételei számottevően meghaladják a támogatási szerződésben megállapított szintet (az EU támogatási gyakorlatában alkalmazott megoldás).

A helyi/hozzáférési hálózatok fejlesztésének kategorizálási elvei

A 4. ábra szemlélteti a jellemző helyi hálózati helyzetet:

- a piros színű belső kör jelöli azt a nagy jövedelmezőségű településrészt (q1 háztartás), amelynek a *multimédia képességű* szélessávú lefedése *vállalkozási alapon* történik;
- a kék színű belső gyűrű jelöli azt a kisebb jövedelmezőségű településrészt (q2), amelynek *multimédia képességű* szélessávú lefedése *egy meghatározott fajlagos támogatási összeghatáron* belül megoldható;
- a sárga színű külső gyűrű jelöli azt a településrészt (q3), amelyek lefedése jogos társadalmi igényt elégít ki, de a *multimédia képességű elérési infrastruktúra* kiépítése az adott területen *nem valósítható meg* a multimédia képességű hálózatokra meghatározott maximális fajlagos közfinanszírozási összeghatáron belül.



4. ábra: Az eltérő fejlesztési költségű településrészek fejlesztési jellemzői

A helyi hálózati fejlesztéseket a vállalkozói lefedhető településrészek területének maximalizálása, valamint a befektetői érdekek védelme érdekében a következő lépésekben lehetne például megvalósítani, azzal, hogy a megvalósítás jogi feltétel rendszerét megfelelően ki kell dolgozni:

1. meg kell határozni a települések multimédia képességű hálózattal már lefedett részeit („piros zóna”)
2. a helyi hálózati fejlesztések tervezési szakaszában meg kell szólítani a terület fejlesztésében érdekeltnek tekinthető valamennyi vállalkozást annak érdekében, hogy nyilatkozzanak arról, hogy adott időn (pl. 18 hónapon) belül mely településrészeket képesek lefedni vállalkozói alapon, azaz támogatás nélkül, multimédia képességű szélessávú hálózattal („piros zóna”);
3. a 2. pont szerint megszólított vállalkozásoktól be kell kérni az információt arra vonatkozóan, hogy mely területeken nem tervezik a multimédia képességű hálózat kiépítését a meghatározott időn (pl. 18 hónapon) belül;
4. a 3. pont szerint megállapított területekre a lehetséges legnagyobb fajlagos támogatási összeg megadásával nyílt közbeszerzési pályázatot kell kiírni multimédia képességű hálózat építésére, a területek fejlesztésével a legkisebb támogatási összeggel megvalósító vállalkozót kell megbízni („kék zóna”);
5. a település piros és kék zónákkal le nem fedett részeire („sárga zóna”) vagy alapszintű szolgáltatási képességű infrastruktúra fejlesztésére vonatkozó nyílt közbeszerzési pályázatot kell kiírni, vagy meg kell állapítani, hogy más projekt keretében létesülő (pl. nagy területi fedésű vezeték nélküli) hálózattal a sárga zóna fedése megoldottnak tekinthető-e;
6. a fejlesztési felmérésben szereplő időtartam (pl. 18 hónap) elteltével meg kell vizsgálni, hogy megtörtént-e a vállalkozók által ígért fejlesztés; amennyiben a fejlesztés nem történt meg, késedelem nélkül indítani kell a terület közfinanszírozással történő fejlesztésének pályáztatását.

A hozzáférési hálózatokban használt technológiák kiválasztásánál több alternatíva kínálkozik. A pályázati kiírásoknak technológia-semlegeseknek kell lenniük azzal a megszorítással, hogy az alkalmazni tervezett technológia:

- teljesítse a multimédia képesség, illetve az alapfokú szolgáltatási képesség követelményeit;
- rendelkezék szabványos előfizetői, hálózati és fenntartási interfészekkel és protokollokkal,
- legyen hatékonyan bővíthető és adaptálható a változó igényekhez;
- jogosult szolgáltatók számára nyílt hozzáférési feltételekkel tegye lehetővé az előfizetők elérését és részükre szolgáltatás nyújtását.

A fejlesztési stratégia

Célként a települések megfelelő sávszélességet biztosító optikai bekötését és alkalmas hozzáférési/elosztó hálózat kiépülését tűzhetjük ki.

A cél megvalósítása során külön kell kezelni:

- A) az ellátatlan települések, elszórt kistelepülésekből álló térségek bekapcsolását a szélessávú optikai gerinc- és körzethálózatba;
- B) a szélessávú helyi elérési hálózatok kiépítését, meglévő hálózatok szükség szerinti korszerűsítését a településeken, ill. elszórt kistelepülések térségeiben.

A műszaki fejlesztési stratégia lépései mindezek alapján a következők lehetnek, figyelembe véve, hogy:

- az ország területe 168 területfejlesztési egységre, ún. kistérségre bomlik és
- kb. 1700 település lakossága marad 1000 fő alatt, a lakosság 7,7%-a, ebből
- kb. 1000 település lakossága marad 500 fő alatt, a lakosság 2,8%-a, ebből
- kb. 800 település lakossága marad 400 fő alatt, a lakosság 1,8%-a.

A) a gerinc és körzethálózat tekintetében:

- Első lépésben
 - *mind a 168 kistérség központi települése* legyen az országos optikai **gerinchálózatba** nyílt hozzáférést biztosítónak bekapcsolva és multimédia minőségű csatlakozáson a versenypiac bármely szereplője számára elérhető, továbbá
 - *minden 500 főt meghaladó lakosságú településen* (ideálisan minden 400 főnél nagyobb településen, forrásszűke esetén is legalább minden 1000 főnél nagyobb településen) legyen országos optikai **körzethálózati**, többszörös szolgáltatói hozzáférést biztosító csomópont.
Azokra a településekre, ahová az optika nem jut el ebben a fejlesztési lépcsőben, az országos szélessávú hálózathoz való kapcsolódáshoz átmeneti megoldásként mikrohullámú pont-pont vagy más rádiós (pl. WiMAX) összeköttetés, ill. kétirányú műholdas kapcsolat építendő ki.
- Második lépésben *minden település* legyen elérhető optikával és az csatlakozzon az országos optikai hálózathoz.

B) a helyi/hozzáférési hálózatok tekintetében:

- Az ellátatlan vagy nem megfelelő szinten ellátott településeken a helyi sajátosságok figyelembevételével és az országos optikai hálózathoz csatlakozáshoz időben illeszkedően kell lefolytatni a fentiekben ismertetett helyi fejlesztés-felmérési, tervezési, pályáztatási és hálózatépítési eljárásort. A támogatásra pályázó szolgáltatónak (konzorciumnak) kell döntenie a hozzáférési hálózat kiépítéséhez használt technológiáról, amely a közepes méretű településeken általában vezetékes (pl. ADSL, kábelmodemes vagy optikai), a kisebb településeken, elszórt településszerkezetek esetén pedig vezeték nélküli technológia (pl. CDMA 450, LMDS, WiMAX, Wi-Fi, műhold) lehet.
- Emelt szintű (multimédia képességű) elérési hálózat kiépítése célszerű mindazon területeken, amelyekben ez a szolgáltatási szint közfinanszírozás nélkül, vagy meghatározott maximális fajlagos közfinanszírozási támogatás mellett megvalósítható.
- *A pályáztatás legkisebb célszerű egysége a kistérség*, de elképzelhető akár régiókénti pályáztatás is.

Számításba vett szélessávú hálózati technológiák

A fejlesztési stratégia kialakítása során az alábbi, jelenleg, illetve a közeljövőben rendelkezésre álló szélessávú hálózati technológiákat vettük számításba:

Szélessávú gerinc- és körzethálózati technológiák

- DWDM - nagysűrűségű hullámhosszosztásos multiplexálás (optikai átvitel)
- Optikai Ethernet linkek (100 Mbps, 1 és 10 Gbps sebességű Fast, ill. Gigabit Ethernet)
- SDH - Szinkron digitális hierarchia (optikai vagy mikrohullámú átvitel)
- Pont-pont mikrohullámú összeköttetés
- VSAT - Kétirányú műholdas kapcsolat

Vezetékes szélessávú hozzáférési hálózati technológiák⁶

- DSL technológiák (ADSL, VDSL) - Digitális előfizetői vonal
- KTV – Kábelmodemes technológiák
- FTTx – Fényvezetős technológiák
- Ethernet hozzáférési technológiák

Vezetéknélküli szélessávú hozzáférési hálózati technológiák

- 2G (GSM), 3G (UMTS) és 3,5G (HSPA) mobil technológiák
- CDMA 450 (revA, revB) mobil technológia
- FWA (fix vezetéknélküli hozzáférés) technológiák (pl. LMDS, WiMAX)
- Műholdas hozzáférési technológiák
- WLAN technológiák – vezetéknélküli lokális hálózatok (pl. Wi-Fi)

A *Melléklet* tömören bemutatja a fenti szélessávú technológiák jellemzőit, alkalmazási körét.

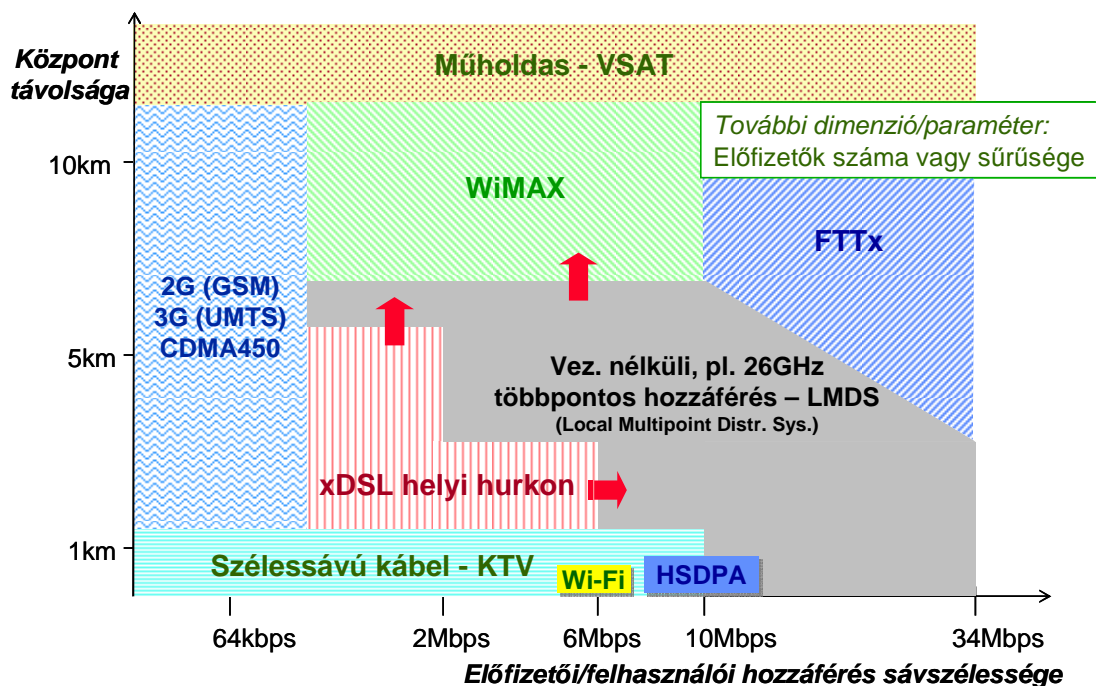
A 2. táblázat az egyes településméreték esetén előnyösen alkalmazható hozzáférési technológiákat tünteti fel, általános körülmények között, természetesen nem kötelező jelleggel. Hosszabb távon az optikai hozzáférés elterjedése széles körben várható, még a kis településeken is. Jelenleg a 3G mobil szolgáltatások kiegészítő, kismértékben helyettesítő szolgáltatásként szóba jöhetnek a nagyobb települések sűrűn lakott részein, ahol van 3G lefedettség. A növekvő lefedettség fokozatosan eljuttatja a szolgáltatást az egyre kisebb településekre is. 2 Mbit/s-ot meghaladó sebességű vezetéknélküli hozzáférést valójában csak a HSPA szolgáltatással lehet biztosítani. A kétirányú műholdas Internet szintén megoldás lehet települések bekapcsolására, a szolgáltatási árak döntik majd el, hogy átmenetileg vagy hosszabb távon.

2. táblázat

| Szélessávú hozzáférési technológiák alkalmazási térképe | | | | | | |
|---|-------------------|---------------|-------|-------|----------------|-------|
| Települések lélekszáma | Wi-Fi CDMA 450 | LMDS WiMAX | KTV | ADSL | FTTx + VDSL | FTTH |
| 1-500 | xxx | xxxxx | | | | |
| 501-1000 | xx | xxxx | | | | |
| 1001-1500 | x | xxx | | x | | |
| 1501-3000 | | xx | | xx | | |
| 3001-5000 | | x | x | xxx | | |
| 5001-10000 | | | xx | xxxx | | |
| 10001-20000 | | | xxx | xxxxx | | |
| 20001-35000 | | | xxxx | xxxxx | x | |
| 35001-50000 | | | xxxxx | xxxxx | xxx | x |
| 50001-500000 | | | xxxxx | xxxxx | xxxxx | xxx |
| Budapest | | | xxxxx | xxxxx | xxxxx | xxxxx |

Összetettebb (két-dimenziós) technológiai térképek, pl. a hozzáférési hálózattól igényelt sebesség és a hozzáférési hálózat földrajzi kiterjedése függvényében jelölik meg általános körülmények között a leggazdaságosabban alkalmazható hozzáférési technológiát (5. ábra). A rendszerválasztó diagram behatárolja a DSL, a kábeles, optikai, mobil és vezetéknélküli technológiák alkalmazási területeit. Láthatjuk, hogy ahol ezek a megoldások nem működnek, ott a műholdas megoldás még mindig alkalmazható.

⁶ A DSL, kábelmodemes és fényvezetős technológia a fizikai hordozó szerinti felosztás, az Ethernet hozzáférés működhet sodrott érpáras és fényvezetős technológián is.



5. ábra: Szélessávú hozzáférési technológiák két-dimenziós rendszerválasztó diagramja

Összefoglalás

A kielégítő sebességű és minőségű, továbbfejleszhető szélessávú szolgáltatás nyújtásához a települések nagykapacitású optikai (fényvezetős) csatlakoztatása és a településen minőségi szélessávú hozzáférési hálózat kiépítése szükséges. *Jelenleg hazánkban mintegy ezer olyan település van, amelyet egyáltalán nem ér el optikai hálózat, és bizonyos, hogy szinte nincs település további fejlesztési szükséglet nélkül.* Az országos szélessávú infrastruktúra kiépítéséhez állami beavatkozásra, támogatásra van szükség, közösségi források felhasználásával. Az állami beavatkozás fel kell, hogy gyorsítsa a szélessávú ellátottság kiépítését a kevésbé nyereséges területeken. EU támogatások felhasználásával kiépített hálózatok nyílt hozzáférésű hálózatként történő hasznosítása biztosíthatja az állami beavatkozás és a versenyszemlélet összeegyeztetését.

Az országos lefedés megvalósítása érdekében első lépésben mind a 168 kistérségi központ legyen az országos optikai gerinchálózatba kapcsolva multimédia képességgel és legyen többszörösen elérhető. Adott lakos szám (pl. 500) feletti településeket optikai, a kisebbeket - átmenetileg - valamilyen szélessávú vezeték nélküli (földfelszíni vagy műholdas) megoldással célszerű az országos szélessávú hálózathoz csatlakoztatni. Második lépésben valósulhat meg az összes település optikai úton történő csatlakoztatása. A hozzáférési hálózat kiépítéséhez használt technológiáról, a megcélzott szolgáltatási szintről (alapszint, vagy emelt, multimédia képességű szint) a helyi sajátosságok és a pályázati kiírás figyelembevételével kell döntenie a támogatásra pályázónak. A pályázattal legkisebb egységének a kistérség javasolható.

Budapest, 2009. január

Sallai Gyula, a HTE elnöke,
Horváth Pál, Abos Imre, Bartolits István, Bódi Antal és Huszty Gábor,
a HTE munkacsoport tagjai

Melléklet: Szélessávú hálózati technológiák

Az alábbiakban tömören ismertetjük a stratégia alkotás során számításba vett, jelenleg, illetve a közeljövőben rendelkezésre álló szélessávú hálózati technológiákat, bemutatjuk fő jellemzőiket és alkalmazási területüket.

Szélessávú gerinc- és körzethálózati technológiák

Ide értünk minden olyan hálózati technikát, mely a körzethálózatok és hozzáférési hálózatok (beleértve a LAN-t, helyi hálózatokat) forgalmát koncentrálni továbbítja más hálózatokhoz. Valamennyi gerinc- és körzethálózati technika hosszú távon várhatóan optikai alapú lesz. Körzethálózatokban, kiegészítésként, az optikai hálózat „meghosszabbításaként” alkalmazhatók pont-pont mikrohullámú összeköttetések, WiMAX „backhaul” megoldások is.

DWDM - nagysűrűségű hullámhosszotásos multiplexálás

A DWDM rendszerű optikai hálózat két pontja között egy optikai szálon egyszerre, párhuzamosan több hullámhosszú fénnel kommunikál. Minden egyes hullámhossz (λ) megfelel egy adatátviteli csatornának (sebessége egyenként 2,5-10 Gbit/s), ami összességében rendkívül nagy adatátviteli sebesség elérését teszi lehetővé. A különböző hullámhosszú csatornák, melynek száma több száz is lehet, nyalábolását, bontását tisztán optikai úton el lehet végezni. Ily módon Tbit/s-os adatátviteli sebesség is elérhető.

Optikai Ethernet (Fast Ethernet /FE/, GbE, 10GbE)

Nagyobb távolságok áthidalására és igen gyors átvitel elérésére a gerinc- és körzethálózatokban az optikai szálon működő Ethernet különböző változatai alkalmazhatók: a Fast Ethernet (FE) 100 Mbit/s, a Gigabit Ethernet (GbE) 1 Gbit/s és a 10 Gigabit Ethernet (10GbE) 10 Gbit/s sebességgel. A 10 Gigabit Ethernet kifejezetten nagyvárosi hálózatok (MAN - Metropolitan Area Network) lefedésére készült. (Részletesebb ismertetés az „Ethernet hozzáférési technológiák” pontban.)

SDH - Szinkron digitális hierarchia

Az SDH átviteli közege szinte kivétel nélkül optikai szál, de mikrohullámú összeköttetésekben is alkalmazzák. Sebességtartománya 155 Mbit/s-tól 40 Gbit/s-ig terjed. Legnagyobb előnye, hogy kiforrott, széles körben elterjedt technológia.

Az ng-SDH/SONET a hagyományos SDH/SONET továbbfejlesztett változata, amely az erőforrásfoglalást is dinamikussá teszi, közbülső sáv szélességek használatát is lehetővé téve.

Pont-pont mikrohullámú összeköttetés

A mikrohullámú pont-pont összeköttetések földfelszíni kapcsolatok létesítésére széleskörűen alkalmazhatók. Az egyik legfontosabb felhasználási terület a különböző rádiós bázisállomások gerinchálózatba való becsatlakoztatása, ahol e megoldás előnyösebb az optikai hálózat létesítésénél, mivel egyszerűbben és gyorsabban telepíthető, ill. olcsóbb, ugyanakkor hátrányosabb a kisebb elérhető adatsebesség és az átviteli csatorna viszonylag kisebb megbízhatósága miatt.

A mikrohullámú pont-pont összeköttetések széles sebességtartományt ölelnek át, az E1/E3/E4 (2, 34 és 140 Mbit/s) PDH sebességek mellett az STM-1/4 (155, 622 Mbit/s) sebességek is rendelkezésre állnak. A mikrohullámú pont-pont összeköttetésen keresztül 10/100 Mbit/s sebességű Ethernet kapcsolat is létesíthető.

VSAT - Kétirányú műholdas kapcsolat

A kétirányú műholdas kapcsolatot biztosító VSAT rendszerek esetén a hálózat végpontjai egy VSAT (Very Small Aperture Terminal, igen kis átmérőjű antenna végpont) végberendezéssel és egy kisméretű parabolaantennával geostacionárius műholdon keresztül tartják fenn a kapcsolatot a központi szerverrel. A VSAT átviteli rendszerek általában X.25 vagy TCP/IP csomagkapcsolt protokollal működnek. Így alkalmasak kétirányú Internet kapcsolat létesítésére is.

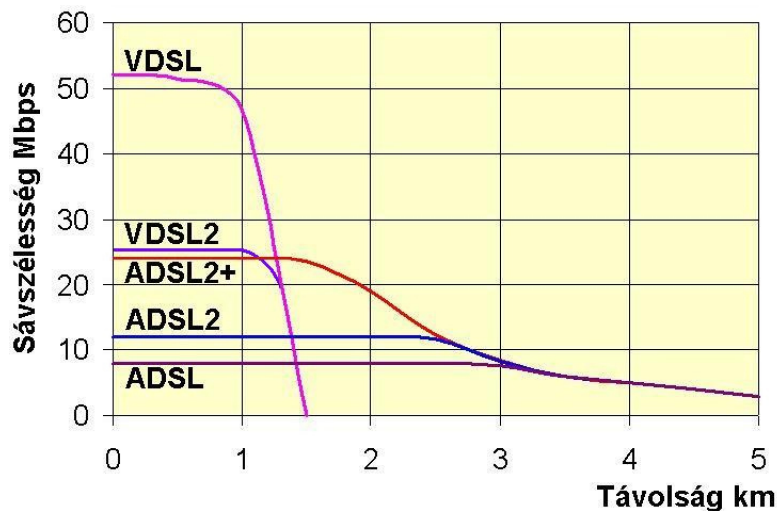
A műholdas technológia előnye, hogy azonnal, bárhol alkalmazható, helyi földi infrastruktúrát nem igényel, és szélessávú hozzáférést biztosít. Hátránya a késleltetés, amely az interaktív szolgáltatásokat (mint pl. VoIP, játékok) zavarja. Emellett jelentős a végberendezés költsége és a havidíj ára. Olyan kis lélekszámú települések esetében azonban, ahol az előfizetők között viszonylag nagy a távolság, számolni kell a digitális műholdas technológiával is. Lehetséges megoldás az is, hogy amíg az optikai hálózat nem jut el valamely településre vagy kistérségbe, az adott területen levő előfizetők aggregált forgalmát műholdon keresztül bonyolítjuk. Az igények növekedtével és az árak csökkenésével a műholdas megoldások szélesebb körben terjedhetnek el.

(A műholdas kommunikációról lásd még a „Műholdas hozzáférési technológiák” pontot.)

Vezetékes szélessávú hozzáférési hálózati technológiák

DSL technológiák - Digitális előfizetői vonal

A lakossági felhasználókig elérő vezetékes hálózatok legköltségesebb része az előfizetői hurok. Ennek következtében az egyik leghatékonyabb megoldás a szélessávú hozzáférés biztosítására a már amúgy is meglévő sodrott érpáras telefonhálózatok vezetékeinek felhasználása. E feladat megoldására fejlesztették ki a különféle DSL (Digital Subscriber Line - digitális előfizetői vonal) technológiákat (6. ábra).

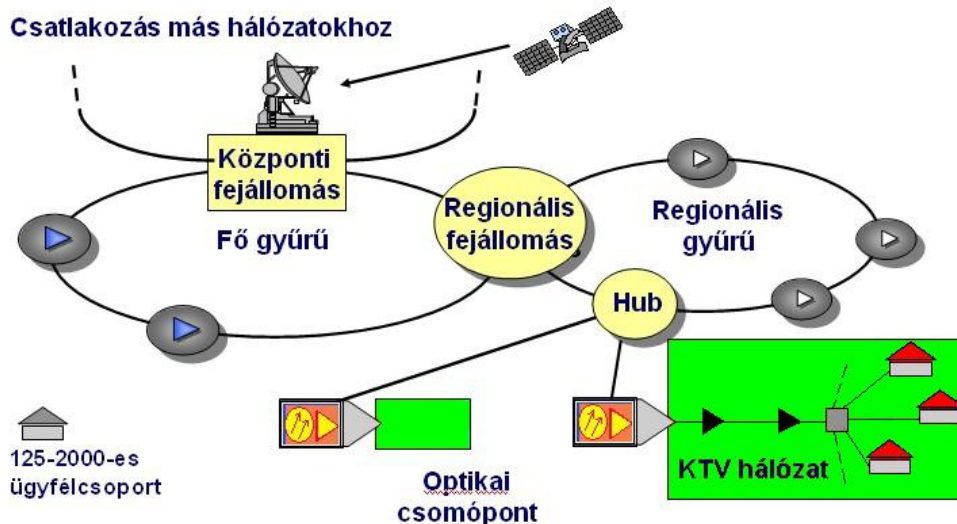


6. ábra: Az ADSL és VDSL technológia sávszélessége

Gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy egy kábelben belül a sodrott érpárok kb. 40%-án hozható létre nagysebességű hozzáférés DSL technológiákkal. Amennyiben az előfizetők ennél nagyobb hányadának szélessávú igényét kívánjuk kielégíteni, akkor ez csak a DSL technológia és valamely optikai technológia (pl. FTTC + VDSL2) kombinációjával oldható meg.

KTV – Kábelmodemes technológiák

A KTV hálózatok többségükben HFC típusúak (Hybrid Fiber Coax – hibrid üvegszál-koaxiális), azaz optikai és koaxiális kábelekből épülnek fel (7. ábra). A fejállomáshoz optikai gyűrű csatlakozik, amelyen a programokat nagy távolságra el tudjuk juttatni. Nagy kiterjedésű hálózatok esetén másodlagos (regionális) gyűrűket is alkalmazunk. Az optikai hálózatból optikai csomópontokon (hub) csatlakozunk ki a jelet a koaxiális hálózatra, amely már az előfizetőkhez juttatja el mind az analóg, mind a digitális TV műsorokat.



7. ábra: Kábeltelevíziós hálózat

Az Internet és a telefonszolgáltatás akkor lehetséges a KTV hálózatokon, ha megvan a lehetőség a vissz irányú kommunikációra. Ehhez csillagpontos struktúrát kell alkalmazni a koaxiális kábelhálózat kialakításánál, az erősítőkben kétirányú erősítést kell alkalmazni a felfelé, ill. lefelé irányú kommunikációra használt frekvenciasávokhoz. Az új hálózatok már eleve csillagpontos struktúrájúak. Az új szolgáltatások nyújtásához a fejállomásnál be kell táplálni az Internet forgalmat, kapcsolódni kell a telefonhálózathoz.

Az adatkommunikáció a DOCSIS/Euro-DOCSIS szabványú kábelmodemeken keresztül történik. A kábelmodemhez a számítógép 10/100 Mbit/s-os Ethernet csatlakozóval kapcsolódik. Az egyes szabványok adatait, a maximális letöltési és feltöltési sebességeket a 3. táblázat tartalmazza. Jelenleg a magyar szolgáltatók az 1.1 és 2.0 szabvány szerinti modemeket használják.

A legújabb változat a DOCSIS 3.0 szabvány, amelynél a legnagyobb előrelépést az jelenti, hogy több csatornát össze tud fogni, ezáltal jelentősen megnő mind a letöltési, mind a feltöltési sebesség. Három 8 MHz-es csatorna esetén (24 MHz sáv szélesség) a letöltési sebesség 222,48 Mbit/s, a feltöltési sebesség 122,88 Mbit/s lehet. Míg van 6 csatorna egyesítésére is. A feltöltési sebesség ezekben az esetekben is 122,88 Mbit/s marad. Megjegyzendő, hogy a 3. táblázatban a sáv szélességek nem egy felhasználóra vonatkoznak, hanem felhasználói csoportokra, a sáv szélesség – hasonlóan a LAN hálózatokhoz – megoszlik több, egyszerre Internetező felhasználó között.

3. táblázat: Az Euro-DOCSIS szabványok adatai

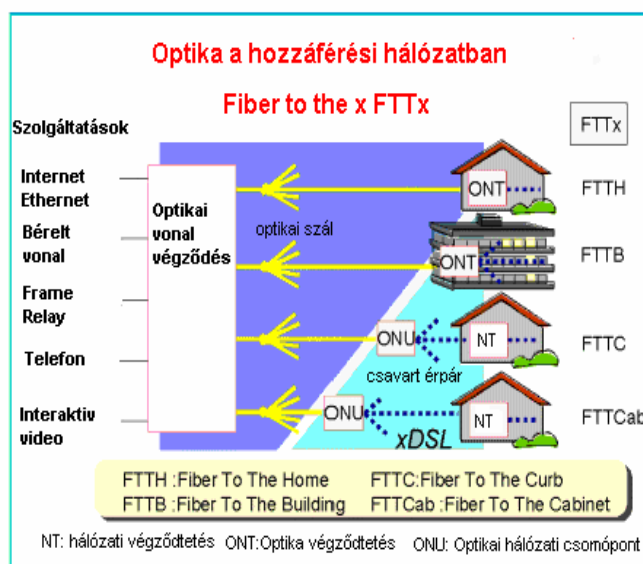
| Verzió | Euro-DOCSIS | |
|----------------|--------------------|---------------------|
| | letöltési sebesség | feltöltési sebesség |
| 1.x | 55,62 Mbit/s | 10,24 Mbit/s |
| 2.0 | 55,62 Mbit/s | 30,72 Mbit/s |
| 3.0 3 csatorna | 222,48 Mbit/s | 122,88 Mbit/s |
| 3.0 6 csatorna | 444,96 Mbit/s | 122,88 Mbit/s |

FTTx – Fényvezetős technológiák

Az FTTx technológiák használhatnak tisztán optikai megoldásokat, ill. fényvezető (optikai) és rézvezető (DSL) megoldások kombinációját.

Az optikai összeköttetések szinte korlátlan sáv szélességet kínálnak, a sebességet a végponti elektronikus berendezések korlátozzák. Ezért széles körben ezt a technológiát tekintik a szélessávú hozzáférés végső megoldásának. Hátrányuk, hogy a beruházás jelentős költséggel jár. Ez eredményezi a különféle kombinált FTTx megoldásokat.

Az FTTx technológiákat a 8. ábra foglalja össze. Az FTTH (Fiber to the Home) megoldás beviszi az otthonokba az optikai végpontot. Az FTTB (Fiber to the Building) megoldásnál az épületekben helyezik el az optikai végpontot, az épületen belüli szétosztás már nagysebességű rézalapú megoldás, pl. VDSL2 vagy Ethernet. Az FTTC és FTTCab megoldás az utcai elosztó aknába vagy szekrénybe helyezi az optikai csomópontot, ahonnan a felhasználók kis távolságon belül VDSL2 vagy Ethernet alkalmazásával rézvezetőn elérhetők.



8. ábra: Optikai hozzáférési típusok

Az optikai elosztó hálózatok aktívak és passzívak is lehetnek.

Az aktív optikai elosztó hálózatok aktív, távtáplált eszközt tartalmaznak. Az aktív eszköz, ami lehet például egy Ethernet kapcsoló, elektronikusan is feldolgozza az információt, és csak annak a felhasználónak továbbítja a tartalmat, aki a címzett. A hálózat architektúrája így pont-pont, esetleg gyűrű jellegű. Az elektronikus feldolgozás növeli az üzemeltetési költségeket,

ugyanakkor menedzselhetővé (jobb sávszélesség-kihasználás, hibakezelés) teszi a hálózatot. Az elektronikus átalakítás és a jel újragenerálása miatt az áthidalható távolság is nagyobb lehet, mint a passzív esetben. Az aktív hálózatok szimmetrikusak, upstream és downstream irányban 100 Mbit/s érhető el. Az aktív optikai elosztó hálózatok jó hozzáférési feltételeket kínálnak.

A *passzív optikai hálózat* (PON – Passive Optical Network) pont-multipont architektúrájú. Az elosztó hálózat passzív optikai osztókból (splitterekből) és más egyéb passzív komponensekből áll. A splitterek az előfizetők felé (downstream) szétosztják a fényt több optikai szál között, felfelé (upstream) pedig a végpontok időosztásban közösen használnak egy optikai szálat. A passzív optikai hálózatoknak többfajta megoldása lehetséges. A fejlődés jelenlegi fázisában a gigabites sebességet nyújtó GPON (Gigabit PON) hálózatok terjednek el. A GPON hálózatok korlátozott hozzáférési feltételeket kínálnak, mivel a közös optikai szálon az egyesített sávszélesség 2,5 Gbit/s, amely 32-64 részre oszlik.

Ethernet hozzáférési technológiák

Az IEEE 802.3 szabványú Ethernet az elmúlt évtizedek során már világszerte elterjedt. Az Ethernet igazi előnye először a strukturált kábelezésen alapuló, helyi számítógép-hálózatokban mutatkoztak meg.

Az Ethernet többfajta fizikai közegen is működik (pl. csavart érpár, optika). Az Ethernet szabványok a kezdeti 10 Mbit/s-ról a Fast Ethernet és a Gigabit Ethernet bevezetése révén 10/100 Mbit/s, illetve 1...10 Gbit/s sebességig fejlődtek /Fast Ethernet (FE, 100 Mbit/s), Gigabit Ethernet (GbE, 1 Gbit/s) és 10 Gigabit Ethernet (10GbE, 10 Gbit/s)/. Az Ethernet VDSL és SHDSL felett is működik (Ethernet over VDSL, Ethernet over SHDSL).

Az Ethernet egyaránt használható hozzáférési, ill. gerinc- és hozzáférési hálózatokban is. A nagyobb távolságok áthidalására és gyorsabb átvitel elérésére az üvegszálak technológia bevezetésével nyílt lehetőség. A gerinc- és körzethálózatokban az optikai szálon keresztül működő Ethernet (FE, GbE, 10GbE) alkalmazható, a 10 Gigabit Ethernet kifejezetten nagyvárosi hálózatok (MAN - Metropolitan Area Network) lefedésére készült.

Az egyes Ethernet szabványokat a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

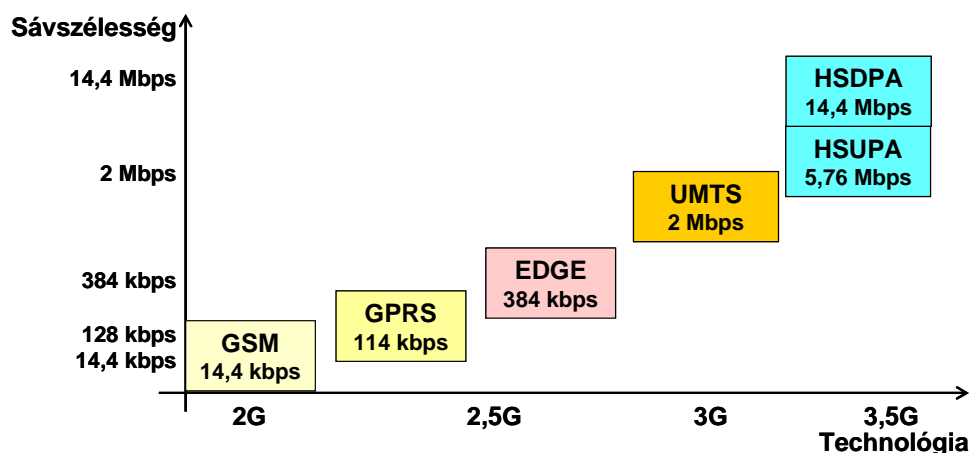
| Ethernet Típus | Jelölés | Kábelezés típusa | Sebesség [Mbit/s] | Maximális távolság [m] |
|---------------------|-------------|------------------|-------------------|------------------------|
| Ethernet | 10Base-T | UTP Cat5 | 10 | 100 |
| | 10Base-F | MMF | 10 | 2 000 |
| Fast Ethernet | 100Base-TX | UTP Cat5 | 100 | 100 |
| | 100Base-FX | MMF | 100 | 2 000 |
| Gigabit Ethernet | 1000Base-T | UTP Cat6 | 1 000 | 100 |
| | 1000Base-SX | MMF | 1 000 | 300 |
| | 1000Base-LX | SMF | 1 000 | 3 000 |
| 10 Gigabit Ethernet | 10GBase-L | SMF | 10 000 | 10 000 |
| | 10GBase-E | SMF | 10 000 | 30 000 |
| Ethernet over VDSL | EoV | UTP Cat1 | 15 | 1 200 |
| Ethernet over SHDSL | EoSHDSL | UTP Cat1 | 2,5 | 4 000 |

Vezetéknélküli szélessávú hozzáférési hálózati technológiák

2G (GSM), 3G (UMTS) és 3,5 (HSPA) mobil technológiák

A második generációs GSM által nyújtott adatátviteli lehetőségek közül a 114 kbit/s-os GPRS még keskenysávú adatkapcsolatot, ill. Internet hozzáférést biztosít. A 2,5G-nek tekintett EDGE 384 kbit/s-os sebességével már túllépte a 256 kbit/s-os határt, emiatt szélessávú szolgáltatásnak tekinthetjük. Ez a szolgáltatás azokon a területeken hasznos, ahol még nem történt meg a 3G telepítése.

A harmadik generációs UMTS által felhasználónként nyújtott sávszélesség a 2 Mbit/s-ot csak nyugalmi helyzetben tudja elérni, mozgás esetén a sávszélesség jelentősen csökkenhet (384 kbit/s ... 1 Mbit/s).



9. ábra: Mobil adatátviteli technológiák

Jelentős előrelépést hozott a HSPA (HSDPA+HSUPA) bevezetése, amelyek már „igazi” szélessávú szolgáltatások. A HSDPA letöltési szolgáltatás max. sebessége felhasználónként 14,4 Mbit/s, ennek elérése fokozatosan történik az induló 1,8 Mbit/s-tól a 3,6 és 7,2 sávszélességeken keresztül, a hálózat kapacitásának folyamatos növelése mellett. A HSUPA feltöltési szolgáltatás is több fokozatban jut el a max. 5,76 Mbit/s-ig. Ez a két lehetőség már 3,5G-s szolgáltatásnak tekintendő.

A 3G területi lefedettség 2008-ban kb. 30%-ot tett ki, ami azt jelenti, hogy alapvetően a nagy településeken, az autópályák mentén, a Balaton körül működik 3G. A kisebb városokban és rurál területen emiatt a szélessávú Internet ellátottság megoldásában ma még nem lehet a 3G-vel számolni.

Jelenleg súlyos korlátot jelent az is, hogy (elsősorban rurál területeken) a 3G bázisállomások a régebbi 2G állomásokkal azonos helyre települnek, ám a 3G cellaméret jóval kisebb, mint a 2G celláé. Emiatt a „3G-vel lefedett település” sokszor annyit jelent csupán, hogy valóban van olyan helye a településnek, ahol működik a szélessávú hozzáférés, de a teljes településen nem. Remélhetőleg a hálózatfejlesztések eredményeképpen a kis településeken újabb bázisállomások telepítésével bővíteni fognak a 3G-vel valóban lefedett területek, és igénybe vehető lesz a HSPA szolgáltatás.

CDMA 450 mobil technológia

A CDMA (Code Division Multiple Access) rendszert a harmadik generációs rendszerek fejlesztése során dolgozták ki. Ez a rendszer hatékonyan használja a rendelkezésre álló frekvenciaspektrumot, jelentős a zavarérzékenység. A CDMA-t a 3. generációs mobil szolgáltatások az 1900 és 2100 MHz-es sávokban használják.

A frekvenciahasználat felülvizsgálatával lehetőség nyílt arra, hogy a korábban analóg mobil rádiótelefon szolgáltatás (NMT) céljaira használt 450 MHz-es sávban CDMA szolgáltatás bevezetésére kerüljön sor. Ez igen előnyös a frekvenciahasználati jogosultságot megszerző szolgáltató számára, mivel a jó hullámterjedési sajátosságok miatt kis számú, nagy hatótávolságú antennákkal jó lefedettséget lehet elérni.

A CDMA rendszerek mind adat, mind beszédátvitelre alkalmasak lehetnek. A CDMA 450 technológia folyamatosan fejlődik. Az EV-DO (EVolution Data Optimized) több változata ismeretes:

| | |
|----------------------|--|
| CDMA 1xEV-DO – | 2,4 Mbit/s letöltés, 154 kbit/s feltöltés; |
| CDMA 2xEV-DO Rev A – | 3,1 Mbit/s letöltés, 1,8 Mbit/s feltöltés, VoIP lehetőség; |
| CDMA 2xEV-DO Rev B – | 46,5 Mbit/s letöltés, 27 Mbit/s feltöltés (2009-10-re). |

Ezek a sáv szélességek az egyes felhasználókra vonatkoznak. Mivel az egyes szektorok igen nagy területet fedhetnek le, a megfelelő szintű szolgáltatás nyújtása érdekében csak korlátozott számú felhasználó lehet egy-egy szektorban. A valójában szűkös kapacitásokon egyidejűleg több előfizető osztozik, annak megfelelően, hogy éppen hányan csatlakoznak ugyanarra a bázisállomásra. Az egyébként nagy cellaméretekkel rendelkező hálózat ezért nem teljes körű helyettesítő, inkább a nagyon ritkán lakott területeken adhat hiánypótló megoldást. Ha az előfizetők száma és az általuk igényelt sáv szélesség jelentősen megnő, a hálózat-tulajdonos kénytelen lesz a cella méreteket csökkenteni, azaz a bázisállomások számát növelni. Ez ésszerű határokig működőképes, de egy határ felett már ésszerűtlen beruházásokat igényelne.

FWA technológiák

Az FWA (Fixed Wireless Access, helyhez kötött vezeték nélküli hozzáférés) esetén egyetlen központi állomás lát el több vevőt (pont-multipont rendszer). Szektorizált (irányérzékeny) antennákat használnak, amelyek lakott településrészeket sugároznak be. Több felhasználó van szektoronként, így lehetőség van az átviteli kapacitás gazdaságos kihasználására. Két FWA technológia kiemelt jelentőségű, az LMDS és a WiMAX.

Az LMDS (Local Multipoint Distribution System) helyi multipontos elosztó rendszert eredetileg digitális televízió műsorszórásra fejlesztették ki. Magyarországon a 26 GHz-es frekvenciasávot használja, kétirányú nagy sáv szélességű hozzáférést biztosítva. A nagy frekvencia miatt a rendszer csak közvetlen rálátás (LOS – Line of Sight) esetén működik.

Az NHH 2008. október 22-én pályázatot írt ki két 112 MHz-es, egy 84 MHz-es és két 56 MHz-es frekvenciablokkra, amelyek kb. 400, 300, ill. 200 Mbit/s összkapacitásúak (letöltés és feltöltés együtt). A hatótávolság 6,2 km, a szolgáltatás rendelkezésre állása 99,99%. A kis hatótávolság miatt könnyű a frekvenciasávok újrahasznosítása.

Az LMDS rendszer új generációját kifejezetten video szolgáltatások nyújtására fejlesztették ki, DSL vagy DOCSIS hálózatok vezeték nélküli kiterjesztéseként alkalmazható. Az új szolgáltatások bevezetésével jelentősen növekszik az esély az ellátatlan területeken a szélessávú Internet szolgáltatás elterjesztésére.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Az IEEE 2004-ben bocsátotta ki a 802.16a szabványt, más néven a fix WiMAX-ot, mint pont-multipont architektúrájú állandó helyű hozzáférési rendszert. A rendszer a 2-11 GHz frekvenciatartományban működik, jelenleg 3,5 GHz-en a legelterjedtebb. A WiMAX rendszerek legfeljebb 32-56 km távolság áthidalására alkalmasak és maximálisan 70 Mbit/s aggregált átviteli sebességet tesznek lehetővé (20 MHz sáv szélesség mellett). A pont-multipont alkalmazásoknál 4-10 km-es hatósugárral lehet számolni. Előny, hogy nem szükséges a közvetlen rálátás (NLOS – Non Line of Sight).

Műholdas hozzáférési technológiák

A műholdas távközlési rendszerek kialakításuktól függően:

- LEO (Low Earth Orbit, alacsony Föld körüli pálya),
- MEO (Medium Earth Orbit, közepes Föld körüli pálya),
- EEO (Elliptic Earth Orbit, elliptikus Föld körüli pálya) vagy
- GEO (Geostationary Earth Orbit, geostacionárius Föld körüli pálya) típusú műholdakkal létesülnek.

A legelterjedtebben az egyirányú műholdas kapcsolatot használják, elsősorban műsor-szórásra, de működik így Internet szolgáltatás is, amelynél a kérések egy modemes kapcsolaton jutnak el a szerverhez, míg a kért adatok a műholdon keresztül érkeznek meg. Ezek a szolgáltatások geostacionárius műholdakon keresztül működnek.

A *GPS (Global Positioning System* - globális helymeghatározó rendszer) viszont 20 000 km magasságban, 12 órás keringési idővel elliptikus pályán mozgó 18 db EEO műhold által kisugárzott jelek segítségével működik.

Telefonálásra és adatszolgáltatásra leginkább a kétirányú kommunikációra alkalmas *VSAT típusú geostacionárius rendszerek* terjedtek el, bár léteznek más rendszerek is.

A műholdas VSAT rendszerek esetén a hálózat végpontjai egy VSAT (Very Small Aperture Terminal, igen kis átmérőjű antenna végpont) végberendezéssel és egy kisméretű parabolaantennával geostacionárius műholdon keresztül tartják fenn a kapcsolatot a központi szerverrel. A VSAT átviteli rendszerek általában X.25 vagy TCP/IP csomagkapcsolt protokollal működnek. A VSAT szolgáltatók a műholdak kapacitását nemzetközi műholdas szervezetektől bérlik. A VSAT rendszerekkel lehetőség nyílik virtuális magán-hálózatok és virtuális LAN-hálózatok (VLAN) kialakítására, ill. kétirányú Internet kapcsolat létesítésére is.

A műholdas hozzáférés előnye, hogy azonnal, bárhol alkalmazható, helyi infrastruktúrát nem igényel, és szélessávú hozzáférést biztosít. Hátránya a késleltetés, amely az interaktív szolgáltatásokat (mint pl. VoIP, játékok) zavarja. Az egyirányú Internet kapcsolatnál hátrány a telefon vagy ADSL kapcsolat szükségessége, a kétirányú rendszereknél pedig a végberendezés és a havidíj magas ára. Ezzel szemben a műholdas műsorszórás díjai – az egyre növekvő verseny következtében – jelentősen csökkentek. Jó lenne, ha hasonló mértékű árcsökkenés következne be a kétirányú műholdas Internet kapcsolat díjai esetében is, ami lehetővé tenné a műholdas Internetezés szélesebb körű elterjedését.

WLAN technológiák – vezeték nélküli lokális hálózatok

A vezeték nélküli helyi hálózat (WLAN - Wireless Local Area Network) olyan helyi hálózat, amelyek elektromágneses hullámokat használ adatok küldésére és fogadására adott hatótávolságon belül, a hagyományos vezetékes hozzáférés helyett. A WLAN technológiákat korlátozott hatótávolságuk miatt leginkább egy már létező szélessávú hozzáférés kiterjesztésére használják az ún. „utolsó 100 méteren”. A WLAN terjed úgy is, mint a vidéki közösségek szélessávú csatlakoztatására használt technológia.

A **802.11b (Wi-Fi - Wireless Fidelity)** a jelenleg legelterjedtebb IEEE WLAN szabvány, amely a 2.4 GHz frekvenciasávon működik. A fizikai réteg a közvetlen sorrendű szórt spektrumon (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) alapul. Az adatcsere max. 11 Mbits/s (gyakorlatban felhasználónként 5-6 Mbit/s) sebességű lehet 100 méteres hatótávolságon belül. Mivel a Wi-Fi javarészt olyan helyeken (konferencia, szálloda, repülőtér) működik, ahol igen változó a felhasználószám, nehezen méretezhető a hálózat, a rendelkezésre állás változik.
