

A Magyar Telekom NGN hálózatfejlesztési koncepciója

SIPOS ATTILA, CZINKÓCZKY ANDRÁS, HORVÁTH RÓBERT, NÉMETH ATTILA

Magyar Telekom – PKI Távközlésfejlesztési Intézet
sipos.attila@t-com.hu

Kulcsszavak: fix/mobil konvergencia, triple play, NGN, MPLS

Az új szolgáltatások olyan új kihívásokat jelentenek, amelyek a közeljövőben gyökeresen át fogják alakítani a távközlési infrastruktúrát. Az elkövetkező 3-5 évben a hálózati kép fokozatos migrációval a hagyományos hálózatok felől az FMC és triple play típusú szolgáltatásokat támogató NGN irányába mozdul el. Az új hálózati architektúrában a gerinchálózat egy minden típusú átviteli igényt kielégítő IP MPLS hálózat lesz, egy Ethernet-alapú aggregációs hálózattal, amely a különböző szélessávú elérési hálózatok forgalmát továbbítja. Az NGN vezérlési síkjába bekerülnek azok az új funkciók, amelyek az új, konvergens hálózati megoldásokat támogatják.

1. Bevezetés

Napjainkban a világ számos távközlési szolgáltatója az NGN elvek szerint fejleszti hálózatát.

Írásunkban a Magyar Telekom lehetséges hálózatfejlesztési irányait mutatjuk be az NGN elvek szerint szegmentált hálózati részek alapján, amelyek a következők:

- vezérlő és szolgáltatási szint,
- elérési hálózati megoldások,
- aggregációs hálózatok,
- transzport hálózatok.

A cikkben a hálózatalapú architektúrákra és interfészekre alapozunk, rámutatva az egyes szolgáltatások mennyiségi és területi kiterjesztésének hatásaira.

Az NGN elven kiépített hálózat természetesen a konvergens hálózati megoldásokat támogatja, ezért az FMC és 3Play típusú szolgáltatások nyújtására alkalmas hálózati megoldásokra koncentrálunk, de bemutatjuk a lehetséges átmenetet a vegyes (PSTN, GSM) hálózatokból az úgynevezett „full IP” megoldások felé.

A cikkben nem térünk ki a hálózat menedzsment és OSS kérdésekre, de szeretnénk hangsúlyozni annak fontosságát, hiszen az új szolgáltatások hatékony alkalmazása, működtetése csak ezen rendszerek, a hálózatfejlesztéssel egyidőben történő megújítása mellett lehetséges.

2. Az NGN áttekintése

Az NGN fogalom mögötti tartalom, azóta, amióta ezt a fogalmat megalkották, jelentős átalakuláson ment keresztül. Az első olvasatában az NGN a PSTN-t felváltó hálózatról szólt, ami még a hozzáférésekkel nem foglalkozott. Megelégedett azzal, hogy célul tűzte ki a költséghatékonyságot és az új szolgáltatások rugalmas megvalósíthatóságát.

Az architektúrában lényeges előrelépés volt az egyseges IP alapú transzport hálózat, ami olcsó áraival és

nagy kapacitásával, az internet és a szélessávú hozzáférések elterjedése okozta sávszélesség robbanás miatt az NGN alappillérvé vált. Az IP hálózat azóta is folyamatosan fejlődik. Egyre nagyobb minőségi követelményeknek kell megfelelnie. Kapacitása folyamatosan növekszik és új funkciók is jelennek meg, részben azért, hogy átvegyék az egyéb technológiák szerepét mint például a L2 VPN-ek az ATM és az MLLN kiváltásaként, vagy a multicast képesség, ami a szórakoztató tartalmak szétosztásában hoz forradalmi újdonságokat. Az NGN irányába mutató hálózati architektúránál vegyes hálózati képről beszélhetünk.

Az 1. ábra szemlélteti a hagyományos – PSTN, GSM – hálózatokkal való együttműködést, valamint a vezetékes és vezeték nélküli elérési hálózat elemeit.

A magasabb igények, és a hálózaton megjelenő differenciált szolgáltatások miatt bevezetésre kerül a QoS, ami szintén egy evolúciós fejlődésen megy keresztül. Kezdetben, a best effort szolgáltatások idején elég volt az, ha az átviteli kapacitás elég nagy volt. Ez ma is elég lenne, de nem feltétlenül gazdaságos olyan nagy kapacitásokkal építkezni, amely hálózati hibaállapotok esetén is képes a teljes forgalmat torlódás és késleltetés nélkül mentesen elvezetni.

Ezért a szolgáltatásokat differenciálni kell. Van olyan szolgáltatás, amit a hálózatnak hibás állapotában is el kell tudnia vezetni. Az ilyen szolgáltatások magas rendelkezésreállást érhetnek el. A differenciálás addig működőképes, amíg a hálózatban a forgalom jelentős része best effort és egy kisebb része az, ami emelt szintű szolgáltatáshoz tartozik. Nagyon jó példa erre az, hogy a kis sávszélességet igénylő beszéd jól megél az internet forgalom mellett. Ma nagyjából itt tart a fejlődés, de már közelednek az új kihívások.

Mi történik akkor, ha egy új szolgáltatás felborítja ezt az egyszerű modellt? Jön egy olyan új szolgáltatás, ami nagyobb forgalmat generál, mint a best effort forgalom. Erre készül éppen az IPTV, ami már nem is a túl távoli jövőben a forgalom zömét fogja adni.

A gerinchálózatot még tehermentesíteni lehet azzal, hogy a tartalmat szétszjuk és közelebb visszük az előfizetőkhöz, de az aggregációs hálózatban és a hozzáférési szakaszon ez már nem segít. Az egyszerű differenciálás nem elég. A szolgáltatások számára egyrészt elegendő sávszélességet kell dedikálni, valamint erőforráskezelést és hozzáférés-engedélyezést kell a hálózat szélén alkalmazni.

Így alakul ki az az IP alapú infrastruktúra, ami képes ellátni a jövő szolgáltatásainak hordozó szerepét. Az IP-hez hasonló evolúción mennek keresztül az NGN más síkjai is.

Az alkalmazások robbanásszerűen fejlődnek. Kényelmi funkciók, egységes egyszerű felhasználói felületek, egységes számlázás, testreszabhatóság, csupa olyan új funkció, amelyek túlmutatnak az alapszolgáltatásokon, ami a beszéd és az adatátvitel után a videó szolgáltatásokkal is bővül. Az NGN lehetővé teszi a szolgáltatók megkülönböztetését és nagy mértékben fog hozzájárulni ahhoz, hogy a használók elfogadják és képesek legyenek használni az új lehetőségeket.

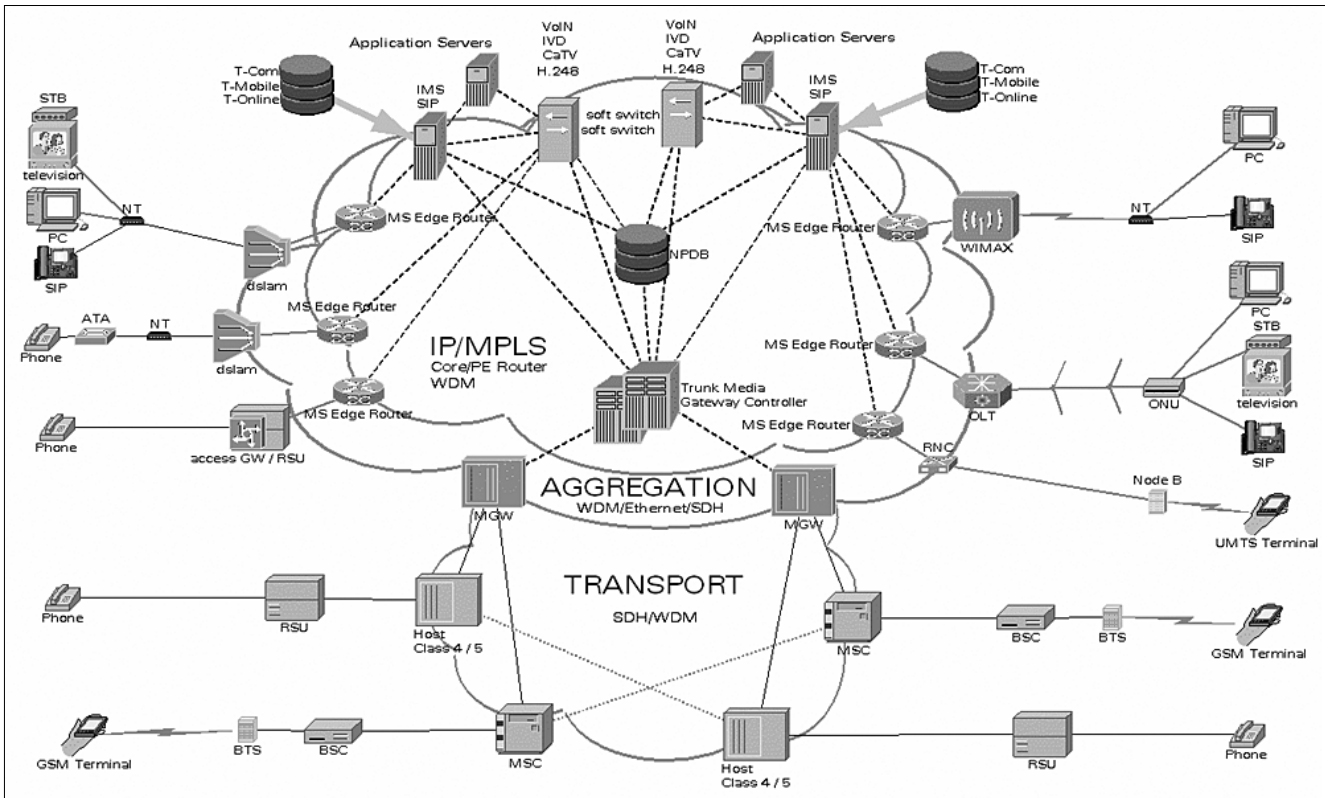
A vezérlési sík kibővül azzal az intelligenciával, ami szükséges a transzport funkciók vezérléséhez, valamint egységessé teszi a felhasználók profiljainak kezelését, előkészítve a szolgáltatások és a szolgáltatók integrációját. Ez szükséges velejárója az integrált szolgáltatásoknak és a költséghatékonyságnak.

Az új, jövőálló hálózati megoldásoknál döntő szempont, hogy alkalmasak legyenek az FMC és a 3play típusú szolgáltatások nyújtására.

Rövidítések

- AGW** – Access Gateway
- BRAS** – Broadband Access Server
- L2** – Layer 2
- BSC** – Base Station Controller
- MSC** – Mobile Switching Center
- BTS** – Base Transceiver Station
- CPE** – Customer Premises Equipment
- DSLAM** – Digital Subscriber Line Access Multiplexer
- PDH** – Plesiochronous Digital Hierarchy
- DWDM** – Dense Wavelength Division Multiplex
- PoP** – Point of Presence
- EDGE** – Enhanced Data Rates for GSM Evolution
- PON** – Passive Optical Network
- FMC** – Fix-Mobile Convergence
- FTTP** – Fibre To The Premises
- SGSN** – Serving GPRS Support Node
- FTTx** – Fibre To The „Something”
- SDH** – Synchronous Digital Hierarchy
- GMSC** – Gateway Mobile Switching Center
- GGSN** – GPRS Gateway Support Node
- UMTS** – Universal Mobile Telecommunications System
- GPON** – Gigabit Ethernet Passive Optical Network
- VDSL** – Very High Bit Rate DSL
- GPRS** – General Packet Radio Service
- VPN** – Virtual Private Networks
- WDM** – Wave Division Multiplexing
- xDSL** – „Any” Digital Subscriber Line

1. ábra
Az NGN irányába mutató hálózati architektúra



A következő 3-5 évet a hagyományos hálózatok – PSTN, GSM – és az NGN együttélése fogja jellemezni, ugyanakkor az új hálózat kialakítása szempontjából ebben az időszakban kell a NGN felé történő migráció tervezési és megvalósítási lépéseit is meghatározni. Az ügyfeleknek nyújtandó új, az FMC és a 3play jellegű szolgáltatások fokozatos bevezetése lényeges hatással van a migráció ütemére.

Az áttérés első lépéseként a már szélessávú eléréssel rendelkező területeken a fent említett új szolgáltatások bevezetésével szolgáltatási migráció fog megvalósulni. A második lépés már rendszerteknikai értelemben is technológiai migráció lesz. A megmaradt keskenysávú elérési területeken az elérési hálózat szélein fokozatosan megjelennek az Access Gateway-ek és az NGN vezérlési síkjában az IMS architektúrában is helyet kap a PSTN emuláció funkciója.

3. Az új szolgáltatásokat támogató hálózat

Az NGN világ első dilemmái között szerepelt, hogy az IP alapú beszédátvitel milyen protokollokon valósul meg. Eleinte az ISDN-en alapuló H.323 szabványcsalád kezdett elterjedni, de már a kezdetekben viták folytak arról, hogy ez túl bonyolult és jelentős támogató tábora lett a SIP protokollnak, ami egy egyszerű kapcsolatfelépítést tűzött ki célul, és sokkal jobban illeszkedett az IP világhoz.

Az első implementációk monolit felépítésű softswitchekben jelentek meg, amik már lehetővé tették az IP alapú kommunikációt. Hozták az NGN által ígért költségha-

tékonyt és az intelligens végberendezéseken keresztül az új szolgáltatásokat is, de több dolog még hiányzott.

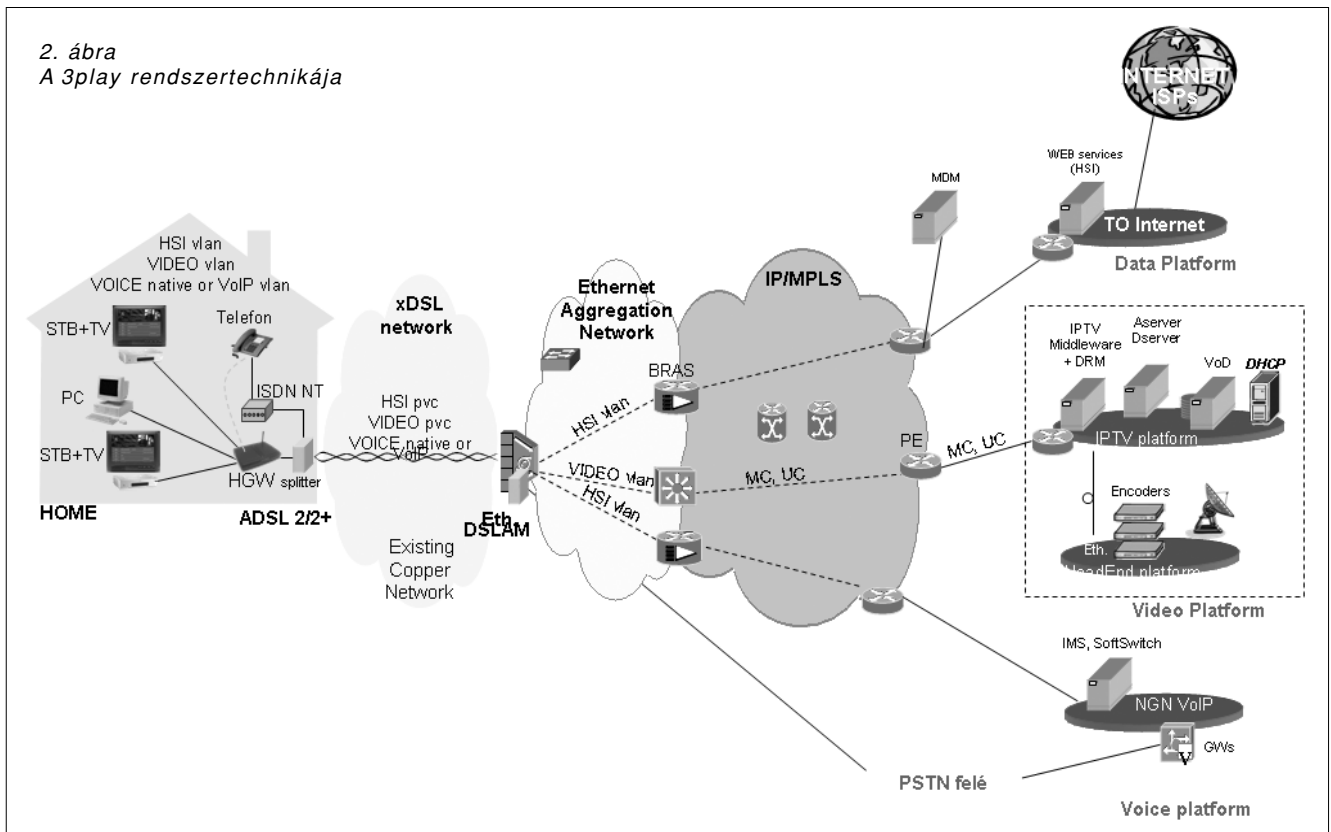
Hogyan képezhető le a mai beszédhívások igen jelentős részét lebonyolító GSM hálózat az NGN világban? A választ az IMS adta meg. Kidolgozták a GSM-hez hasonló roamingolás lehetőségét. Figyelembe vették a rádiós hozzáférések szűk sáv szélességét és az osztott médiából adódó problémákat. Továbbá a user profilok kezelését szabványosították és kiterjesztették, annak érdekében, hogy a mobil világ magasabb elvárásainak megfeleljen. Mivel a távközlés az NGN elveinek megfelelően az integráció felé halad, a vezetékes szolgáltatók is felismerték, hogy az egységes IMS architektúráé a jövő és ez az IMS robbanásszerű elterjedését hozza magával.

Érdekes, hogy az elsősorban mobil igényekre kialakított IMS pont a mobil szolgáltatók körében terjed lassabban. Ennek oka az, hogy a GSM, a PSTN-el ellentétben, felfutóban van és még nincs olyan mértékben kitéve a VoIP támadásának, mint a PSTN. Ezért a mobil gyártók ki tudnak alakítani egy IP irányú migrációs stratégiát anélkül, hogy a mobil szolgáltatóknak overlay IMS hálózatok kiépítésével kelljen elindítani a migrációt az IP világ felé.

A közeljövő fejlesztéseit a 3play szolgáltatások döntően befolyásolják. Ez a terület az, ahol az NGN túlmutat az eddigi beszéd és gyors internet szolgáltatásokon.

Az új szélessávú hozzáférési megoldások elegendő sáv szélességet biztosítanak akár a HDTV minőségű jelek átviteléhez is, míg a WDM, Ethernet és az IP technológia költséghatékony lehetőséget ad a jelek átvételére

2. ábra
A 3play rendszerteknikája



azáltal, hogy a korábbi technológiáknál lényegesen nagyobb kapacitások kiépítését teszi lehetővé (2. ábra).

A 3play új kihívások elé állítja a hálózattervezést is. Míg a beszéd és a gyors internet szolgáltatások esetén jelentős túlfoglalást alkalmazhattunk a hálózatban, ami 20 és 50-szeres viszony között is változhatott, addig a 3play esetében az alkalmazott technológia függvényében a túlfoglalás értéke 1 és 5-szörös viszony között változhat. Ennek a kritériumnak a jelenlegi hálózatok nem felelnek meg, maximum a kezdeti alacsony elterjedés időszakában.

A továbbiakban sorba vesszük azokat az elemeket, amik lehetővé teszik az FMC és 3play típusú szolgáltatásokat támogató hálózat kialakítását, illetve alapelemei az egységes jövőálló hálózatoknak.

4. Szélessávú hozzáférések

Az elérési hálózat fejlesztései a szélessávú képességek kiépítését szolgálják. Az új elérési hálózati megoldásaink ezt csomagalapú átvitelrel valósítják meg.

A szélessávú elérési hálózati megoldások választéka számos elemet tartalmaz. A 3. ábra elemei mind támogatják a csomagalapú átvitelt, azok mindegyike kapcsolódhat az NGN hálózathoz úgy, hogy azok illesztésére az NGN core hálózat felé külön gatewayre nincs szükség, illetve az NGN hálózat vezérlése rugalmasan képes kapcsolni bármely elérési hálózati megoldás között.

Az ábra pozicionálja a vezeték nélküli és vezetékes szélessávú technológiákat az elérhető letöltési sebességértékek szerint. A vezetékes és vezeték nélküli tech-

nológiák direkt összehasonlítására nem alkalmas, mivel a vezetékes esetben az egy vonalra jutó potenciális lefelé irányú sebességet mutatja, míg a vezeték nélküli megoldások esetében a *-gal jelölt esetekben egy teljes cellára vonatkozó kapacitást jelöli, mely kapacitáson számos terminál osztozik.

Az NGN koncepció lényeges és szolgáltatási szempontból fontos eleme a „seamless mobility” igény kiszolgálása, vagyis az, hogy az ügyfeleknek – azok földrajzi pozícióját ismerve – a legmegfelelőbb szolgáltatáselérést tudja biztosítani. Ez azt is jelenti, hogy a vezetékes és a vezeték nélküli technológiák nem versenyeznek egymással, hanem kiegészítik egymást, költséghatékony ügyfélszolgálatot biztosítva a szolgáltatók számára. Ezeket figyelembe véve elmondható, hogy a magasabb sebességtartományban gazdaságosan a fix szolgáltatások által igényelt vezetékes megoldások jöhetnek szóba.

A Magyar Telekom fő fejlesztési irányai között szerepelnek a vezeték nélküli és mobil technológiák is, azonban jelen cikkben ezekre nem térünk ki, hanem a továbbiakban a meghatározó – 3play-képes – vezetékes szélessávú elérési hálózati megoldásokat mutatjuk be.

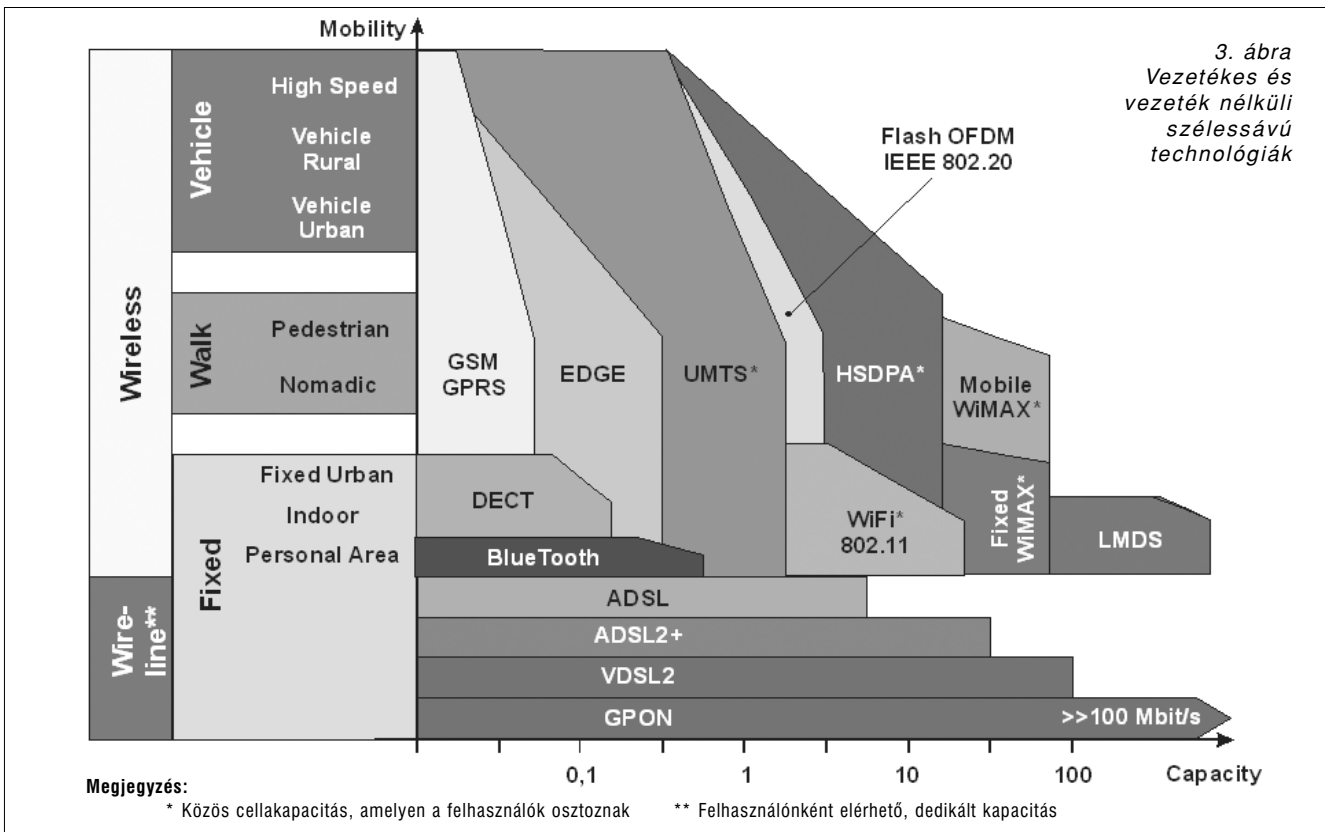
4.1. ADSL2+

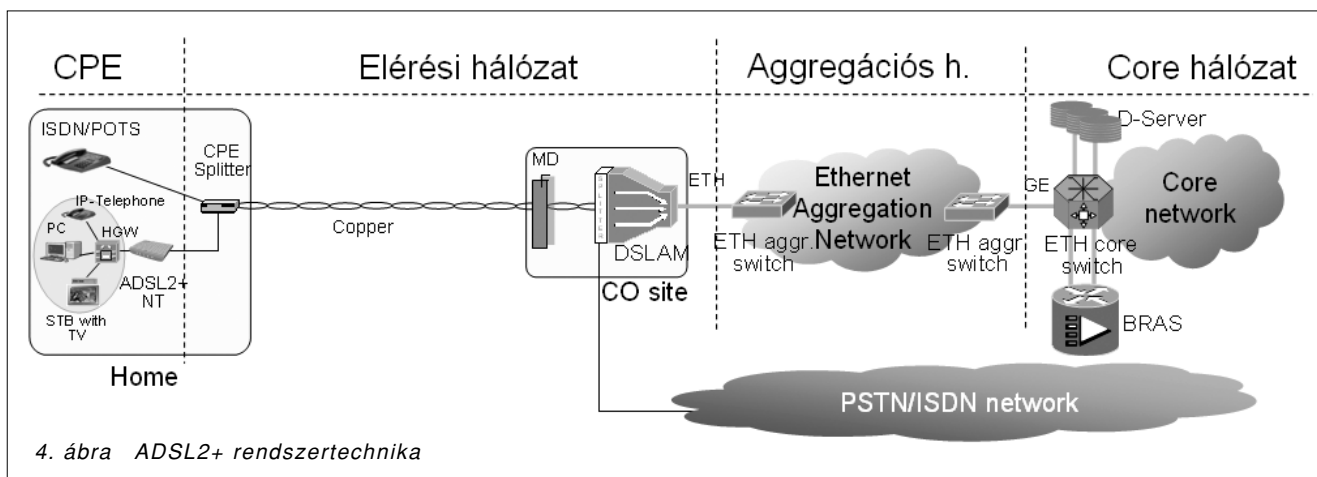
Az ADSL2+ technológiával elérhető letöltési sebességek a következők:

18 Mbit/s < 1 km rézvezetős hurokhossz mellett,

12 Mbit/s < 1,5 km hurokhossz mellett.

Természetesen kisebb lefelé irányú (downstream) sebességgel is igénybe vehetjük az ADSL2+-t, azonban ott már megszűnik a távolság-sebesség előnye az ADSL2 vagy ADSL technológiához képest.





4. ábra ADSL2+ rendszerteknika

Az ADSL2+ technológia potenciális eszköze az 3play szolgáltatásnak, azaz egyszerre képes átvinni gyors internet, hang és videó jeleket megfelelő lefelé irányú sebesség mellett.

Az ADSL2+ DSLAM-okat tipikusan a távbeszélőhálózati központokkal egy épületbe telepítjük (4. ábra).

4.2. VDSL2

VDSL2 technológiával nagyobb sebességet érhetünk el alacsonyabb réztávolságon, így például 1 km-es hurokhoz mellett a VDSL technológiával 20 Mbit/s-ot meghaladó értéket érhetünk el. Ugyanezen távolság mellett az ADSL2+-szal maximálisan elérhető elvi sebesség 18 Mbit/s. A VDSL2 technológiával néhány száz méter hurokhozhoz tartozóan 30-50 Mbit/s is elérhető.

Tehát a VDSL2 DSLAM telepítési helyét úgy kell megválasztanunk, hogy kellően közel kerüljünk az előfizetői pontokhoz a technológiában rejlő lehetőségek kihasználása érdekében. Ezt a legtöbb esetben úgy érhetjük el, ha a DSLAM-ot az elérési hálózat valamely elosztópontjába helyezük ki optikai kábeles kihosszbítással.

A kihelyezett VDSL2 DSLAM alkalmas eszköz arra is, hogy az onnan kifutó kábelben elkerüljük azt a spektrális teljesítmény átlapolódást, ami egy központos helyszínről kiadott xDSL jel és a VDSL2 DSLAM-ból kiadott jel között létrejöhet.

Az 5. ábrán a VDSL2 technológiához tartozó architektúrát szemléltetjük.

4.3. GPON

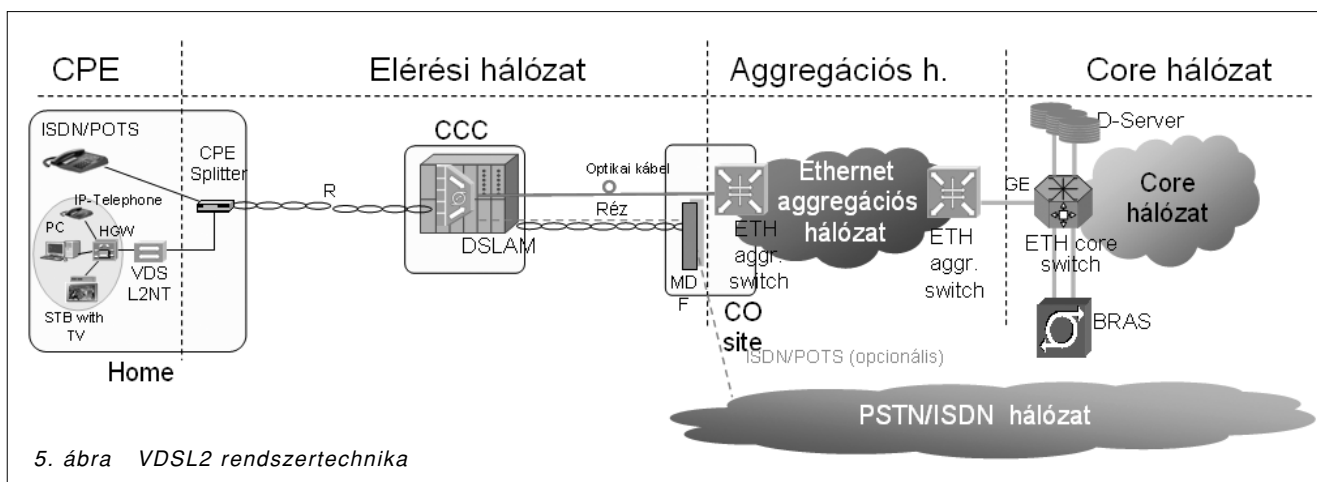
A GPON hálózat (Gigabit Passive Optical Network), mint egy optikai elérési mód számos előnnyel szolgál a szélessávú elérési hálózati megoldások terén, többek között:

- Segítségével igen nagy sávszélességet, 50-100 Mbit/s letöltési sebességet biztosíthatunk a végpontokon, amelyek a következők: direkt Ethernet csatlakozás, xDSL csatlakozás, voice port hagyományos távbeszélőkészülék használatára, egyes gyártók pedig kínálják az E1-es átvitel lehetőségét is.

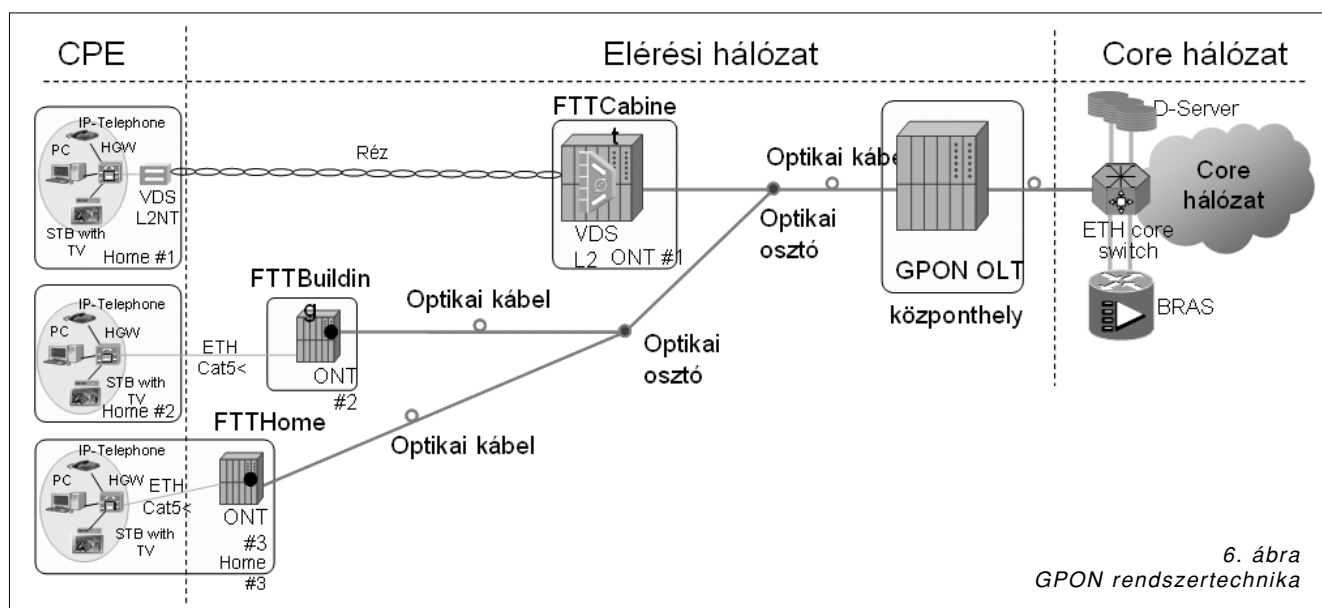
- A GPON hálózat optikai elosztópontjai passzív elemek és helyigényük csekély, ezért telepítésük infrastrukturális költsége is elhanyagolható. A FTTH megoldással jelentős infrastrukturális költséget takarítunk meg, hiszen közterületen, illetve közösségi területen elkerülhetjük az elhelyezéssel járó és az áramellátás költségeket.

A GPON hálózatok kiépítése elsődlegesen ott jön szóba, ahol új nyomvonallal kell szélessávú elérési hálózatot kialakítani, illetve ahol már rendelkezünk kiterjedt optikai nyomvonalakkal.

A GPON egy lehetséges rendszerteknikáját a 6. ábra szemlélteti.



5. ábra VDSL2 rendszerteknika



5. Aggregációs hálózat

A különböző távközlési platformokban az aggregációs hálózat a következőképpen alakul:

- **xDSL platform:**
a DSLAM-ok és a BRAS közötti transzport,
- **PSTN:**
a host központok és kihelyezett fokozataik (RSU) közötti hálózatrész,
- **GSM:**
BTS bázisállomások és a BSC közötti transzport,
- **UMTS:**
a bázisállomások (Node-B) forgalmának aggregálását végző hálózat,
- **adatplatformok:**
a szolgáltató csomópontjában elhelyezett előfizetőket kiszolgáló kapcsoló és az IP-MPLS közötti hálózatrész.

Az aggregációs hálózatok kiépítésénél a fix-mobil konvergencia jegyében figyelembe kell venni mind a vezetékes, mind a mobilszolgáltatások igényeit. Ez ma még általában nehézségeket okoz, hiszen eltérő a fejlődés üteme, de a trendek már azt mutatják, hogy a közeljövőben lehetségessé válik egy egységes rendszertechnika alkalmazása.

A mobil szolgáltatók aggregációs hálózata a GSM rendszer teljes lefedettségű kiszolgálására épült. Az átvitelt kis kapacitású, néhány száz 2 Mbit/s-os kapacitású PDH mikrohullámú rendszerekkel valósítják meg, melyek csillagstruktúrában elhelyezve hordják fel a forgalmat az átviteli csomópontokba.

A vezetékes szolgáltatók aggregációs hálózata alapvetően optikai kábelekre épül, melyeken egyrészt PDH vagy SDH rendszerek, illetve Ethernet kapcsolókból álló platformok üzemelnek.

A legkisebb csomópontokig az optikai hálózat nem épül ki, mert magas költsége miatt nem térül meg a beruházás. Így ezeket rézkábelekkal vagy PDH/SDH mikrohullámú összeköttetésekkel lehet költséghatékonyan

elérni. A rézvezetékes megoldásban SHDSL rendszerek alkalmazása a tipikus megoldás.

Az átviteli rendszerben jelenleg kettősség van: a TDM átviteli igények (PSTN forgalom, bérelt vonalak stb.) kiszolgálása SDH rendszerekkel történik, míg a szélessávú internet elérést megvalósító xDSL platformhoz Ethernet kapcsolókból álló transzporthálózat épült ki. Az utóbbi forgalmi növekedése a jövőben dominánsá fogja tenni az Ethernetet, így az aggregációs hálózatban a hálózatbővítések ezzel a technológiával történnek.

6. Fix-mobil konvergencia az aggregációs hálózatban

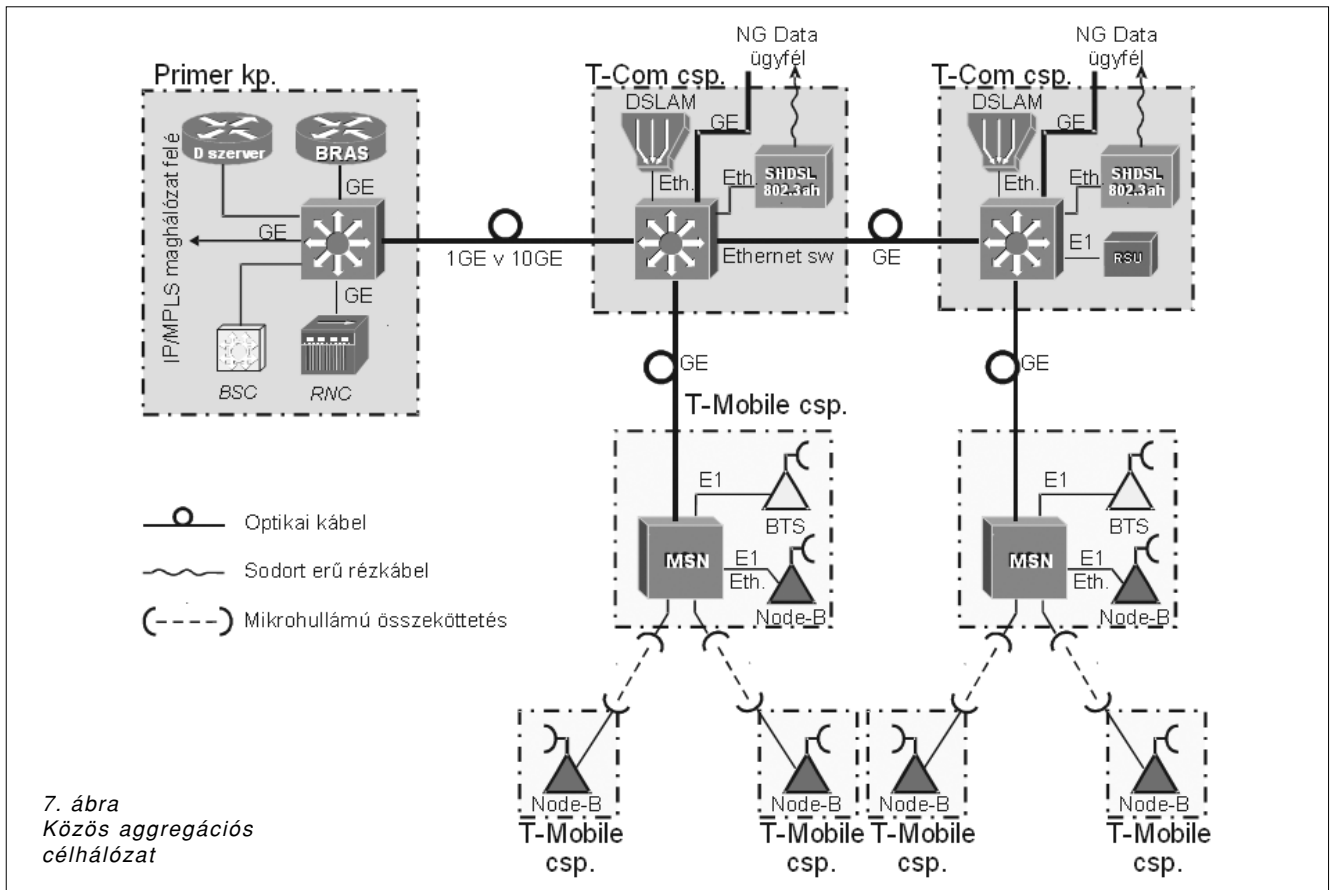
A mobil és vezetékes hálózatok szinergiája legkönnyebben a maghálózat szintjén hajtható végre: a mobil központok (MSC, BSC) és egyéb maghálózati elemek (GMSC, SGSN, GGSN, HLR stb.) közötti nagykapacitású transzport egy közös optikai gerinchálózaton valósítható meg.

Ezzel szemben az aggregációs hálózati szinten a bázisállomások és a központjai közötti átviteli rendszerek zömében a mobil szolgáltató független mikrohullámú összeköttetésekkel épültek ki.

Az UMTS mobil aggregációs hálózat kialakításánál alapvetően két probléma merül fel:

- a GSM meglévő bázisállomásain túl új bázisállomásokat kell kialakítani, hiszen ugyanolyan lefedettséghez a Node-B-eket sűrűbben kell elhelyezni a kisebb cellaméret miatt;
- a Node-B-k kapacitásigénye a BTS-ekhez képest nagyobb lesz, így ezeket tisztán mikrohullámú rendszerekkel kevésbé lehet kiszolgálni.

Ezért ésszerű, hogy a vezetékes szolgáltató xDSL hálózatának bővítését és a mobil szolgáltató UMTS hálózatának kialakítását az alábbiak szerint összehangoltan végezzük:



- az optikai hálózatban új optikai kábelirányok kialakítását úgy tervezzük, hogy azok a lehető legnagyobb mértékben egyszerre szolgálják ki a mobil és fix igényeket;
- az optikai infrastruktúrán lehetőleg közös transzport platformot alakítsunk ki, mely integráltan szolgálja ki mindkét hálózatot;
- az optikai hálózat, a nagyobb csomópontokban kétirányú elérést is biztosítva, magas rendelkezésre állást, továbbá nagyságrenddel nagyobb átviteli kapacitást biztosít a mikrohullámú rendszerekhez képest.

A közös transzport-hálózati technológia meghatározásakor két verziót kell figyelembe venni. Az egyik esetben ATM, a másik esetben Ethernet alapú UMTS bázis-állomásokat kell kiszolgálni. Ennek megfelelően, SDH berendezéseket illetve Ethernet kapcsolókat kell telepíteni az optikai infrastruktúrára. Hosszú távon azonban mindenképpen a közös Ethernet aggregációs hálózat kiépítése gazdaságos.

A fix-mobil aggregációs célhálózat rendszertechnikai vázlatát a 7. ábra mutatja. A hálózat magja a vezető szolgáltató xDSL aggregációs hálózata, mely nagykapacitású Ethernet kapcsolókból épül fel. Ezek koncentrálnak a DSLAM-okon és a mobil igényeken kívül a nagysebességű új generációs béreltvonalai ügyfelek igényeit is.

A mobil szolgáltató nagyobb csomópontjaiban úgynevezett Multi-Service Node berendezések üzemelnek, melyek a TDM és csomagkapcsolt alapú rendszereket

egyaránt ki tudják szolgálni. Ezzel lehetővé válik, hogy a GSM és UMTS bázisállomások közös transzport-hálózatot használhassanak.

7. IP hálózat

Az IP hálózat fejlesztésénél kezdetben az internet igények kiszolgálása dominált. Ez elsősorban a szükséges kapacitások biztosításából állt. Az NGN igényei ennél jóval magasabbak. Mind kapacitásban, mind rendelkezésre állásban, mind funkciókban sokkal magasabb elvárásoknak kell megfelelni.

A kapacitás terén az IP gerinchálózatban a következő módszerekkel lehet megfelelni a kihívásoknak. A hálózat felső síkjain 10 Gbit/s sebességű összeköttetéseket használunk. Ez sem jelent hosszú távú megoldást, hamarosan szükség lesz a 40 Gbit/s-ra is, elsősorban Budapesten. A vidéki hálózatban hosszabb távon is 10 Gbit/s-ban gondolkodunk. A szükséges kapacitásokat a WDM csatornák szaporításával, illetve ott, ahol ezt gazdaságosan meg lehet tenni, a forgalmat nem visszük be az IP rétegbe, hanem WDM szinten továbbítjuk.

Az IP MPLS hálózat architektúráját a 8. ábra mutatja be. A forgalmi elemzések azt mutatják, hogy a mai hierarchikus IP hálózati struktúrát folyamatosan egy „flat” struktúra fogja felváltani és a 10 Gbit/s kapacitásra egészen az IP hálózat széléig el kell majd menni. A mai fejlesztések már ezen előrejelzések figyelembe vételével valósulnak meg.

A rendelkezésre állás növelése több redundancia beépítésével valósítható meg. A feladat összetett, mert a rendelkezésre állást a hardverek, a szoftverek, eszköz architektúra, redundancia, tartalékok és az üzemviteli folyamatok együttesen határozzák meg.

A hardverek rendelkezésre állása magas. Kellő redundanciák alkalmazásával és megfelelő tartalékolással könnyen tervezhető akár 99,999%-nál magasabb rendelkezésre állású hálózat is.

A szoftverek megbízhatósága egy komoly kérdés. Új funkciók alkalmazása mindig kritikus. Törekedni kell a kiforrott szoftverek alkalmazására, és kerülni kell az egzotikus megoldásokat. Segíthet a rendelkezésre álláson a funkciók szétválasztása és routerek közötti megosztása. Az IP maghálózatban élünk ezzel az opcióval a nagyobb rendelkezésre állás magvalósítása érdekében.

Redundancia terén a gazdaságossági szempontok figyelembe vételével egyrészt redundáns átviteli utakat, redundáns PoP-okat (ahol több router terhelésmegosztásban kezeli a forgalmat) vagy redundáns elemekből álló routereket alkalmazunk.

Ezek után az üzemviteli folyamatok határozzák meg leginkább a rendelkezésre állást. Ezen a területen az üzemeltető csapat decentralizálásával, decentralizált tartalékok alkalmazásával, a változás menedzsmentben alkalmazott szigorú szabályokkal, a hálózat megfelelő dokumentálásával lehet a minőséget javítani. Ezen a területen a folyamatokat az NGN elvárásoknak megfelelően folyamatosan fejlesztjük.

A funkciók területén a QoS evolúciója állítja kihívás elé a hálózatot. Az edge-routerek QoS vezérlő képessége még nem kiforrott. A BRAS-ok képesek ennek megvalósítására, de a BRAS-ok fajlagosan drágák és első-

sorban az internet felhasználónkénti ~100 kbit/s átlagforgalmára vannak tervezve. Ez kevés a 3play igények kiszolgálására. Ezt a kérdést a jövőben megjelenő eszközök fogják megoldani. Addig a DiffServ modell és a megfelelő kapacitású hálózat méretezés alkalmazható. A Session Based QoS alkalmazása ezek után erősen függni fog az igények felfutásától és a gyártók fejlesztéseitől.

8. Összefoglalás

Az új szolgáltatások olyan új kihívásokat jelentenek, amelyek a közeljövőben gyökeresen át fogják alakítani a távközlési infrastruktúrát. Egyes rendszerek életciklusa véget ér és úgy kell a hálózatot építeni, hogy versenyképes áron minél nagyobb sáv szélességet lehessen biztosítani az előfizetők számára minden hálózati szegmensben.

Az elkövetkező 3-5 évben a hálózati kép fokozatos migrációval a hagyományos hálózatok felől az FMC és 3play típusú szolgáltatásokat támogató NGN irányába mozdul el. Az új szolgáltatások fokozatos bevezetése lényeges hatással van a migráció ütemére, amely két lépésben, szolgáltatási és technológiai értelemben fog megvalósulni. Elsőként a már említett új szolgáltatások megjelenésével a szolgáltatás szintű, majd második lépésként a már funkcionális változásokkal is járó technológiai áttérés valósul meg.

Az új hálózati architektúrában a gerinchálózat egy minden típusú átviteli igényt kielégítő IP MPLS hálózat lesz. Ehhez a fix és mobil szolgáltatók igényeit egyaránt kielégítő Ethernet aggregációs hálózat kapcsolódik, amely a különböző szélessávú elérési hálózatok forgalmát továbbítja. Az NGN vezérlési síkjába bekerülnek azok az új funkciók, amelyek az új, konvergens hálózati megoldásokat támogatják.

8. ábra Az IP MPLS hálózat architektúrája

