

Szélessáv és 3play televíziós kábel

JORDÁN ÁRPÁD

UPC Magyarország Kft.
arpad.jordan@upc.hu

Kulcsszavak: szélessáv, 3play, HFC, DOCSIS, PacketCable, SIP, video on demand

Sokszor temették, eddig mindig feltámadt. A kábeles technológia él és virul, talán jobban mint valaha. Cikkünkben bemutatjuk a kábelhálózatok fejlődéstörténetét és a nem túl távoli jövőben megvalósítható új szolgáltatási lehetőségeket. A cikk gyakorlati háttérül a UPC Magyarország Kft. elmúlt évtizedének története szolgál, amit a cikk végén néhány impozáns számmal illusztrálunk.

1. Bevezetés

Ha felteszük a kérdést, hogy mi a kábeles technológia sikerének titka, akkor mindenképpen a piaci igényekkel és a megjelenő szolgáltatásokkal összehangolt, költséghatékony és folyamatos fejlődést kell kiemelnünk. Persze nem lehetünk biztosak abban, hogy mit hoz a távolabbi jövő, de az elkövetkező évtizedre nézve még markánsan látható az a fejlődési irány, amit a kábeles technológia befutni képes. Ez a fejlődési út a megfelelő kapacitás folyamatos megteremtésével, a szolgáltatások kiemelkedő minőségével és nem utolsósorban a hagyományokon alapuló ügyfélközpontúsággal van közeve.

A cikkben elsőként áttekintjük a kábelhálózatok általános fejlődését, majd a 3. szakaszban rátérünk, hogy ezen a kábelhálózaton hogyan alakult ki az a szélessávú technológia, ami lehetővé tette a 3play (TV, internet és telefon) szolgáltatásokat. Ezekután egy példával illusztráljuk hogy egy modern HFC (Hybrid Fiber Coax – Hibrid optikai-koaxiális) hálózat kapacitása hogyan tud fejlődni, majd végül az 5. szakaszban a szolgáltatások lehetséges fejlődésére adunk néhány példát akár a 3play szolgáltatásokon túl. A záró gondolatokat az 6. szakaszban foglaljuk össze.

2. A kábelhálózat általános fejlődése

A kábeles technológia kezdetét a közösségi televíziózás kialakulására datálhatjuk. A földi televíziós sugárzás elterjedésével, különösen a tömbházakban megjelent az igény, hogy több, akár nagy távolságról vett külföldi csatornát összefogva egyetlen kábelbe osszák el azokat sok lakás felé. Már ez a többantennás vétel komoly rádiófrekvenciás (RF) szűrési, erősítési, közösítési és szétosztási feladatokat jelentett. Az RF szűrés, erősítés, közösítés és szétosztás azóta is a kábeles technológia fundamentumai.

Később ezeket a lépcsőházakat összefűzve költséghatékonyra vált a megjelenő műholdas adások „bekö-

zösítése”. Ez a műszaki feladat azonban már a kezdetekben olyan speciális tudást igényelt, amely mindenképpen folyamatos műszaki karbantartást igényelt. Így vált a közösségi televíziózás egyre inkább kábeltelevíziózássá és a folyamatosan megjelenő újabb és újabb csatornák teremtették meg a kábeltévé üzleti alapját is.

Ezzel el is jutottunk a kábeltévé-hálózat első nagy technológiai fejlődési lépéséig: a felfűzött csatlakozóaljzatok száműzéséig. Ez mind műszaki-karbantartási szempontból, mind üzletileg döntő lökést adott a kábelhálózatok fejlődésének. Nem kerülhetjük meg annak a rendkívül szoros analógiának a megemlítését, amely a helyi hálózatokban a koaxiális Ethernet hálózatokról a csavart érpáras Ethernet hálózatokra történő átállás kapcsán fennáll. Ez a váltás éppúgy forradalmasította az Ethernet technológia mai napig tartó töretlen elterjedését, mint a csillagpontos technológiára történő áttérés a kábelhálózatok fejlődését. Ezzel nemcsak a televíziós jelek átviteli hibáinak jelentős része maradt a háztartások határain belül, megkönnyítve ezzel a hálózat üzemeltetését, de az egy lakás – egy kábel kiépítése egy zárt, a szolgáltató által ellenőrzött pontból programcsomagok kialakítását tette lehetővé, ami az egyre több új csatorna megjelenésével egyre fontosabb üzleti lehetőségeket rejtett. A programcsomagok alapvetően a frekvenciasáv korlátozásával, egy aluláteresztő szűrővel kerültek kialakításra, illetve egyetlen csatorna korlátozására dekóder és lyukszűrők is alkalmazásra kerültek, de ennek részletezését ehelyütt mellőzzük.

A következő mérföldkő a kábelhálózat fejlődésében az üzemi sáv kettébontása volt előre és visszirányra. Kezdetben ez a hasítás a visszirányú sávot 5-25 MHz-ben korlátozta, mivel az első televíziós csatorna (C2) már 47 MHz-en kezdődött és a két sáv között biztonságos védősávot kellett biztosítani a hasító szűrő számára. Ez a 25 MHz alatti sáv komoly rövidhullámú zavarattól terhelt, de ennél is nagyobb gondot jelentett a visszirányú hálózat üzembiztonsága szempontjából, hogy visszirányban ezek a zajok/zavarok összegződtek, így egyetlen kábel vagy erősítőhiba az egész kábelhálózatra kifejtette a hatását.

A megoldás kulcsa a 90-es évek második felében már Magyarországon is elérhetővé váló optikai RF technológia, amellyel a koaxiális hálózat optikai kábelek kiépítésével több részre szegmentálható és a kialakuló szegmensek RF szempontból tulajdonképpen függetlenül kezelhetők. Ezzel a kialakuló, úgynevezett HFC hálózat kapacitása lényegileg a szegmensek számával egyenes arányban nőtt. Természetesen itt is a fokozatos fejlődés volt a siker alapvető záloga, amit a 3. szakaszban egy példán keresztül vizsgálunk meg.

2. A szélessávú kábeles technológia fejlődése

Az első komolyabb üzleti sikereket a szélessávú internet területén a 90-es évek végén a Terayon nevű cég által kifejlesztett rendszer segítségével lehetett elérni. Ennek a megoldásnak előnye volt a korai piacra lépés lehetősége, műszakilag pedig robusztusságát kell kiemelnünk.

Ennek alapja a vissz irányban használt S-CDMA moduláció volt, amit azonban még sok évig szabadalom védett, így a modemgyártásban nem indulhatott el az igazi (ár)verseny. Részben ezért, részben pedig azért, mert az előre irányban viszonylag alacsony, mindössze 8 Mbit/s-os adatsebességre volt képes, az egész kábeles ipar nagyon várta egy szabványos, nagyobb sebességű megoldás megjelenését.

Néhány párhuzamos szabványosítási törekvés közül lényegileg a nagy amerikai kábelhálózat-üzemeltetők döntése nyomán a DOCSIS nevű szabvány terjedt el. A televíziós szabványok csatorna rászterkiosztásának különbsége miatt kiegészítették a szabványt az európai 8 MHz-es kiosztásnak megfelelően, amit EuroDocsisnak neveznek. A szélessávú kábeles technológia fejlődését lényegileg ezen szabvány máig tartó kiterjesztései határozzák meg, így a következőkben ezeket fogjuk áttekinteni.

2.1. (Euro)Docsis 1.0

A szabvány első verziója alapvetően az adatsebesség maximalizálására biztosított lehetőséget, ami lényegileg azóta is meghatározza az internetes termékek kialakítását. Előre irányban a szabvány már tartalmazta a 256QAM modulációt, ami 8 MHz-es csatorna-raszter esetén 50 Mbit/s körüli adatsebességet biztosít. Tulajdonképpen a mai napig ez tekinthető a kábelhálózat szélessávú kapacitás elemi egységének.

A siker további zálogaként ki kell emelnünk még azon protokollok kiválasztását, amelyek a kábelmodemek működését biztosítják. Itt a legfontosabb a DHCP protokoll használata, amely rendkívül jól skálázódó hálózati architektúrát eredményez. Például lehetővé válik, hogy már a hozzáférési hálózat szélén működő CMTS (Cable Modem Termination System) az Ethernet-híd funkcióján túl IP útválasztó funkciót tudjon ellátni, limitálva ezzel sok száz előfizető elárasztási tartományát, ami nagyban terhermentesíti a gerinchálózat feladatát.

De nem mehetünk el szó nélkül a szabvány azon célkitűzése mellett sem, amellyel a kábelhálózat üzemeltetését kívánja segíteni. Szabványosításra került az RF és hibajavító dekóderek paramétereinek egy halmaza, melyeket a kábelmodemekből és CMTS-ekből kiolvastva és összegyűjtve egy csapásra sok ezer „mérőműszerünk” folyamatosan méri a kábelhálózat minőségét. Ez merőben új távlatokat nyit a kábelhálózat üzemeltetésében.

2.2. (Euro)Docsis 1.1

A szabvány ezen verziójának kialakítását a hangszolgáltatás elindításának igénye inspirálta. Mivel a hangszolgáltatás tradicionálisan nagyon magas rendelkezésre állással és kiváló minőséggel működik csavart érpáras hálózaton, így nem lehetett volna sikert elérni a kábeles hangszolgáltatás minőségbiztosításának kellően alapos kifejlesztése nélkül.

Ezen a ponton érdemes kicsit jobban kifejtenünk a kábelhálózat fa-topológiájából adódó kihívásokat. A probléma vissz irányban jelentkezik és a hálózat összegző jellegéből fakad. A kábelhálózat egy CMTS által ellátott szegmensére elméletileg több ezer modem köthető, de praktikus esetben is néhány száz modem működhet rajta. Ezek a modemek egymástól függetlenül többé-kevésbé egyszerre akarják használni a szélessávú hálózatot. Ha az egyidejű adatküldési szándékokból eredő ütközéseket nem kezelnénk hatékonyan, akkor már a szélessávú internet-szolgáltatás igényeit sem lehetne kielégíteni. Ezért a DOCSIS rendszert úgy fejlesztették ki, hogy a CMTS egy erre dedikált „csatornán” összegyűjti ezeket az igényeket, hogy azután az előre irányban hatékonyan tudja jelezni a modemeknek, hogy melyik mikor adhat, így teljes mértékben elkerülve az ütközéseket az adatátvitel során. Ez a mechanizmus a szélessávú internet kialakításához már elegendő is, de a jó minőségű hangszolgáltatáshoz még nem megfelelő. Az alapvető gond az, hogy az igények összegyűjtése során továbbra sem kerülhető el, hogy a modemek egy időben próbálják jelezni átviteli igényüket. Az itt alkalmazandó ütközésfeloldási algoritmusból és különösen a felgyülemlő adatok miatt olyan változó hosszúságú késleltetés adódik, ami nagyon lerontja a hangminőséget.

Ezért a kábelmodemes részt szabványosító DOCSIS 1.1-ben, illetve a hangszolgáltatási rész szabványosítását tartalmazó PacketCable szabványban a hangszolgáltatás jelzési protokollját „összevartták” a kábelmodem sáv szélességfoglalási algoritmusával. Ehhez a telefonport beépítésre került a kábelmodembe, amit így már eMTA-nak (embedded Multimedia Terminal Adapter) hívnak. A hanghívások felépítése, bontása az előfizetői oldalon az eMTA feladata, így amikor egy hívás felépül, az eMTA képes ezt a kábelmodem részén keresztül a CMTS-nek jelezni, amely innentől fogva további igénybejelentés nélkül biztosítja a jó minőségű beszédátvitelhez szükséges adatátviteli lehetőségeket mindaddig, amíg ezt az eMTA a hívás lebontásakor felszabadítja a CMTS-nél.

Nem hagyhatjuk említés nélkül, hogy a nemzetközi UPC hazai leányvállalata a világon lényegileg először használta a hanghívások jelzésprotokolljaként a SIP protokollt kábeles környezetben. Ezzel lehetővé vált egy pusztán általános célú számítógépekből álló kapcsolóközpont (softswitch) használata.

A SIP protokoll egyrészt egyszerűsége, jól érthetősége, másrészt széles körű elterjedtsége miatt volt jó választás, különösen hosszú távon. SIP-pel a softswitch könnyen összekapcsolható további központokkal, de sok még kiaknázatlan lehetőséget rejt a ráköthető végberendezések és új szolgáltatások széles skálája is. A 4. szakaszban megemlítünk néhányat ezen szolgáltatások közül.

2.3. (Euro)Docsis 2.0

Ez a kiterjesztés csak a vissz irányban hoz újdonságot, háromszorosára emelve az egy vissz irányú csatornában elérhető adatátviteli sebességet (körülbelül 10 Mbit/s-ról 30 Mbit/s-ra). Ennek ára azonban a vissz irányú csatornával támasztott magasabb követelmény, ami a hálózat üzembiztonságát befolyásolja. Ebben a szabványban ugyan megjelenik újra a még a Terayon-időkből ismert robusztus S-CDMA moduláció, de egyelőre nem egyértelmű, hogy széles körben elterjed. A hálózat ugyanis időközben egyre kisebb szegmensekre esett szét és a modemgyártók is sokat késtek az S-CDMA támogatással, így sok eszköz a nagyobb sáv szélességet igen, de az S-CDMA modulációt nem támogatja. Mindenesetre a 30 Mbit/s-os vissz irányú sáv szélesség még erősebben felülmúlja a csavart érpáron elérhető xDSL technológiákat és akár szimmetrikus szolgáltatások bevezetését is lehetővé teszi.

2.4. (Euro)Docsis 3.0

Bár már szabvány, de annyira új még, hogy 3.0-ás szabványos berendezés jelenleg még nem elérhető. Ebben a szabványban több csatorna kötegelésével az elérhető adatsebesség legalább 200 Mbit/s-ra nő az előre irányban, míg vissz irányba is meghaladja majd a 100 Mbit/s-ot. Néhány fontos funkció már ma is elérhető, így például több előre irányú csatorna összefogása annak érdekében, hogy 2.0-ás modemek terhelését a csatornák között a CMTS meg tudja osztani. A szabvány széles körű elterjedését azonban a versengő VDSL és GPON hálózatok kiépítése fogja valószínűleg kikényszeríteni.

3. A kábelhálózat szélessávú kapacitásának fejlődése

Ebben a szakaszban egy városi kábelhálózat szélessávú kapacitásának növekedését egy nem konkrét, de valóságghú példán keresztül illusztráljuk. Bár a (Euro)Docsis 2.0 lényeges vissz irányú sáv szélességnövekedést tesz lehetővé, példánkban mégis az előre irányú kapacitás szemléltetésére szorítkozunk, mert az alapvető fejlődési folyamat már így is megérthető.

Tegyük fel, hogy egy 20 ezer háztartást ellátó városban az optikai hálózat kiépítésekor 24, nagyjából hasonló méretű szegmenst, úgynevezett node-ot alakítottunk ki. Mivel azonban mind az optikai adók, mind a CMTS-ek ára kezdetben magas volt, különösen az eleinte viszonylag alacsony behatolási arányhoz képest, ezért 4 node-onként használtunk 1 optikai adót, és mindössze 6 darab, egyetlen előre irányú csatornával rendelkező CMTS-t telepítettünk, ami összesen mintegy 300 Mbit/s összegzett kapacitást jelent a teljes városra vonatkoztatva.

Következő lépésként az előfizetői szám növekedésével, pusztán újabb optikai adók és CMTS-ek telepítésével – melyek ára időközben folyamatosan csökkent – ezt a kapacitást meg lehet négyesíteni és mindjárt 1,2 Gbit/s-os, városra vetített kapacitásnál tartunk.

Megfelelően (túl)méretezett optikai szálkapacitás esetén minden node berendezés mellé egy újabbat tudunk telepíteni. Ennek hiányában ma már elérhető egyszerűbb CWDM technológiával is megduplázhatók a nodeok, amivel elméletben már 2,4 Gbit/s-os városi kapacitásnál tartunk.

Ha ez még mindig nem elég, akkor a EuroDocsis 3.0-ban kifejlesztett csatornakoetelési technológia segítségével mindössze 4 csatorna összefogásával a kábelhálózat kapacitása egy 20 ezer háztartásos városban is el tudja érni a 10 Gbit/s nagyságrendet.

Természetesen az előfizetői megoszlások soha nem ennyire egyenletesek, mint ebben a példában, így per se ezen lépések folyamatos kombinációja vezet a sikerhez. Érdemes megjegyezni, hogy ezt a kapacitásbővítést mindössze újabb optikai berendezések és CMTS-ek telepítésével értük el, miközben a koaxiális kábeles hálózat, különösen az előfizetői hálózat (beleértve még egy jó ideig a EuroDocsis 2.0 kábelmodemet) nem változott.

4. A kábelhálózat szolgáltatásainak fejlődése

Ebben a szakaszban először az otthoni vezeték nélküli hálózat egy lehetséges kihasználását mutatjuk be. A mai modern, Wi-Fi-képes mobiltelefonokat már nem ritkán a SIP protokoll támogatásával szállítják. A kábelmodem mögött telepített Wi-Fi átjárón keresztül, de akár a kábelmodembe beépített Wi-Fi megoldással a mobiltelefon fel tud jelentkezni a SIP softswitchre és így hívások kezdeményezhetőek és fogadhatók rajta. Sőt ha a mobiltelefonba kamera is van beépítve, akkor SIP-en akár nagyfelbontású videótelefonálásra is lehetőség nyílik.

A szabványosítás itt is megfelelően kidolgozott. A PacketCable szabvány továbbfejlesztése a PacketCable Multimedia leírja, hogyan kell a softswitchnek jeleznie a CMTS felé, hogy az adott kábelmodem mögött valamely paraméterekkel hang- vagy videóhívást létesítettek, így a CMTS képes a szükséges minőségi garanciákat biztosítani.

Ez a megoldás sajnos azonban két telefonszámot feltételez, ami a felhasználó szempontjából eléggé kényelmetlen. Ha azonban a kábelszolgáltató virtuális mobilszolgáltatóvá válna, akkor (legalábbis elméletben) megtehetné, hogy amint a mobiltelefon megfelelő Wi-Fi lefedésbe kerül és SIP-en bejelentkezik, ezt jelzi a mobilszolgáltató partnerek felé, így a bejövő hívásokat a kábelszolgáltató tudná Wi-Fi-n végződtetni.

Végül térjünk rá a 3play „legöregebb” lábának, a kábelszolgáltató számára még mindig alapvető jeletőségű TV szolgáltatás fejlődésének áttekintésére. Ezen a fronton megkezdődött az elkerülhetetlen digitalizáció. Már induláskor kitűzött cél a hagyományosan jó minőség továbbfejlesztése. A szórakoztató elektronikában egyre jobban elterjedő nagyfelbontású plazma és LCD megjelenítők által gerjesztett igényt nagyfelbontású műsorok indításával elégíthetjük ki. Nem lehet említés nélkül hagyni, hogy a közelgő pekingi olimpiát már nagy felbontásban leszünk képesek az előfizetők számára biztosítani.

De ami a televíziózást alapvetően forradalmasítani fogja, az az interaktivitás. A kábelhálózaton kialakított (Euro)Docsis platform rendkívül költségkímélő lehetőség arra, hogy a távirányító nyomógombjainak hatása ne álljon meg a lakáson belül. Lehetővé válik az igény szerinti videózás, például annak az egyik nagyon izgalmas fajtája, amikor a TV-n megjelenő elektronikus műsorújságban nemcsak előre, de időben visszafelé is navigálhatunk és a múltból kiválasztott műsort egy gombnyomásra egy hálózati videószerverről visszajátszhatjuk, így lényegileg semmiről nem tudunk lemaradni.

A digitalizáció sokszorosára növeli az átvihető csatornák számát, de ehhez sajnos folyamatosan csökkenteni kell az analóg TV csatornák számát, helyet biztosítva a növekvő számú digitális csatornáknak. Különösen igaz ez ahogy mind több és több csatorna tér át nagy felbontású (HD) sugárzásra, ami a meglévő sávszélességet még gyorsabban elfogyasztja. Az interaktivitás segítségével azonban ez a probléma is sokkal hatékonyabban megoldható. Az úgynevezett SDV (switched digital video) technológia segítségével már a csatornaváltás sem a lakásban lévő előfizetői dobozon történik közvetlenül, hanem egy központban, ahonnan viszont már csak az a csatorna kerül rá a kábelre, amelyet a néző valóban kiválaszt.

Mindeközben a kábelszolgáltató nem kell, hogy teljesen lemondjon az analóg műsorelosztásról. Megteheti, hogy egy szűkített kínálatot fenntart, hogy a minden más digitális platformon újabb és újabb előfizetői dobozt igénylő második, harmadik TV-n továbbra is biztosítani tudja a legfontosabb csatornák vételét.

5. A UPC Magyarország Kft. számokban

A következőkben a cikk megírásakor a UPC Magyarország Kft.-ről rendelkezésre álló legfrissebb, 2007. szeptember 30-i nyilvános adatokat ismertetjük.

Hálózataink Magyarországon félszáz településen összesen 1,16 millió háztartást érnek el, ami az összes ha-

zai háztartás egyharmadát jelenti. Ennek 95%-ában, azaz 1,106 millió háztartásban már kétirányú (interaktív) szolgáltatásokat is tudunk nyújtani. Az összes igénybe vett szolgáltatás száma eléri az 1,3 milliót, aminek a részén a UPC ma már nem csupán a legnagyobb kábeltelvíziós szolgáltató, de egyben a második legnagyobb internet-szolgáltató és a harmadik legnagyobb telefonszolgáltató is.

Összességében a legnagyobb alternatív vezetékös távközlési szolgáltatónak mondható. Csupasz számokban mindez így alakul:

- kábeltévés előfizetők száma: 707.500
- műholdas televíziós (UPC Direct) előfizetők száma: 162.100
- szélessávú internet előfizetők száma: 258.400
- telefonelőfizetők száma: 166.600
(beleértve a cégcsoportoz tartozó Monor Telefon Társaság rézérpáras hálózatán ellátott telefon-előfizetőit is)
- ebből egyben UPC kábeles telefon-előfizető is több mint 100.000

Magyarországon először a UPC vezetett be a 3play szolgáltatási lehetőséget 2004 szeptemberében, amikor a kábeltelvízió és a szélessávú internet után ugyanazon a HFC kábelhálózaton a telefon szolgáltatást is elindította. 3play szolgáltatáscsomagot ma már több mint ötvétezer vesznek igénybe a UPC-től.

6. Összefoglalás

Ebben a cikkben áttekintettük a kábelhálózatok eddigi fejlődéstörténetét. Reméljük, sikerült rávilágítani, hogy egy, a közeljövőben korántsem lebecsülhető infrastruktúráról van szó, amely mind kapacitását, mind szolgáltatásait tekintve komoly potenciállal rendelkezik még a belátható jövőben. Az erősödő verseny pedig ezeket az előnyöket elkerülhetetlenül a felszínre fogja hozni, nagyszerű motorjává válván az általános technológiai fejlődésnek.

A szerzőről

Jordán Árpád villamosmérnöki diplomáját a Budapesti Műszaki Egyetemen szerezte 1997-ben, ahol ezután PhD képzésben is részt vett, illetve ugyanitt több, mint tíz éven keresztül matematikai gyakorlatokat vezetett. Jelenleg a UPC Magyarország Kft. műszaki fejlesztési és minőségbiztosítási igazgatója. 1996 óta dolgozik ezen a szakterületen, kezdetben RF tervezőként, később optikai hálózatok tervezési menedzserként. 2000-től a bevezetésre kerülő internet-szolgáltatás optikai hálózatokhoz való illesztését irányította. 2004-ben a UPC Magyarország Kft. telefonszolgáltatásának, majd 2007-ben az induló digitális TV szolgáltatásának bevezetését vezette.