

NG hálózatok és szolgáltatások

Sipos Attila

Szabó Csaba

Vannai Nándor

BME Híradástechnikai Tanszék

„A technológiai forradalmak új technológiák és új iparágak megjelenését eredményezik és szükségszerűen új infrastruktúrával vagy az infrastruktúrák megújításával járnak együtt.”

Carlota Perez

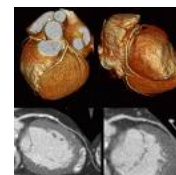
Energia szektor: Energia felhasználás ésszerűsítése



Közlekedés: Közlekedésbiztonság, tájékozódás



Egészségügy: Távdiagnózis, távgyógyítás



Oktatás: Távoktatás



Államigazgatás: Elektronikus ügyintézés



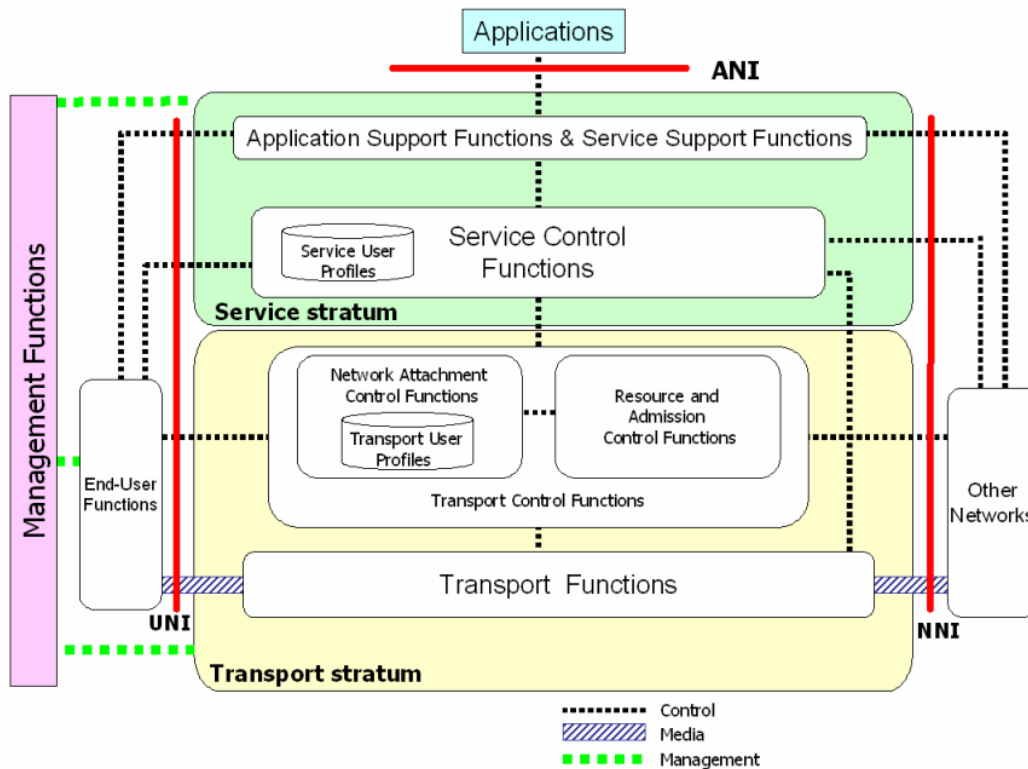
Szabadidő, szórakozás: 3D-s képmegjelenítés



Személyi kommunikáció: Mobilitás, biztonság



NGN architektúra ITU-T szerint



NGN fő jellemzői:

Csomagalapú hálózat

Szolgáltatási és transzport réteg egymástól független

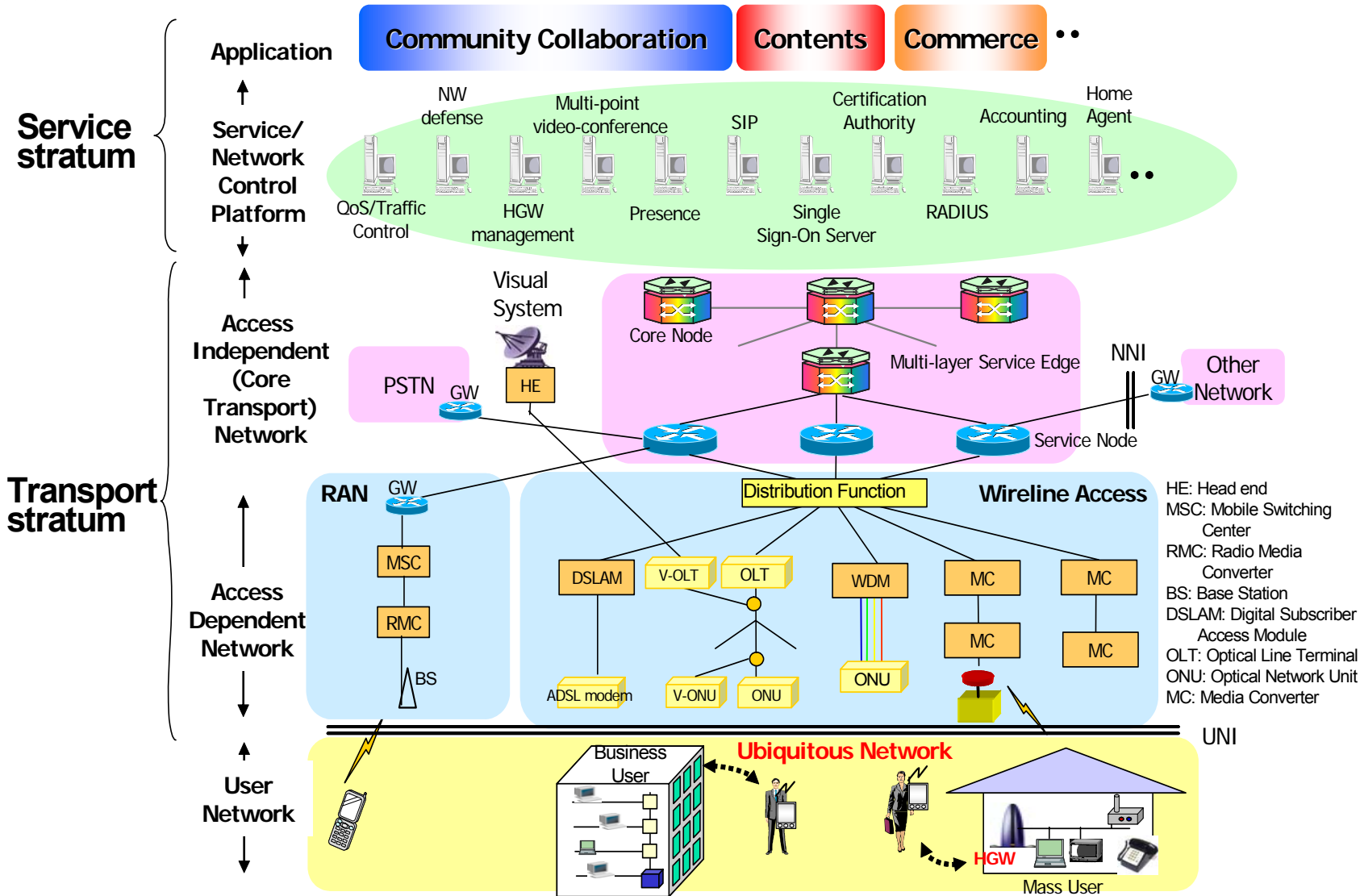
QoS képes átvitel

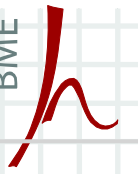
Több féle szélessávú elérés

Mobilitás támogatott

UNI User Network Interface; **NNI** Network Network Interface; **ANI** Application Network Interface

NGN hálózatok felépítése ITU-T példa





Az információs adatcsatorna jellemzői

Csatornkapacitás, késleltetés, jitter

Csatorna időbeni rendelkezésre állásának valószínűsége

Csatornkapacitás-adatok különböző információk átvitelére:

- Hang:
 - beszéd: 8-64 kbit/s
 - zene: 128-384 kbit/s
 - térbeli zene: 1-2 Mbit/s
- Kép (mérettől függő)
 - álló: 100 kbit/s-
 - mozgó: 500 kbit/s-2 Mbit/s
 - színes: 4-8 Mbit/s
 - 3 dimenziós: 8-16 Mbit/s
- Adat: tetszőleges kbit/s

Háztartások csatornakapacitás-igénye

Current

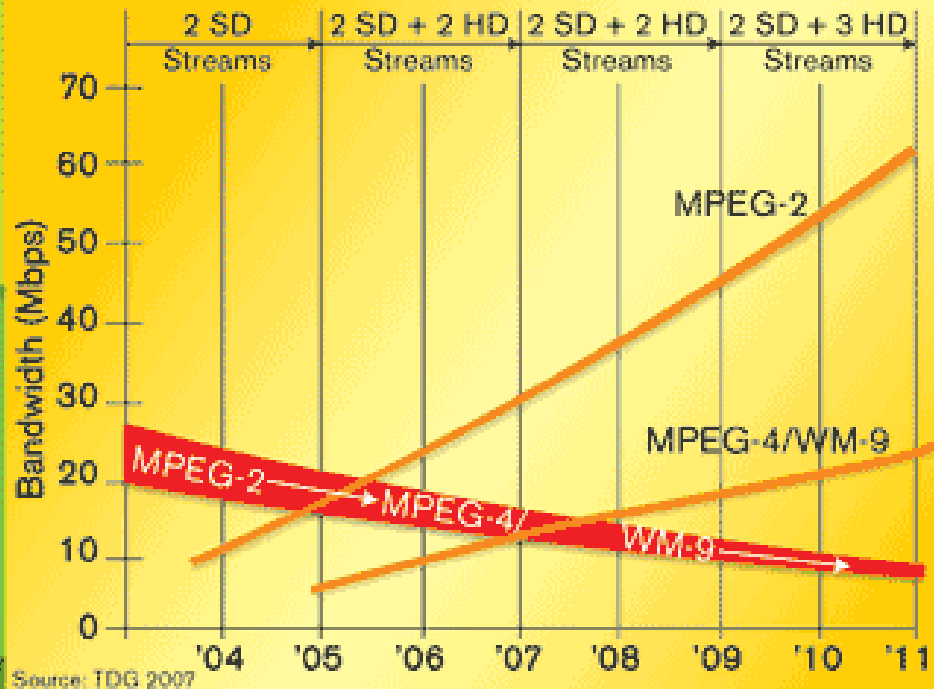
Voice	64-100 Kbps
Data	2-5 Mbps
Video (2 SDTV)	4-6 Mbps
HDTV (one 42")	6-9 Mbps
Total	16-26 Mbps

1-2 years

Voice/multimedia	300-600 Kbps
Data	10-15 Mbps
Video (2 SDTV)	2-4 Mbps
HDTV (27")	3-5 Mbps
HDTV (50" +)	10-15 Mbps
Total	27-44 Mbps

3-5 years

Voice/multimedia	0.5-1 Mbps
Data	100 Mbps best effort (20-30 Mbps avg.)
Video (2 SDTV)	2-4 Mbps
HDTV x 2 (35")	6-8 Mbps
60 fps/S-HD (50" +)	20-25 Mbps
HDTV (PIP)	3-5 Mbps
Total	59-85 Mbps



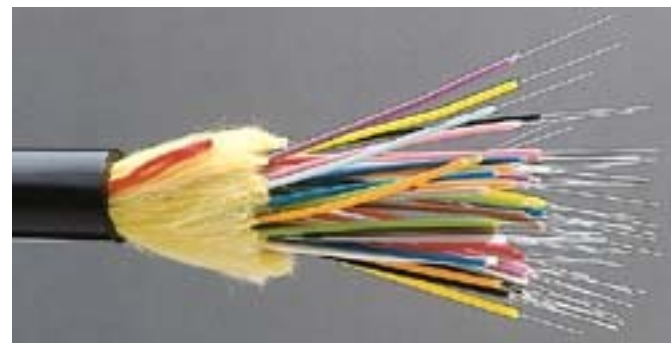
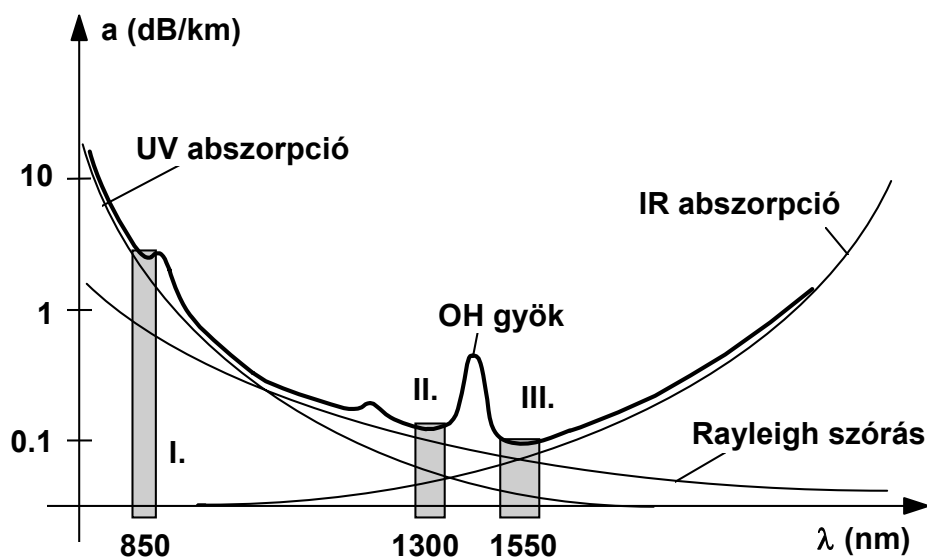
Bandwidth required for a single HD stream

Video bandwidth required to the home

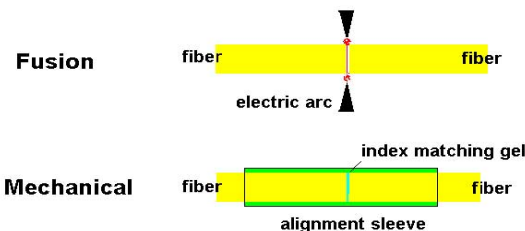
Fényvezető-kábel fő jellemzői

- Egy szálpár átviteli kapacitása: $\sim 5 \text{ Tbit/s} = 5 \times 10^{12}$
- Üvegszál átmérője: 10-50 μm
- Áthidalható távolság regenerálás nélkül: $\sim 100 \text{ km}$

12-500 db szál egy kábelben



Szál kötés típusok



Fényvezető-kábel telepítési módok

Földbe fektetés



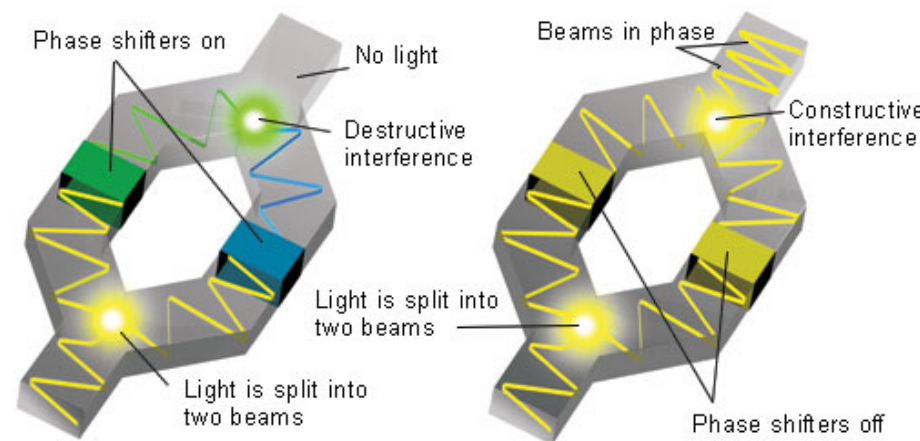
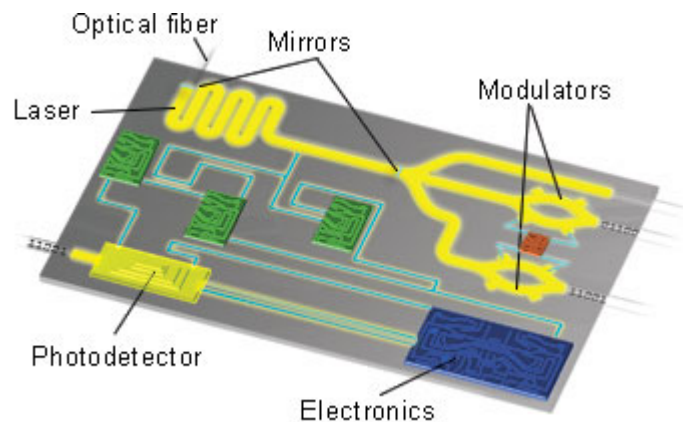
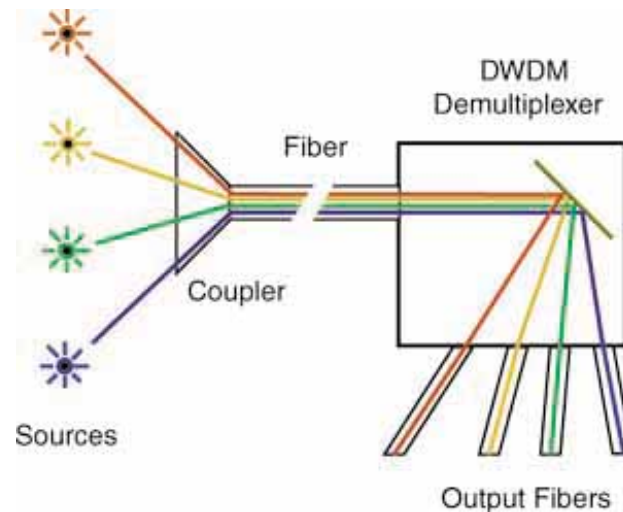
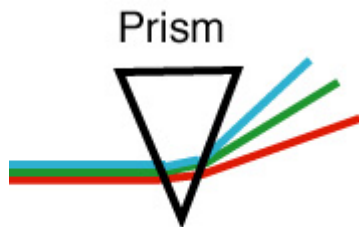
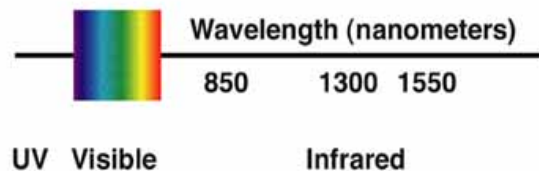
Alépítménybe



Erősáramú oszlopokra



WDM alapok



Wave Division Multiplex/Hullámhossz osztásos rendszerek

WDM berendezések

Fő berendezésfunkciók

ITU-T G.709-872-873.1

Végződtetés, leágazás, regenerálás

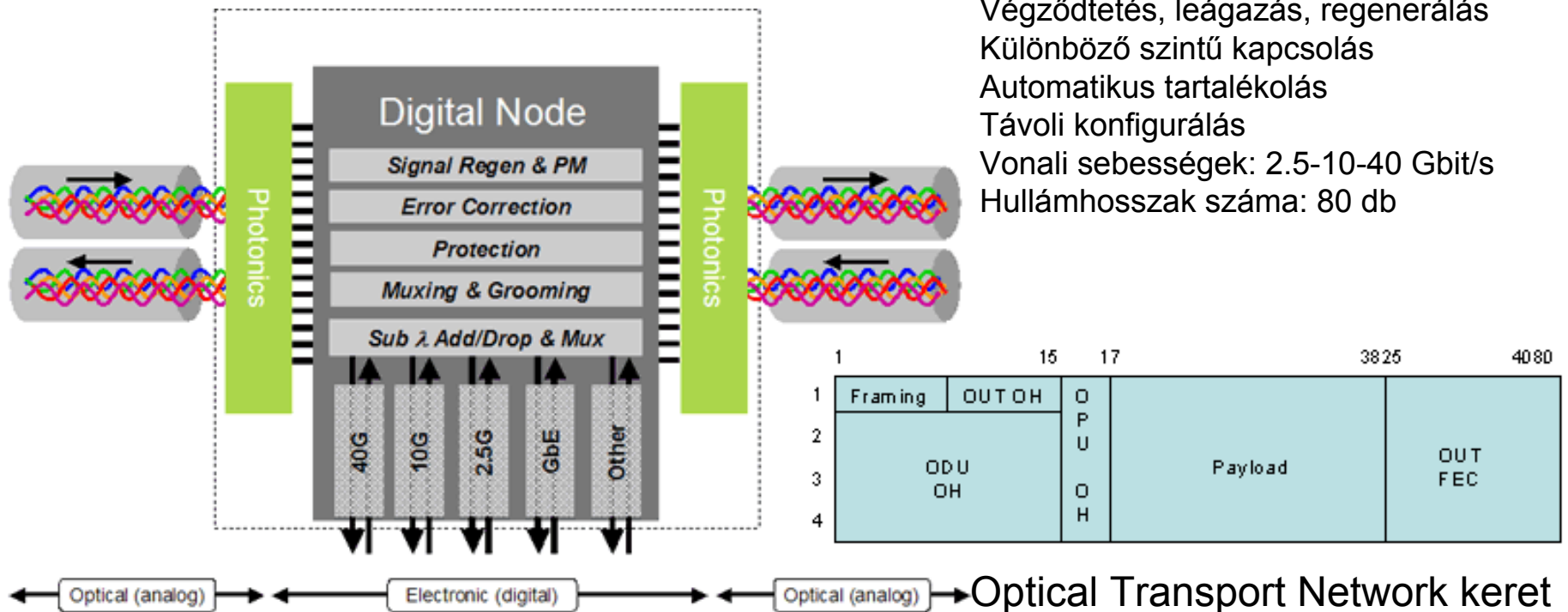
Különböző szintű kapcsolás

Automatikus tartalékolás

Távoli konfigurálás

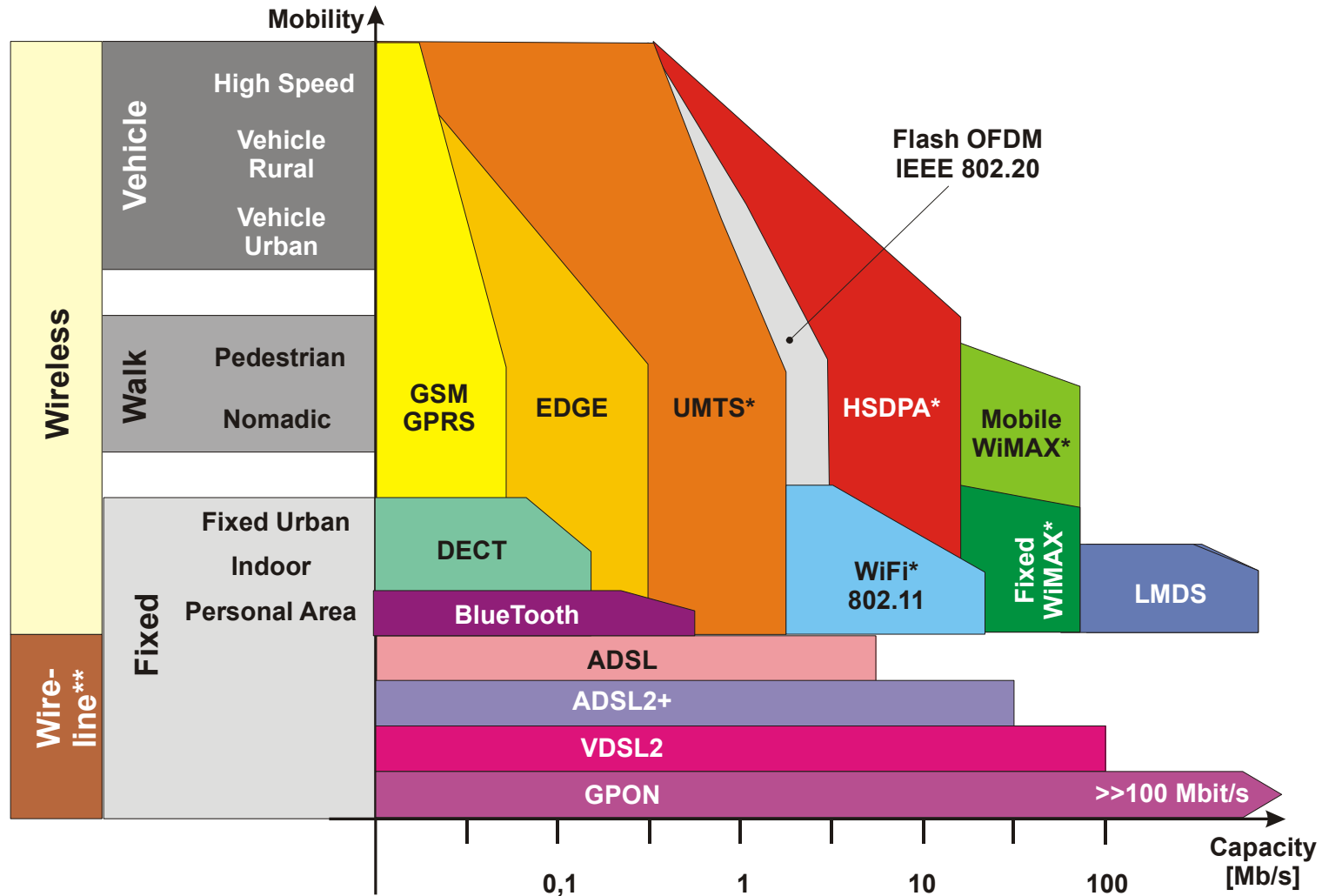
Vonali sebességek: 2.5-10-40 Gbit/s

Hullámhosszak száma: 80 db

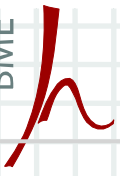


WDM berendezések funkcionális felépítése

Elérési hálózati technológiák



Megjegyzés: * Közös cellakapacitás, amelyen a felhasználók osztoznak
 ** Felhasználónként elérhető, dedikált kapacitás



Vezeték nélküli szélessávú elérés: WiMAX

- Rugalmas architektúra (p-p, p-mp, mesh)
- Nagy területi lefedés
 - Több tíz km is lehet
- Működés NLOS esetben (amikor nincs közvetlen „rálátás”)
- Nagy adatsebességek
 - 100 Mbit/s-ig
- Szolgáltatásminőség biztosítása
- Mobilitás a mobile WiMAX szabvány szerint
- Működési frekvenciasávok:
 - Szabad (ISM) sávok, mint a Wi-Fi-nél
 - Engedélyköteles frekvenciasávok (3,5 GHz)

GPON Gigabit Passive Optical Network

ITU-T G.984 szerint

Teljes szolgáltatási választék: hang, video, adat

Szálosztási arány: 1:64

Up/Down sebesség: 2.5/1.25 Gbit/s

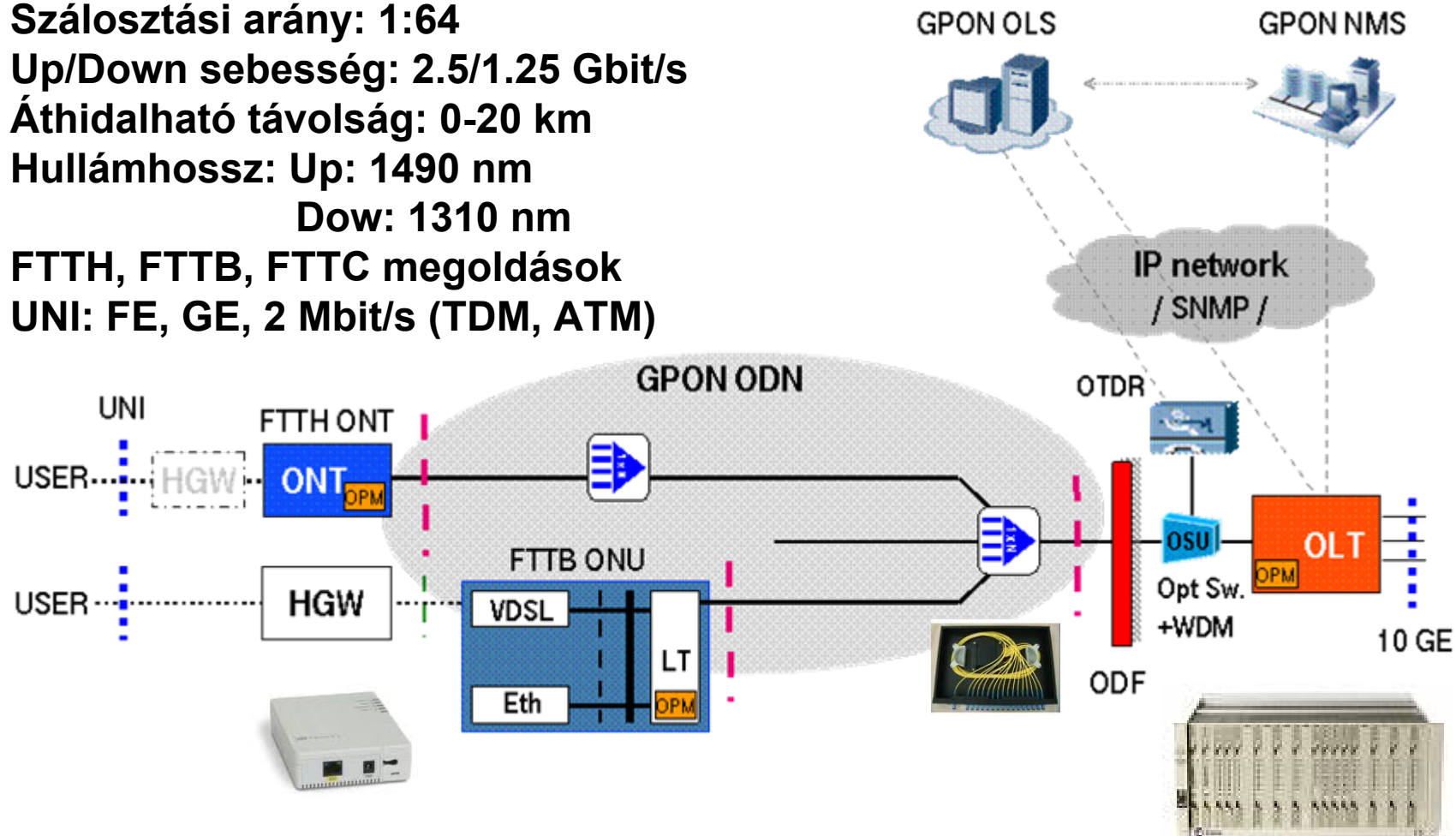
Áthidalható távolság: 0-20 km

Hullámhossz: Up: 1490 nm

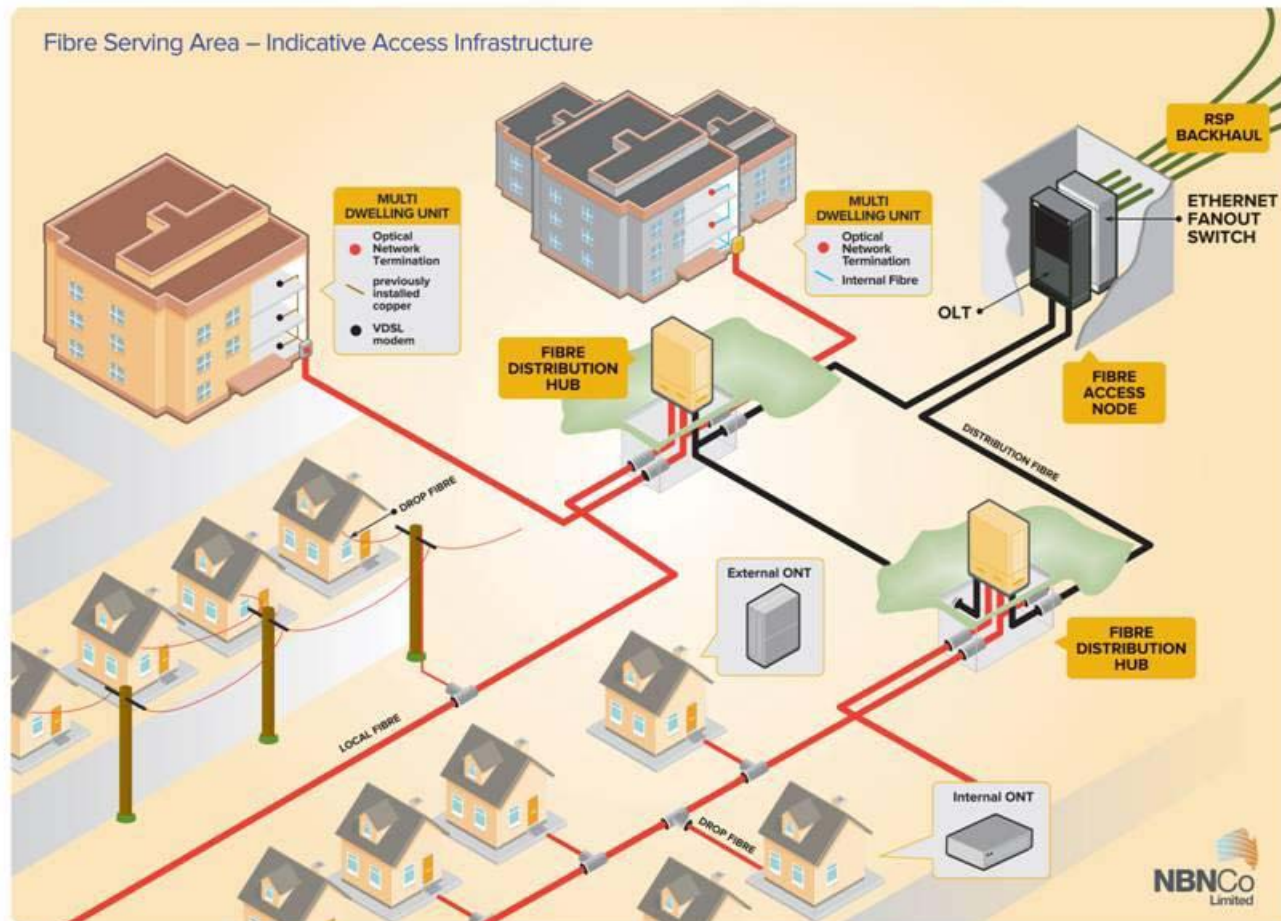
Dow: 1310 nm

FTTH, FTTB, FTTC megoldások

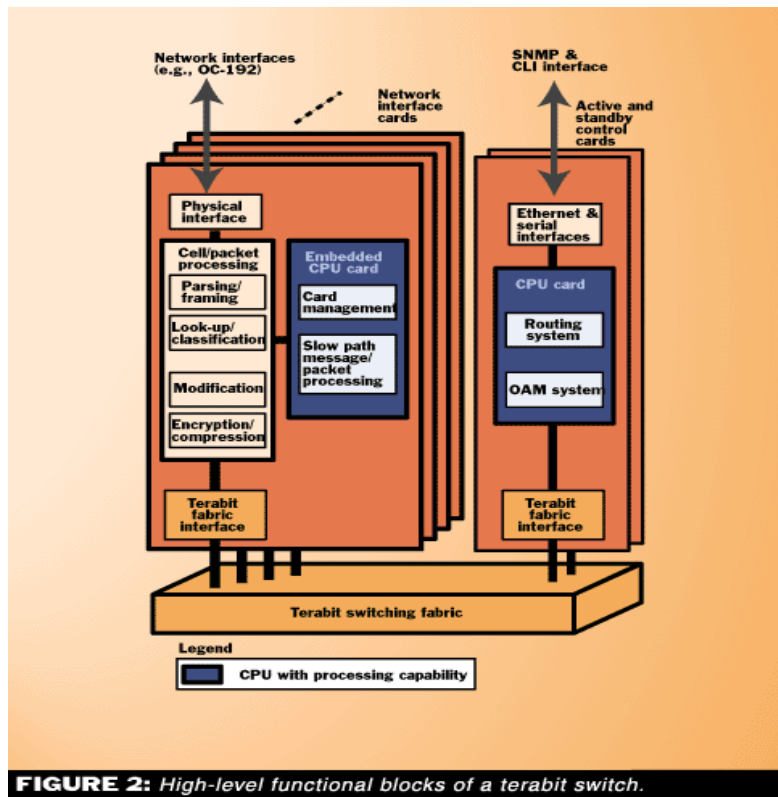
UNI: FE, GE, 2 Mbit/s (TDM, ATM)



Fényvezető elérési hálózatok



Csomagkapcsolók, IP-routerek



Fő berendezés funkciók

Különböző hálózatok összekapcsolása

Csomagok cím szerinti irányítása

Út számítás

Alhálózatok képzése

Tűzfalak működtetése

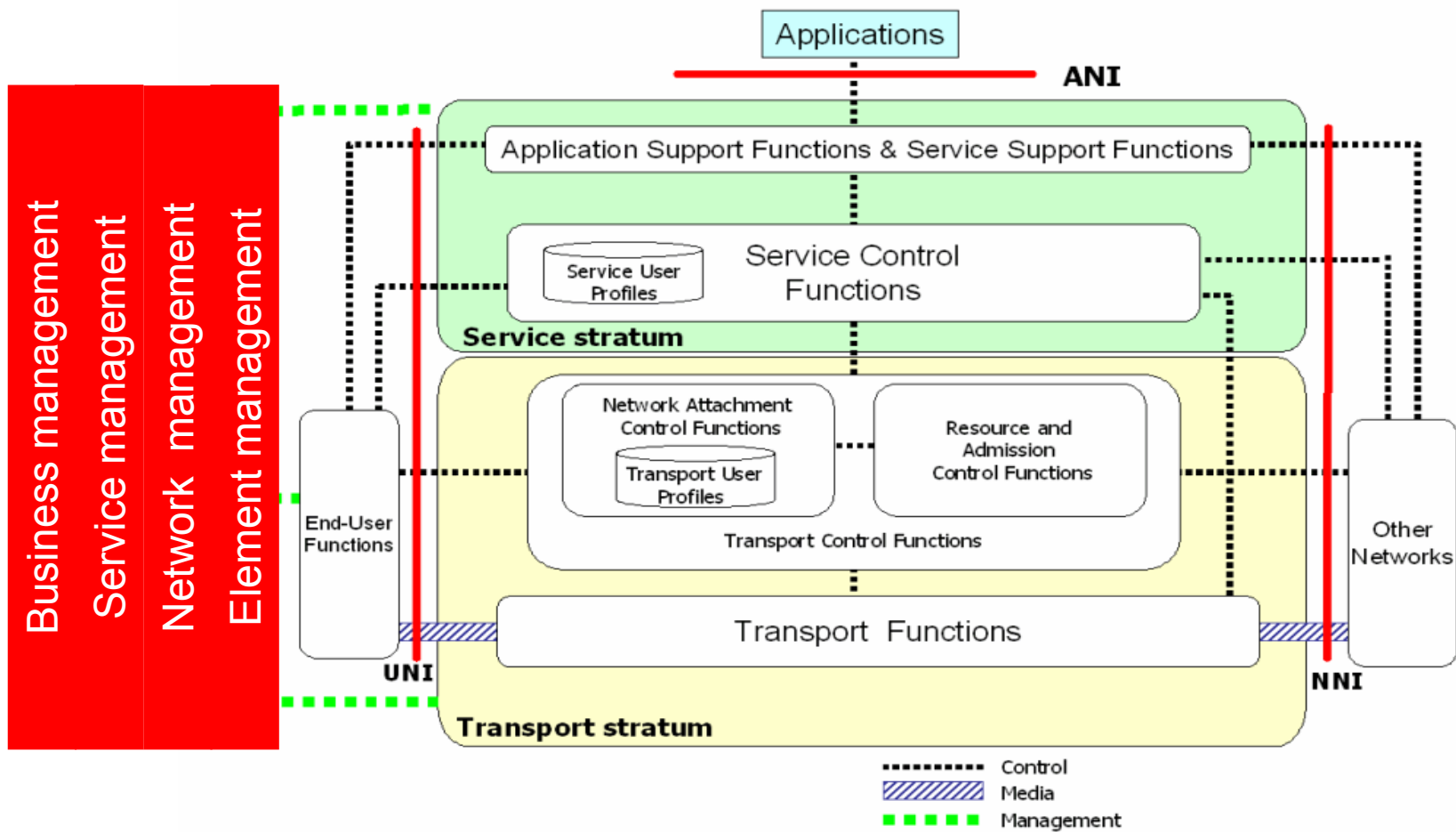
Működés közbeni szoftverfrissítés

Tartalék egységre automatikus átváltás

Távolról vezérelhetőség

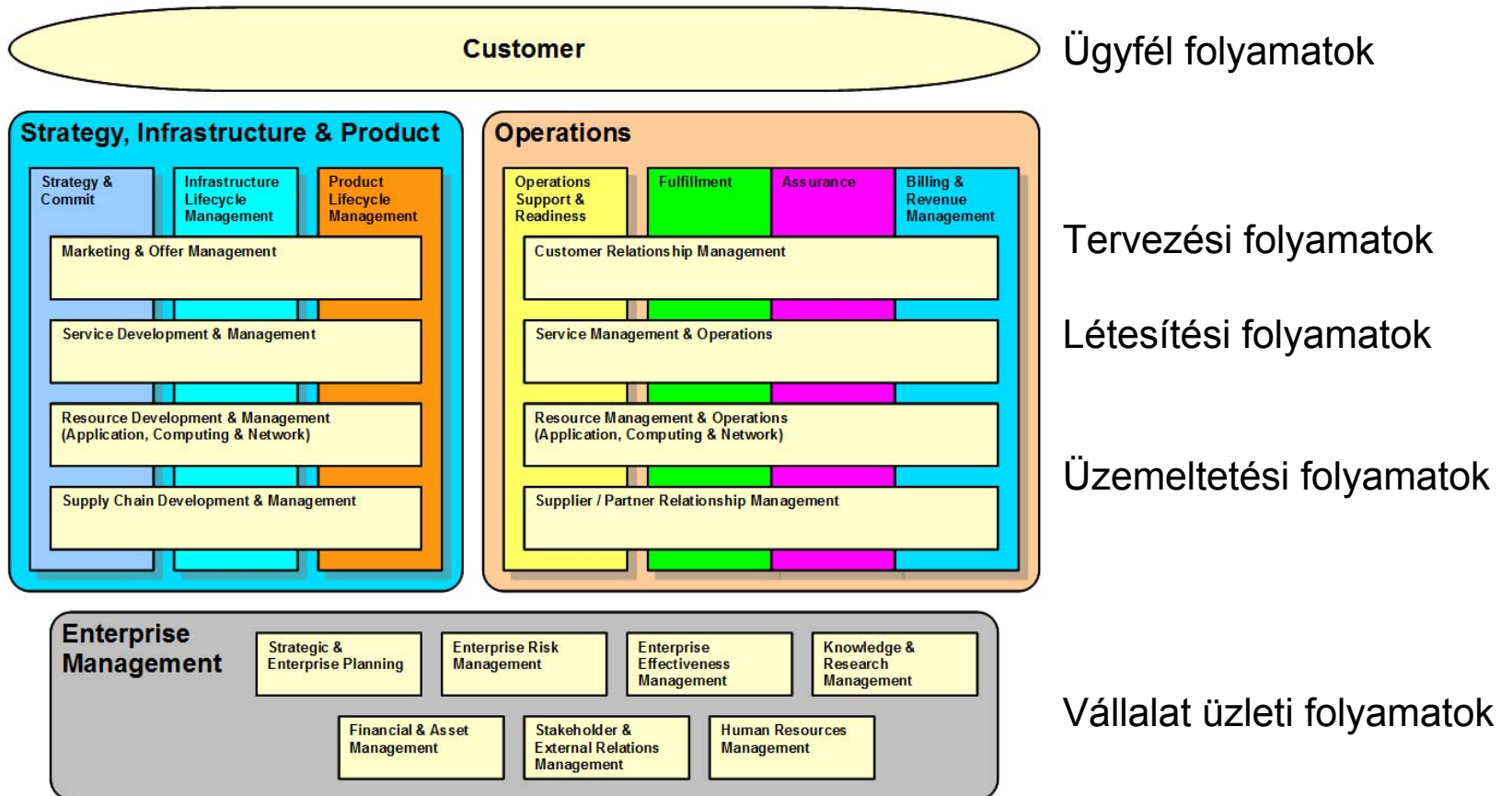
Router funkcionális felépítése

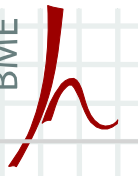
TMN és NGN kapcsolata



eTOM enhanced Telecom Operation Map

A vállalat üzleti folyamatát és szervezeti modelljét írja le





F= Fault: Hiba

A hibakezelés, hibamenedzselés célja a hálózat elemei hibáinak, abnormális működésének észlelése, behatárolása, a hiba hatásának csökkentése, a hiba szűrése és jelentése, valamint akár a hiba korrekciója is

C= Configuration: Konfiguráció

A konfiguráció kezelés feladata a hálózat aktuális konfigurációjára vonatkozó információk begyűjtése, valamint a hálózat beállítását, konfigurálását célzó információk küldése a hálózati eszközök felé

A=Accounting: Elszámolás

Az elszámolás menedzselés része a számlázás az ügyfél felé és az elszámolás más szolgáltatókkal

P= Performance: Teljesítőkéesség

A teljesítőkéesség menedzselés feladata a hálózat teljesítményének, hatékonyságának elemzése, hangolása. Ide tartozik a forgalom mérése és vezérlése, a torlódások érzékelése, a késleltetés, csomagvesztés mérése

S= Security: Biztonság

A biztonság menedzselés feladata a hálózathoz és a menedzselő-üzemeltető rendszerekhez hozzáférés szabályozása, ellenőrzése, a biztonsági események detektálása, jelentése és megelőzése

Távközlő hálózatok felügyeleti központja

Az egy központban megjelenített információk közös feldolgozása segíti a hibaelhárítást



A távközlési vállalatok megkezdték a nyilvántartási rendszereik konvertálását GIS alapú adatbázisokba

A GIS információs modell alkalmazása a távközlésben, lehetőséget teremt a hatékony erőforrás, ügyfél és üzemeltetési folyamatok kezelésére





Általános tervezési adatok:

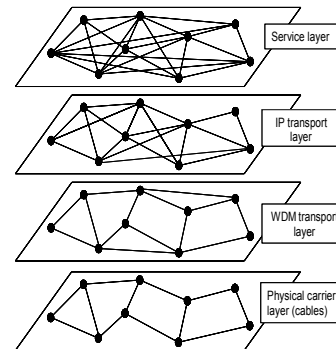
- topológiai: pl. koordináták
- technológiai: pl. mpx. hier.
- tervezési paraméterek

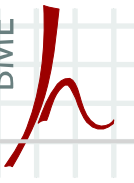


forgalom, igények

demográfiai adatbázis

hálózati terv



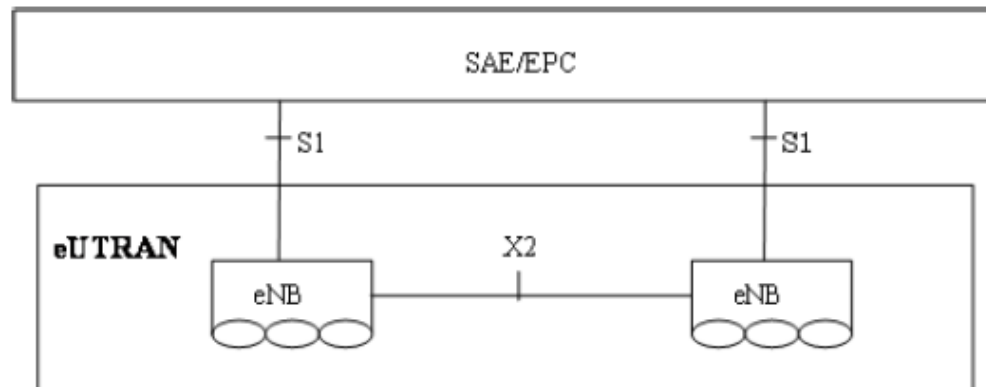


Mobil technológiák

cdmaOne
CDMA2000 1X
CDMA2000 1xEV-DO
CDMA2000 1xEV-DO Rev. A
PDC
GSM
WCDMA
WCDMA HSPA
TD-SCDMA
LTE
TD-LTE
iDEN
TDMA
Analóg

LTE architektúra, SAE, EPC (1)

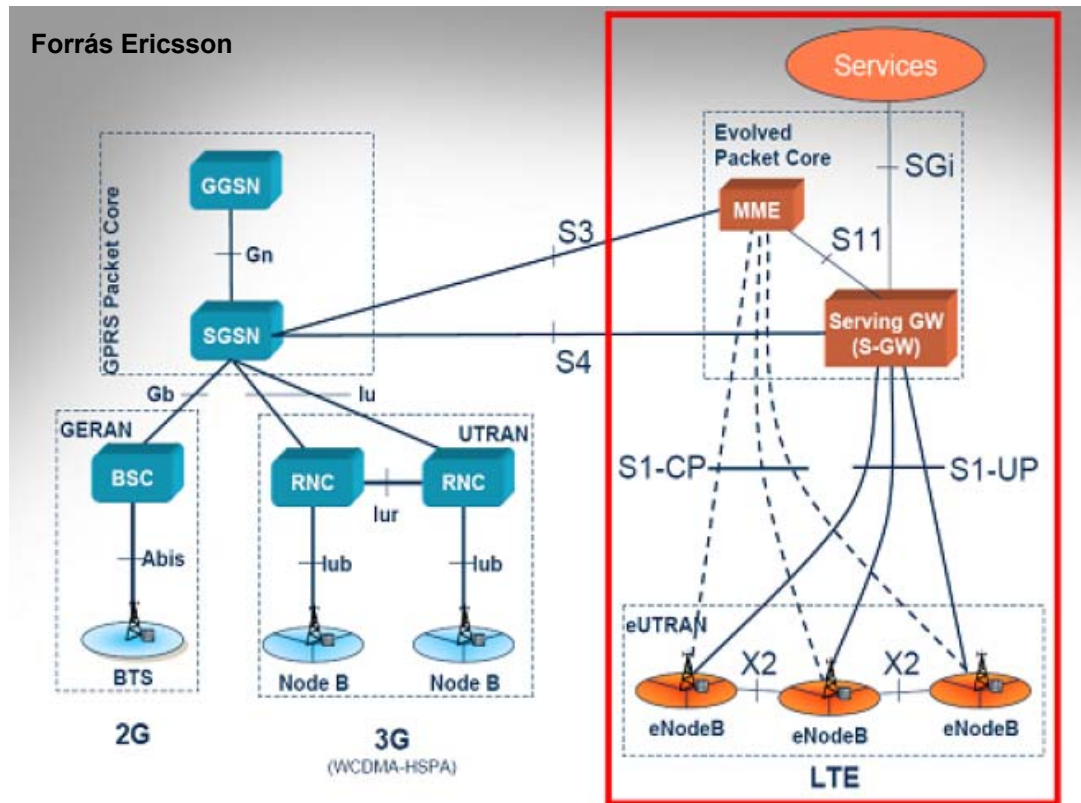
LTE architektúra, egyszerűsített blokkvázlat



- LTE** Long Term Evolution (ETSI, 3GPP)
- SAE** System Architecture Evolution
- EPC** Evolved Packet Core
- eUTRAN** evolved Universal Terrestrial Radio Access Network
- eNB** evolved NodeB (eUTRAN Base Station)

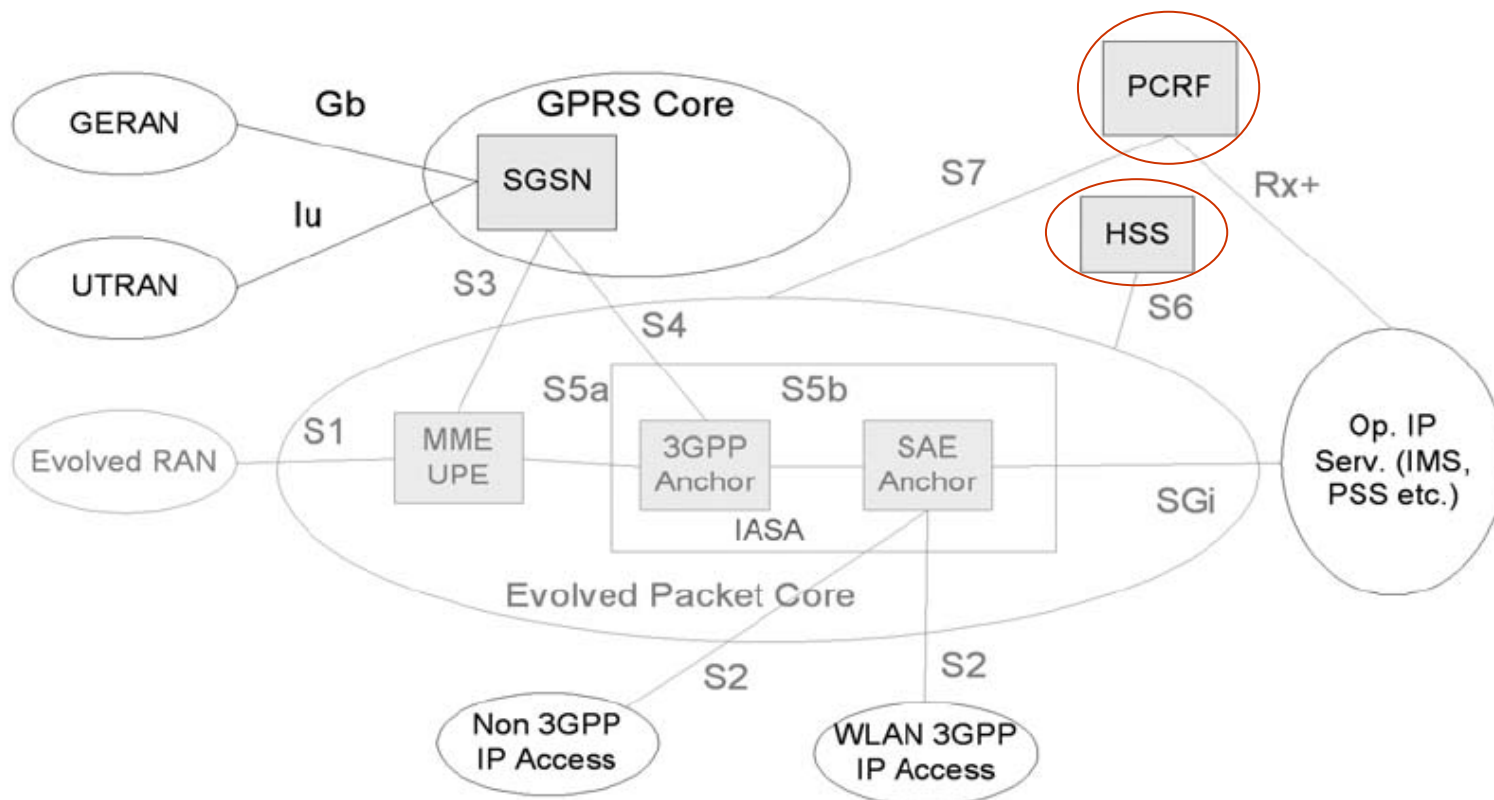
LTE architektúra, SAE, EPC (2)

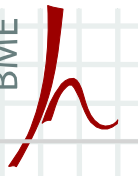
2G, 3G és LTE rádiós hozzáférés és csomag orientált maghálózat



LTE architektúra, SAE, EPC (3)

SAE rendszer architektúra kapcsolatai





Az LTE követelmények

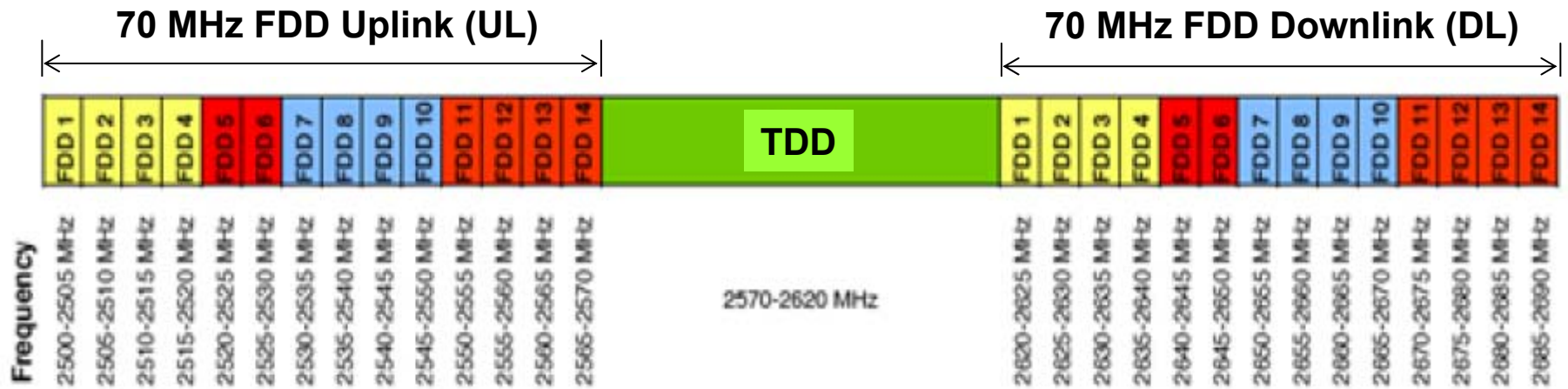
- **FDD és TDD mód támogatása** (később mindkettő)
- **Változó csatorna sávszélesség** (channel bandwidth):
 - **1.4, 3, 5, 10, 15 és 20 MHz-es blokkok**,
 - a blokk szélessége az **OFDM alvivők** (sub-carriers) számát határozza meg
- **Flexibilis spektrumszerkezet** (akár nem folytonos)
- **Spektrális hatékonyság** növelése:
 - Downlink/uplink irányban **5 bps/Hz ill. 2,5 bps/Hz**
(**LTE Advanced: 15 bps/Hz ill 7,5 bps/Hz**) FDD módban
 - TDD esetén ezek az értékek másként alakulnak
- **Spektrális hatékonyságot befolyásoló tényezők:**
 - Csatorna sávszélesség, moduláció
 - Többszörös antenna (**MIMO technika**)
 - Ütemező (scheduler) **algoritmus** hatékonysága
 - Hibajavító **algoritmus** hatékonysága

E-UTRA működési sávok (Operating Bands)

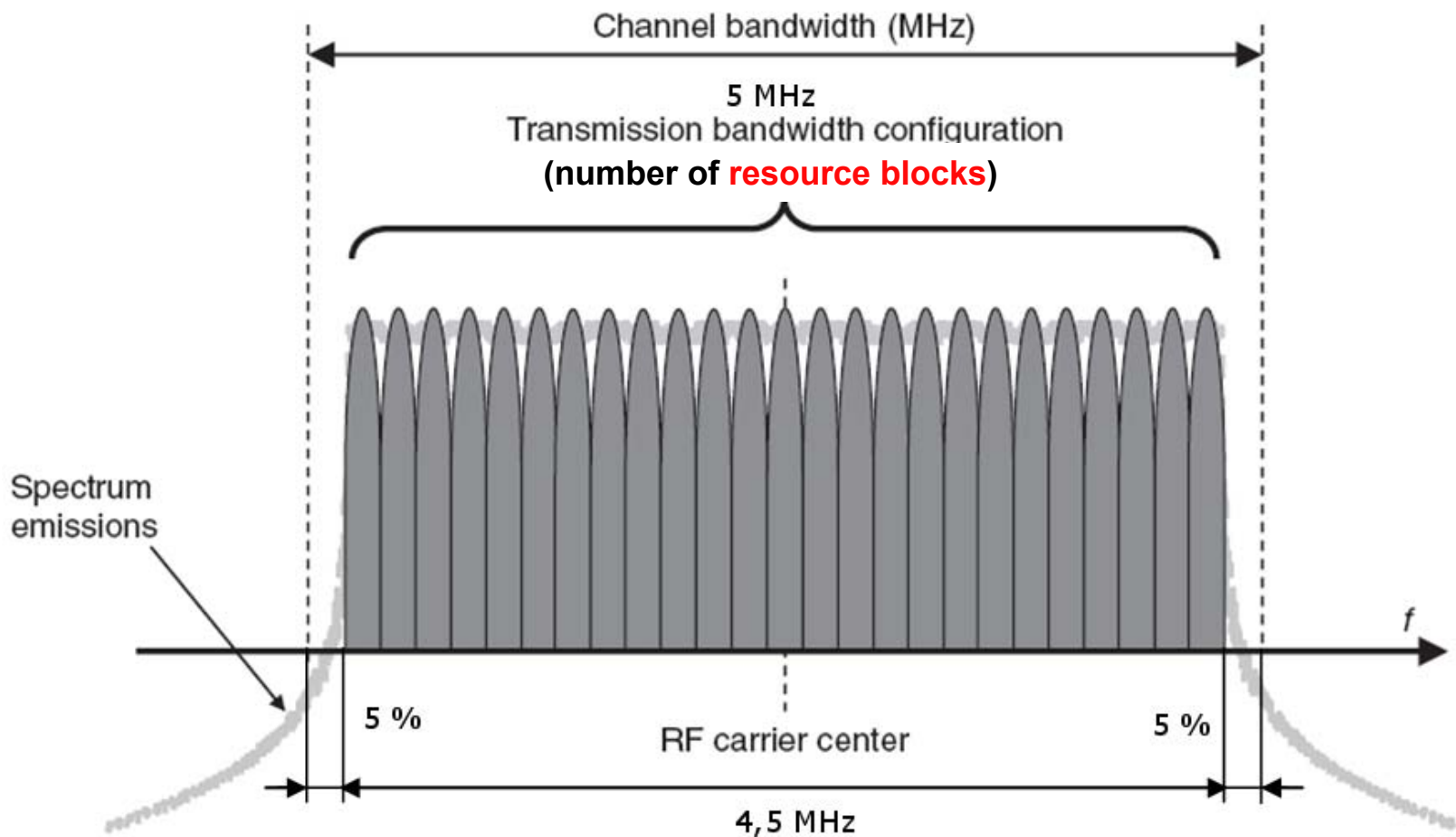
FDD és TDD duplex célra kijelölt működési sávok

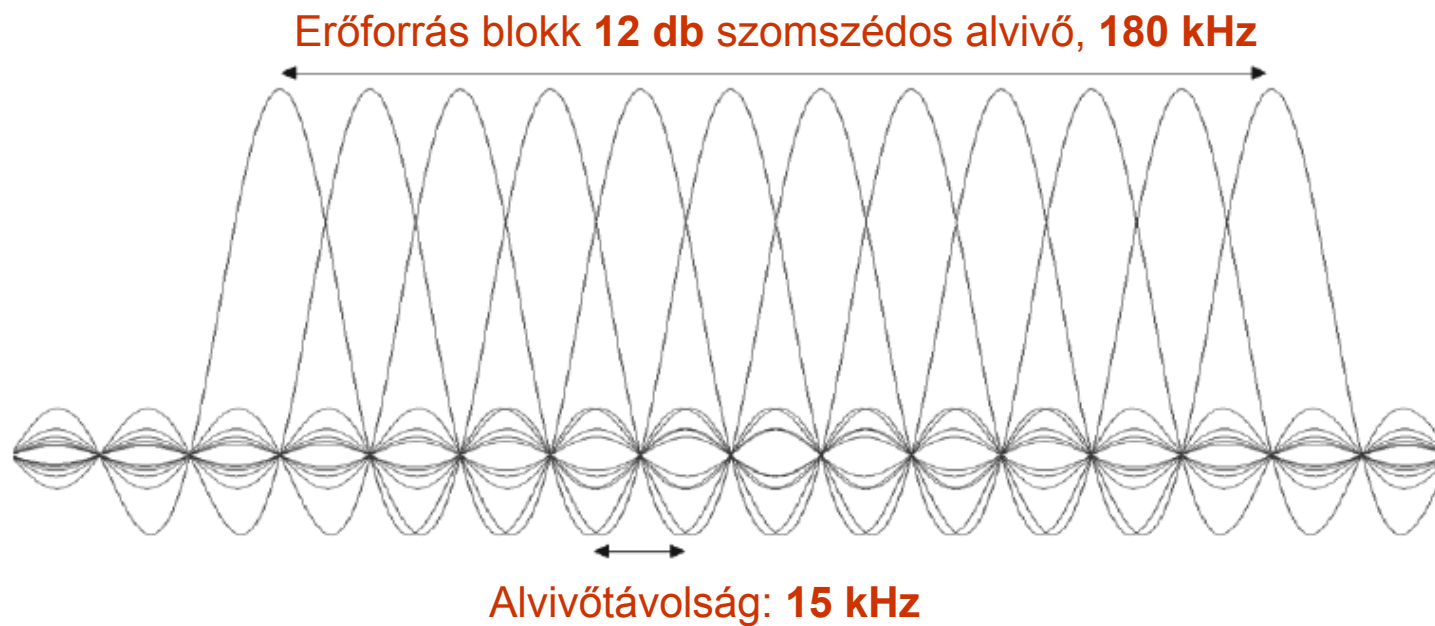
E-UTRA Operating Band	UL operating band BS receive UE transmit	Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive	Duplex Mode
1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	FDD
3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	FDD
4	1710 MHz – 1755 MHz	2110 MHz – 2155 MHz	FDD
5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894MHz	FDD
6 ¹	830 MHz – 840 MHz	875 MHz – 885 MHz	FDD
7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	FDD
8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	FDD
9	1749.9 MHz – 1784.9 MHz	1844.9 MHz – 1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz – 1770 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz – 1447.9 MHz	1475.9 MHz – 1495.9 MHz	FDD
12	698 MHz – 716 MHz	728 MHz – 746 MHz	FDD
13	777 MHz – 787 MHz	746 MHz – 756 MHz	FDD
14	788 MHz – 798 MHz	758 MHz – 768 MHz	FDD
15	Reserved	Reserved	FDD
16	Reserved	Reserved	FDD
17	704 MHz – 716 MHz	734 MHz – 746 MHz	FDD
18	815 MHz – 830 MHz	860 MHz – 875 MHz	FDD
19	830 MHz – 845 MHz	875 MHz – 890 MHz	FDD
20	832 MHz – 862 MHz	791 MHz – 821 MHz	FDD
21	1447.9 MHz – 1462.9 MHz	1495.9 MHz – 1510.9 MHz	FDD
...			
33	1900 MHz – 1920 MHz	1900 MHz – 1920 MHz	TDD
34	2010 MHz – 2025 MHz	2010 MHz – 2025 MHz	TDD
35	1850 MHz – 1910 MHz	1850 MHz – 1910 MHz	TDD
36	1930 MHz – 1990 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	TDD
37	1910 MHz – 1930 MHz	1910 MHz – 1930 MHz	TDD
38	2570 MHz – 2620 MHz	2570 MHz – 2620 MHz	TDD
39	1880 MHz – 1920 MHz	1880 MHz – 1920 MHz	TDD
40	2300 MHz – 2400 MHz	2300 MHz – 2400 MHz	TDD

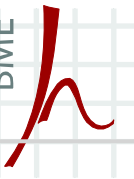
Működési sávok (Operating Bands) és csatorna sávszélesség (Channel Bandwidth)



LTE csatorna (vivő, blokk) paraméterek



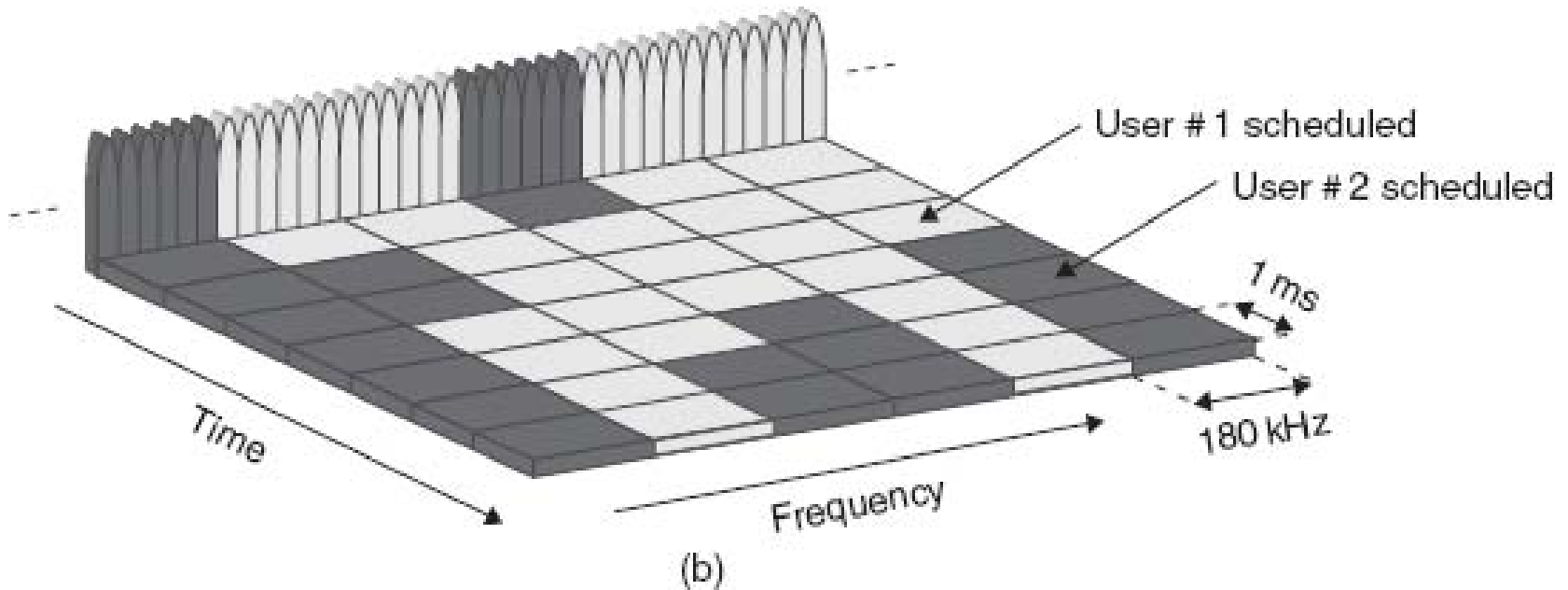




LTE csatorna paraméterek

Csatorna sávszélesség (Channel bandwidth BW_{Channel} [MHz])	1.4	3	5	10	15	20
Átviteli sávszélesség konfiguráció (Transmission bandwidth configuration [N_{RB}])	6	15	25	50	75	100
Alvívők száma (N_{SC} [db])	72	180	300	600	900	1200

Kétdimenziós DL erőforrás blokk ütemezése

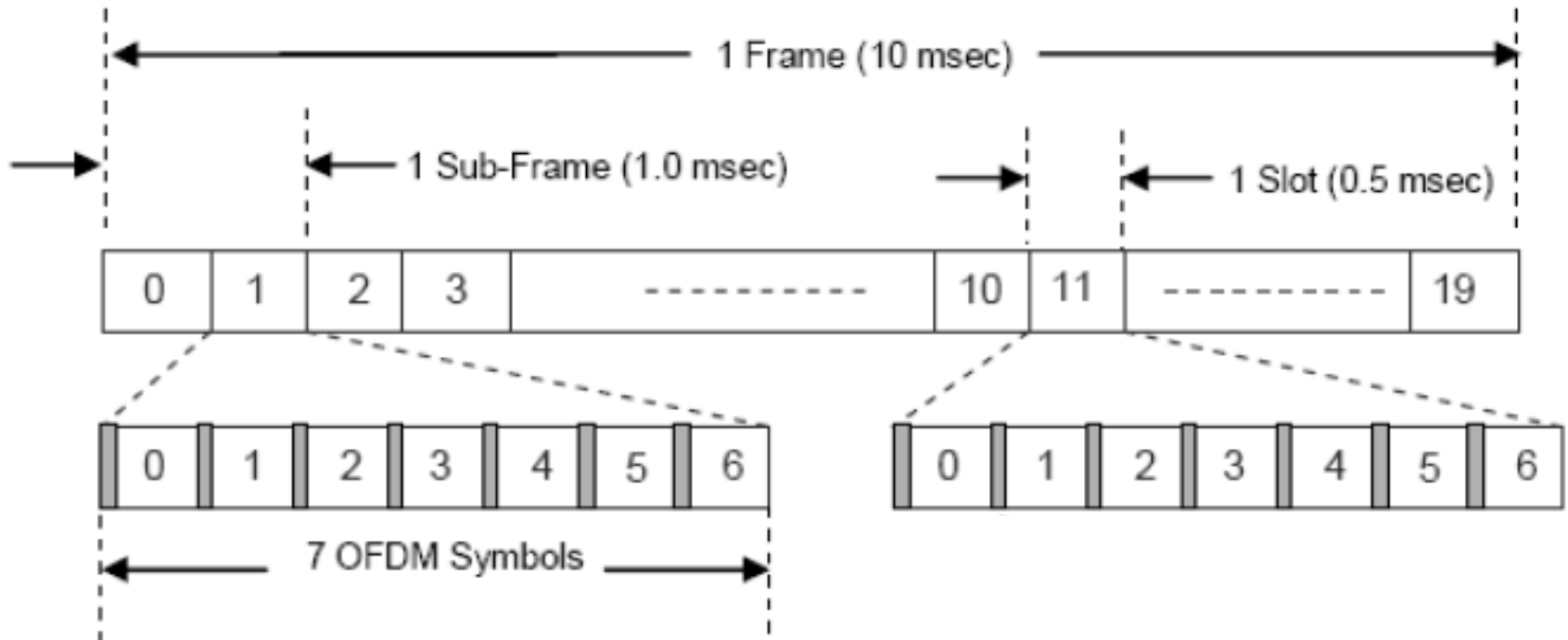


Egy erőforrás blokk **180 kHz** széles (12 alvivő)

Egy felhasználóhoz **tetszőleges** számú erőforrás blokk rendelhető

A blokkokat **nem** szükséges **frekvencia folytonosan** kiosztani

Erőforrás blokk időtartománybeli felépítése



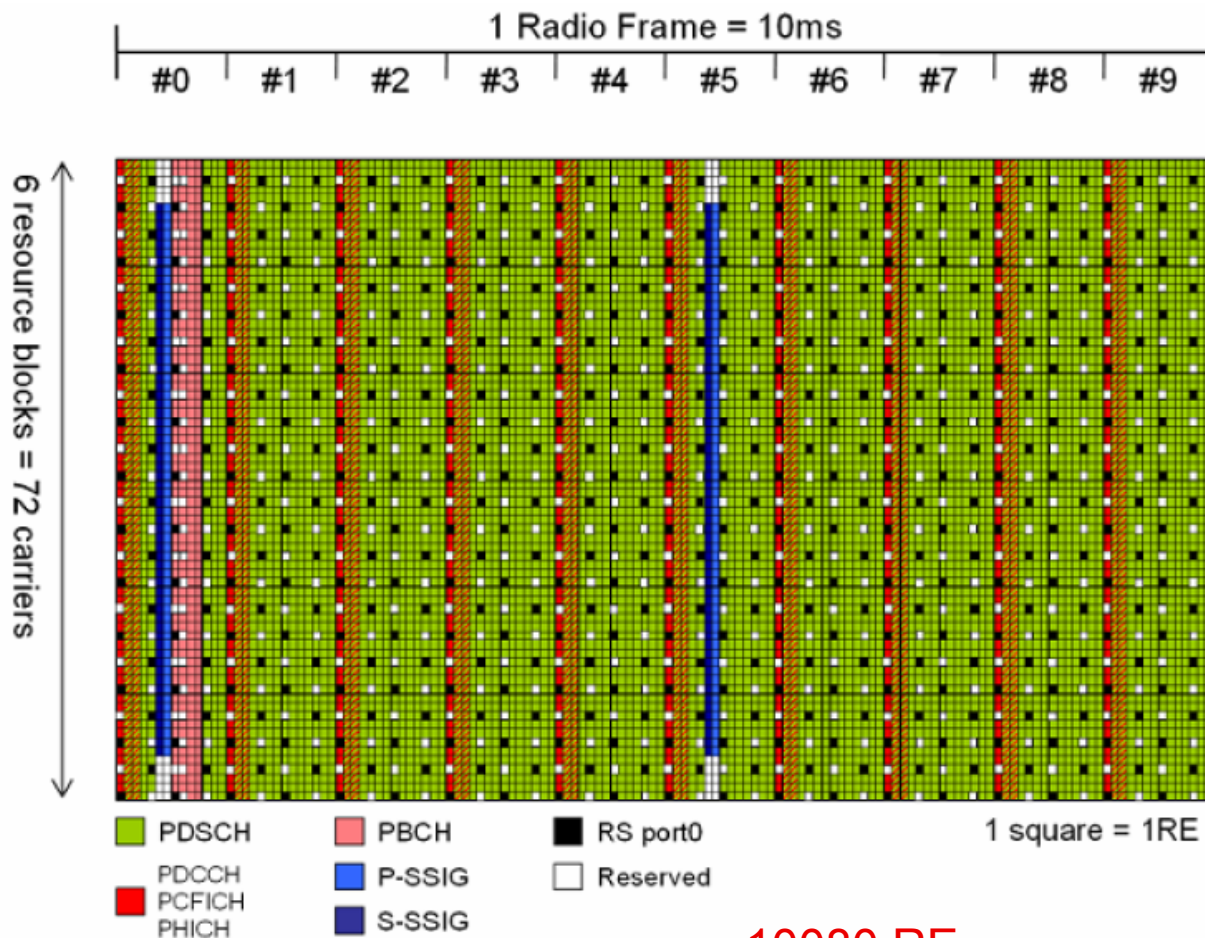
Egy szimbólum által átvitt bitek száma a moduláció függvénye:

Moduláció: QPSK 2 bit / symbol
 16QAM 4 bit / symbol
 64QAM 6 bit / symbol

A moduláció adaptív, elsősorban a csatornák átviteli minőségétől függ.

Erőforrás elemek funkciója

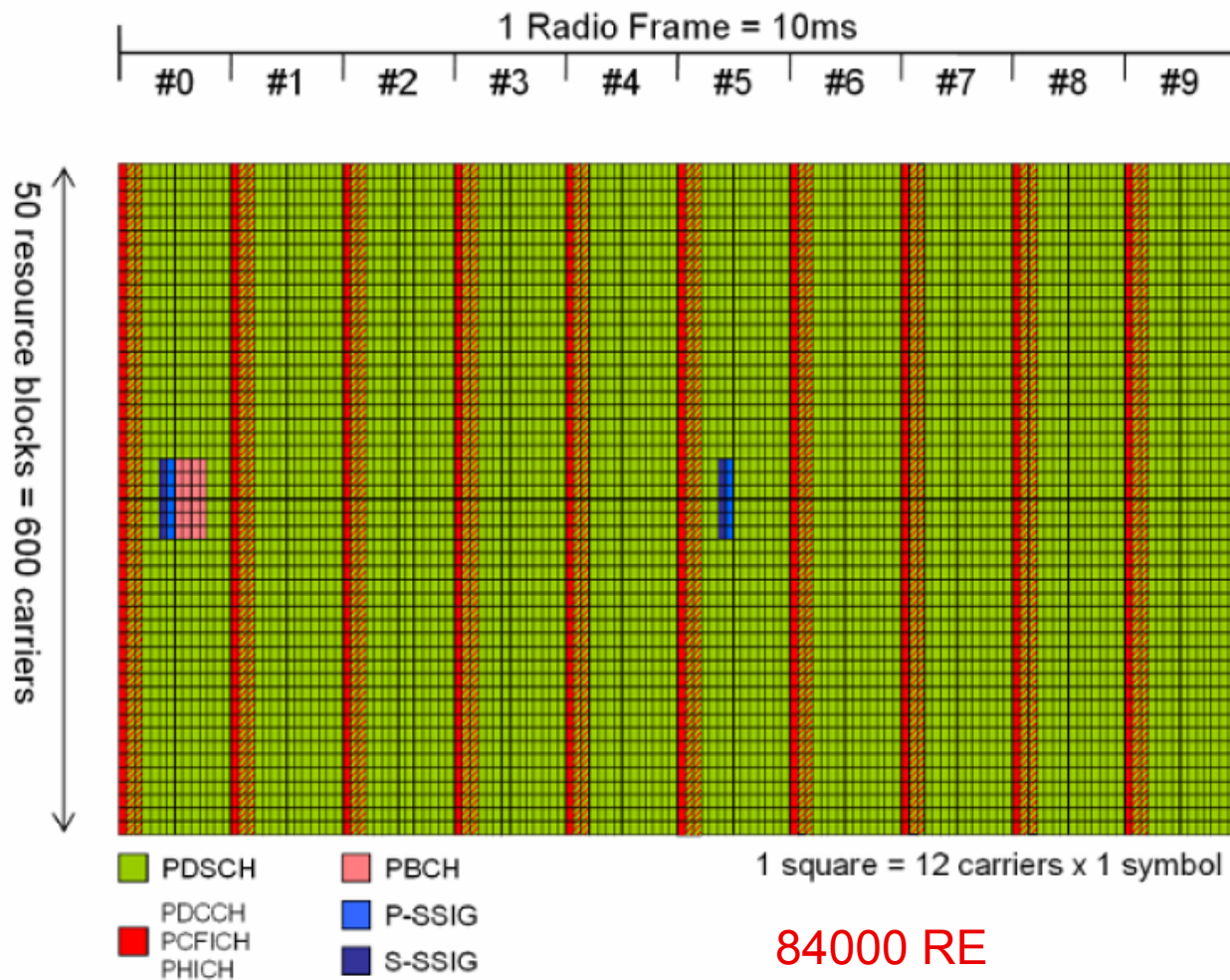
Vezérlő- és adatcsatornák az LTE idő - frekvencia hálón 6 erőforrás blokk esetén (1.4 MHz csatorna sáv szélesség)



10080 RE

Erőforrás elemek funkciója

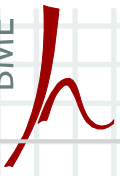
Vezérlő- és adatcsatornák az LTE idő-frekvencia hálón 50 erőforrás blokk esetén (10 MHz csatorna sávszélesség)



Teljesítőképesség-becslés

Egy **180 kHz**-es **PRB** (Physical Resource Block) maximális elvi adatátviteli sebessége **1 msec** hosszú alkeretben (subframe) DL irányban:

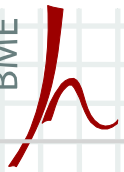
		$R_{\max, \text{PRB}}$
QPSK	M=2	336 kbit/s
16QAM	M=16	672 kbit/s
64QAM	M=64	1008 kbit/s



LTE átviteli sebességek

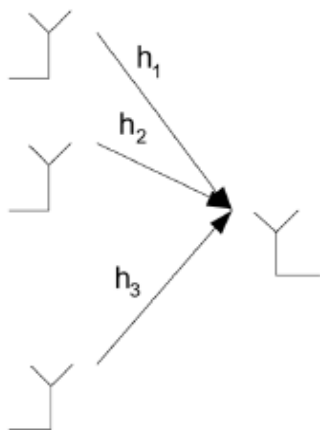
Sávszélesség (MHz)	Maximális átviteli sebesség (Mbps)
1,4	6,048
3	15,12
5	25,2
10	50,4
15	75,6
20	100,8

Különböző csatorna sávszélességekhez tartozó
bruttó fizikai rétegbeli átviteli sebességek **64 QAM**
moduláció
(**1×1 antenna**)

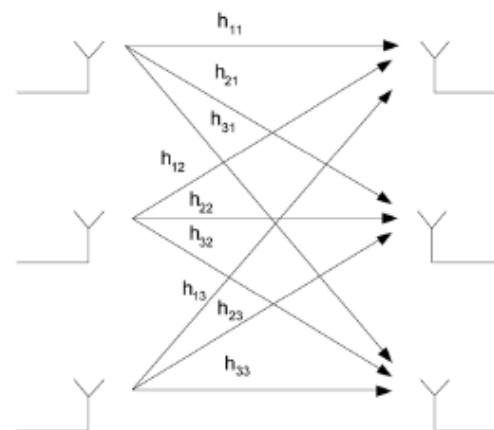


HSPA evolúció Release-6-tól Release-9-ig

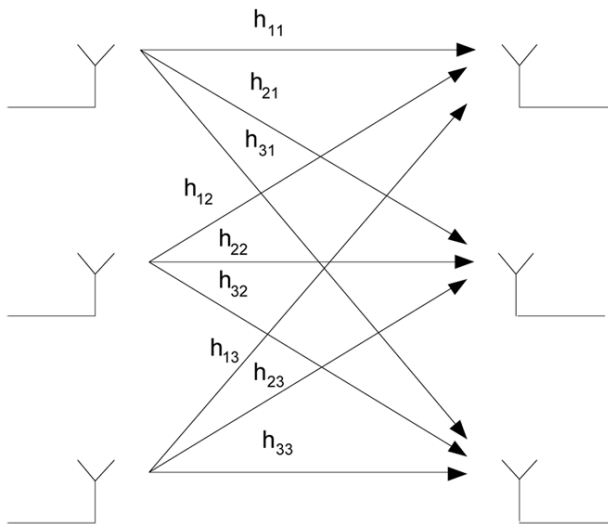
Technology	DL Peak Data Rate (Mbps)	UL Peak Data Rate (Mbps)
Rel' 6 HSPA	14,4	5,76
Rel' 7 HSPA +, DL 64QAM, UL 16QAM	21,1	11,5
Rel' 7 HSPA +, DL 16QAM, UL 16QAM 2 x 2 MIMO	28	11,5
Rel' 8 HSPA +, DL 64QAM, UL 16QAM 2 x 2 MIMO	42	11,5
Rel' 9 HSPA +, DL 64QAM, UL 16QAM Dual carrier	42	23
Rel' 9 HSPA +, DL 64QAM, UL 16QAM Dual carrier, 2 x 2 MIMO	84	23



3×1-es **MISO** elrendezés



3×3-as **MIMO** elrendezés

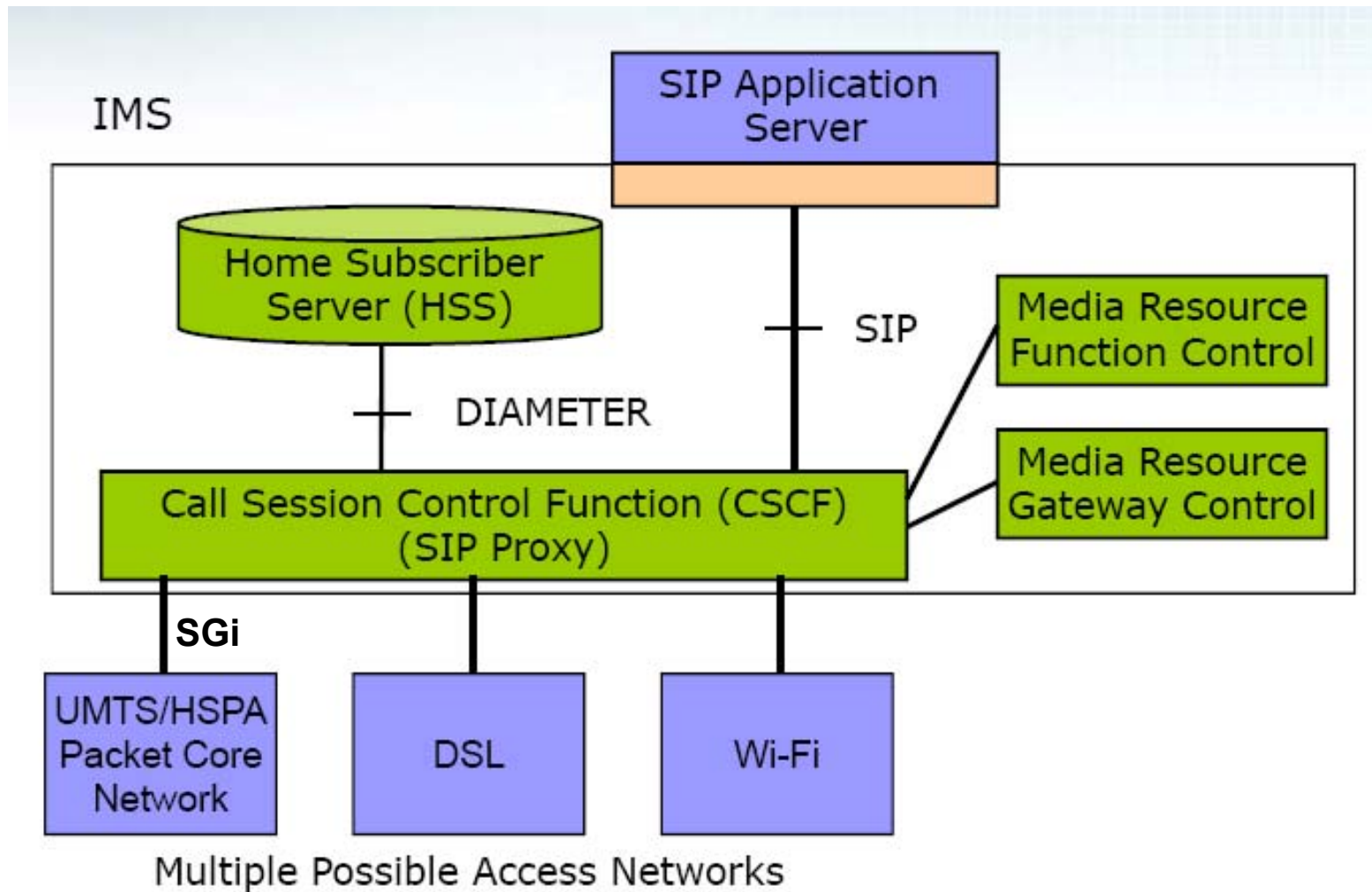


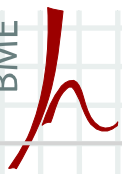
- Többsantennás átviteli technika
 - Különböző (tér-idő) **diverziti megoldások** (SIMO, MISO)
 - **Térbeli multiplexálás**: adott frekvenciasáv többszörös felhasználása azonos időben (MIMO)
 - **Előkódolás**: A terjedési utak korrelációs tulajdonságainak „mesterséges” javítása

Self-Optimizing Network (SON)

- A SON (Self-Organizing or Self-Optimizing Networks) szabványosítás a 3GPP Rel 8-ban kezdődött az LTE szabványokkal együtt az NGMN Alliance javaslatára
- A SON bázisállomások képesek, ön-konfigurációra az egymásközötti (X2) és a maghálózattal (S1) való kommunikáció alapján
- Az ön-konfigurációval jelentősen egyszerűsödik az új bázisállomás (eNB) elemek hálózatba való telepítése
- Az ön-optimalizáló képesség lehetővé teszi a hálózati képességek automatikus menedzselését mint pl:
 - Terhelés megosztás és optimalizálás eNB-k között
 - Handover paraméterek meghatározása
 - Statikus és dinamikus interferencia vezérlés
 - Kapacitás és ellátási terület menedzsment
- A SON – a mobil adatforgalom rendkívül dinamikus változása ellenére, gyors és autonom optimalizással, képes fenntartani a hálózat QoS paramétereit úgy, hogy a felhasználói élmény ne változzon
- 2009 október: a T-Mobile Ausztria Innsbruckban sikeresen tesztelte a világ első LTE SON hálózatot

IMS, IP Multimedia Subsystem





IMS Services

2002 június, megalakult az **Open Mobile Alliance (OMA)** a mobil szolgáltatás **szabványok egységesítése** céljából. Jelenleg 16 munkacsoport (Working Group) foglalkozik 51 témában (Work Item) szabványok harmonizálásával és verzió követéssel:

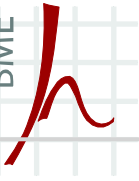
- **Push to talk**
- **Instant Messaging (Chat)**
- **Multimedia Messaging**
- **Multimedia Broadcast Multicast (MBMS)**
- **Presence**
- **XML Document Management**
- **Device Management**
- **Digital Rights Management**
- **Gaming**
- **Broadcast Services**
- **Location Services**
- **Wireless Public Key Infrastructure**
- **IP Multimedia Subsystem** és még sok más témában

2006 november, a **Softbank Mobile** (Japan) elsőként vezetett be **IMS alapú szolgáltatásokat** 3G hálózatában:

- **Push-to-Talk**
- **Jelenlét információ kezelés (Presence)**
- **Csoportos híváslista kezelés (Group list management)**

2007 február, Barcelonában a 3GSM World Congress idején HSPA hálózaton mutattak be:

- **IMS alapú mobil VoIP hívást**



*“Aggasztó korszak ez,
mely megrészegeedett a kommunikációtól,
és újabb eszközöket fedez fel,
hogy az üzeneteket továbbítsa,
egyre inkább elzárva használóit
az őket körülvevő világtól.”*

Jean Belot

Köszönjük a figyelmet!

Kérdések ?

siposa@hit.bme.hu

szabo@hit.bme.hu

vannai@hit.bme.hu

Mobil előfizetések

	Q1 2000		Q4 2005		Q4 2010		Q4 2011		Q4 2015
Total	546,535,120		2,194,078,491		5,389,950,438		6,019,799,795		7,405,788,206
cdmaOne	57,377,715		37,836,851		257,724		92,892		72,385
CDMA2000 1X	10,000		233,356,510		322,327,741		321,538,862		225,647,141
CDMA2000 1xEV-DO	---		26,364,623		126,256,925		116,942,140		41,770,033
CDMA2000 1xEV-DO Rev. A	---		22,454		57,268,795		116,509,243		323,962,475
PDC	47,593,470		46,252,537		1,636,300		---		---
GSM	297,129,470		1,721,355,436		4,142,459,933		4,447,045,623		3,980,752,861
WCDMA	---		48,343,910		298,249,915		318,320,189		187,046,731
WCDMA HSPA	---		19,884		385,239,025		618,097,487		2,082,848,166
TD-SCDMA	---		---		20,702,000		47,401,789		233,469,852
LTE	---		---		355,387		4,183,134		265,686,205
TD-LTE	---		---		---		94,994		31,987,626
iDEN	6,411,845		23,930,217		20,515,491		17,150,255		18,738,791
TDMA	56,389,915		46,845,535		111,948		87,914		91,397
Analog	78,329,705		6,099,532		15,241		7,828		6,549

Forrás: GSMA, Wireless Intelligence

591 452 034

6 781 791 406