

Kommunikációs hálózatok 2

4G ... 5G avagy úton a szupersztrádán

Paksy Patrik
Ericsson

2018. február. 27



Tartalom

- Bevezető
 - Ami még kimaradt... 3.5G (HSPA)
 - Hálózat architektúra és adatsebesség evolúció
- 4G/LTE – adatátvitel
 - Követelmények
 - Rádiós interfész fejlődése
 - LTE architektúra
- VoLTE – hangátvitel LTE-n
 - VoLTE motiváció, architektúra, az IMS szerepe
 - LTE/VoLTE hordozók, QoS biztosítás és adatszállítás
 - „Mi történik a telefon bekapcsolásakor? Hívásindításakor?”
 - 2G/3G kompatibilitás
- VoWiFi – hangátvitel LTE-n WiFi hozzáféréssel
- 5G – követelmények, alkalmazások

- High-Speed Packet Access = Nagysebességű csomagkapcsolt hozzáférés
 - UMTS továbbfejlesztése nagyobb adatsebességek felé
 - 5MHz UMTS vivőn
 - Adaptív moduláció (QPSK, 16-QAM) és
 - Új transport csatorna (HS-DSCH) révén gyorsabb sebesség
 - Két protokoll közös neve
 - HSDPA + HSUPA (D = downlink/letöltés, U = uplink/feltöltés)
- Továbbfejlesztések
 - HSPA+
 - Telenor „Hipernet” bevezetése
 - Jobb moduláció – 64 QAM
 - Vivő Aggregáció (lásd LTE) – 2 vivő (2x 5Mhz)
 - 2x2 MIMO és beamforming (lásd LTE)
 - Advanced HSPA+
 - Vivő Aggregáció (lásd LTE) továbbfejlesztése – 8 vivő (8x 5Mhz)
 - 4x4 MIMO (lásd LTE)

Hálózat komplexitása

Nem vizsgaanyag!

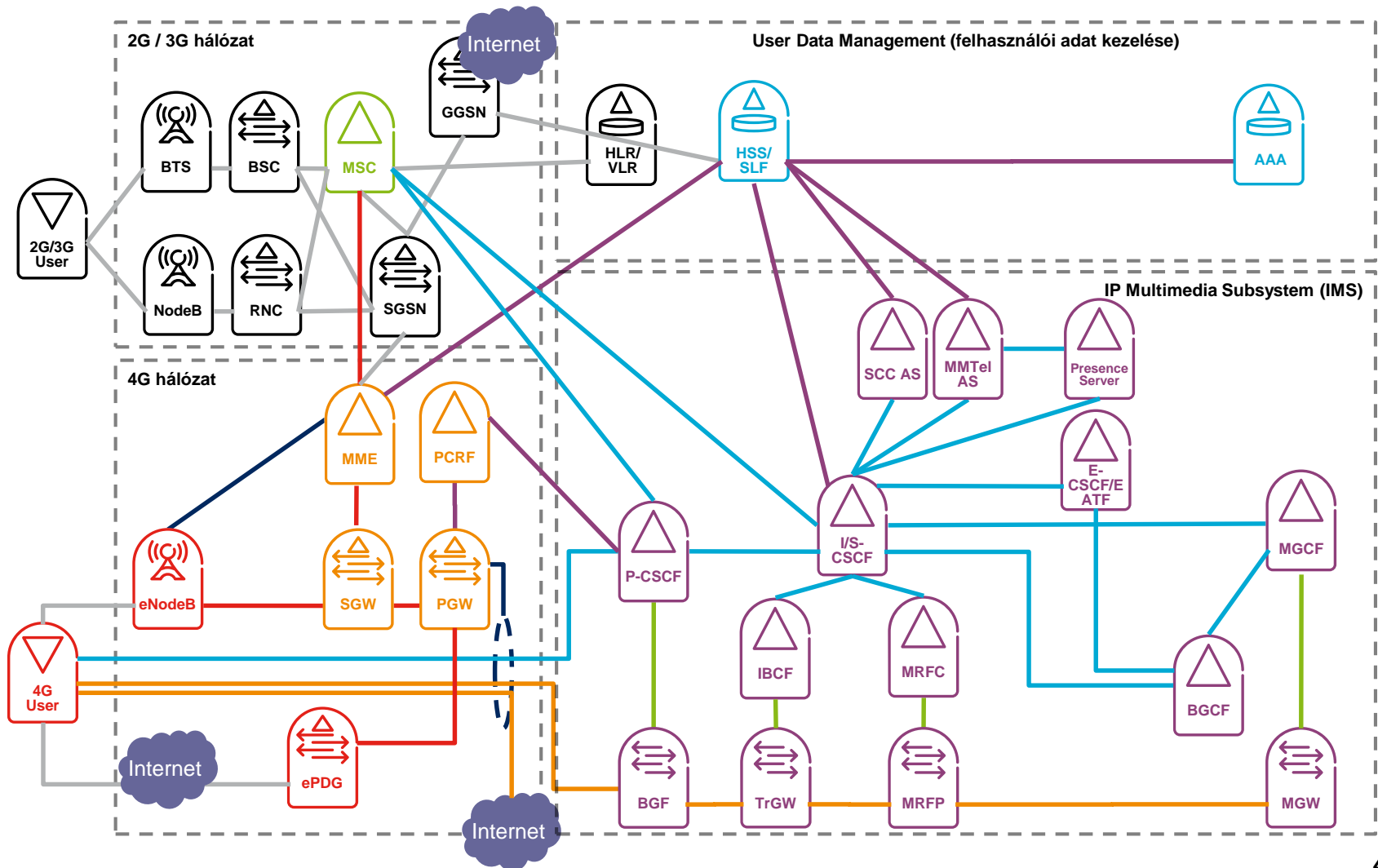
Bevezető

4G / LTE

VOLTE

VoWiFi

5G



Hálózat evolúció

A számokat csak
nagysságrendileg kell tudni

A többiből is csak annyi kell, ami a többi dián szerepelt. Ez csak egy áttekintés, nem kell így bemagolni.

Szimbólum	Standard	Teljes név	Elméleti max. letöltés (DL)	Elméleti max. feltöltés (UL)
2G	GSM	Global System for Mobile Communications	14.4 kbps	14.4 kbps
G	GPRS	General Packet Radio Service	53.6 kbps	26.8 kbps
E	EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	217.6 kbps	108.8 kbps
3G	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	384 kbps	128 kbps
H	HSPA	High-Speed Packet Access	7.2 Mbps	3.6 Mbps
H+	HSPA+	HSPA Release 6	14.4 Mbps	5.76 Mbps
H+	HSPA+	HSPA Release 7	28 Mbps	11.5 Mbps
H+	HSPA+	HSPA Release 8	42.2 Mbps	11.5 Mbps
H+	HSPA+	HSPA Release 9	84.4 Mbps	11.5 Mbps
H+	HSPA+	HSPA Release 10	168.8 Mbps	23 Mbps
H+	HSPA+ Advanced	HSPA Release 11-12	336 Mbps	69 Mbps
4G	LTE	Long Term Evolution Release 8	100 Mbps (cat3)	50 Mbps (cat3)
4G+	LTE-A	LTE-Advanced Release 10	1 Gbps	500 Mbps
4G	WiMAX WiMAX 2	Worldwide Interoperability for Microwave Access	37 Mbps 350 Mbps	17 Mbps 200 Mbps

Bevezető

4G / LTE

VOLTE

VoWiFi

5G

LTE: Long Term Evolution

□ LTE: Long Term Evolution

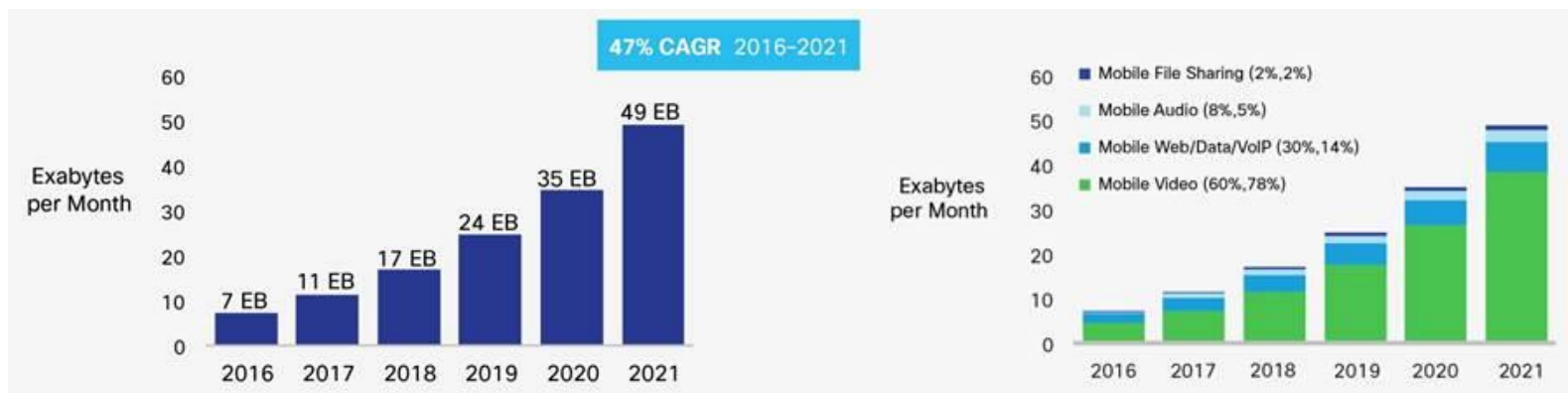
- Negyedik generációs mobilhálózat
- IP alapú, csomagkapcsolt átvitel
- Nagy sebességű internet biztosítása
- Csak internet, hangátvitelhez VoLTE kell (később)
- 3 fő szabvány: LTE, LTE-Advanced, LTE Advanced Pro

□ Motiváció

- Felhasználói igény
 - Gyorsabb mobil internetre
 - Multimédiás tartalmak, videó letöltése
- Operátorok igénye
 - Új szolgáltatások illetve jobb szolgáltatásminőség, több előfizető kiszolgálása
 - Gazdaságosabb hálózat üzemeltetés
- Gyártók igénye: új eszközök eladása

- „Felhasználói igények” további alakulása
 - Hasonló trendek az előző években is

1 EB = 1000 PB = 1 000 000 TB



<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>

- 2009.12.14 – Elsőként a TeliaSonera vezeti be az LTE szolgáltatást (Norvégia, Svédország)
- 2009.10.07 – Telekom: LTE tesztelés
- 2012.01.01 – Telekom: LTE bevezetés, itthon elsőként
 - Ericsson bázisállomások & Cisco core hálózat
 - Telenor: két lépcsőben lett bevezetve
 - Először csak USB stick / modem használatával (2012 nyár)
 - Később mobiltelefonról is (2013 nyár)
 - Vodafone: 2014 október
- 2014.04.29 – Telekom: LTE-Advanced demonstráció
- 2015.02.25: [Telekom-Telenor megosztott cellák](#)
- 2015.12.03 – Telekom: LTE-Advanced elindul
 - 2017.04.03 – [Telekom 4G+](#) - egész Budapesten
 - 225 Mbps elméleti maximum

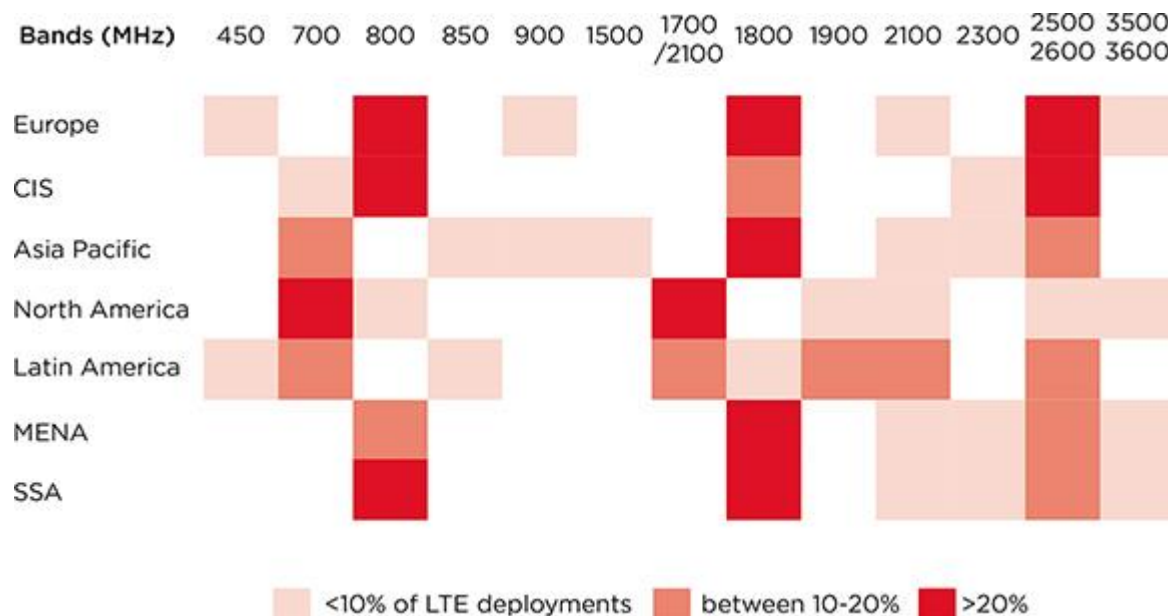
□ GSM vs. CDMA szabványú hálózatok

- CDMA mint... közeghozzáférés vs. szabvány gyűjtőnév
- Szabványok
 - GSM (3GPP): Európai eredetű, ETSI által megalkotva
 - CDMA (3GPP 2): Amerikai eredetű, Qualcomm (chipgyártó) által
 - 2G: CDMAOne | 3G: CDMA2000 / EV-DO
 - A CDMA szabványú hálózatok már 2G-ben is CDMA-t használtak közeghozzáférésre ellentétben a GSM-el
- A mobilkészülékek nem kompatibilisek egymással
 - GSM: SIM alapú felhasználó azonosítás
 - CDMA: hálózat alapú beengedés szabályozás, telefon alapján
 - ESN: Electronic Serial Number (~ IMEI)
- LTE: egységes szabvány, SIM alapú
 - Verizon: 2019-ben leállítja 2G CDMA szolgáltatását

LTE világszerte

Ami fontos: különböző frekvenciák és azok támogatása a készülékekben

(A számokat, régiókat nem kell megtanulni)



https://mobilarena.hu/teszt/4g_lte_800mhz_b20_band20_frekvencia_magyar_oroszag/erintett_telefonok_es_szolgaltatok.html

□ Hogyan tovább?

- 3G hálózat fejlesztése? – MIMO, 64-QAM moduláció, 2 vivőfrekvencia használata
 - Kisebb változtatások, kompatibilis módon
- **Új rádiós interfész?**
 - Spektrumhasználat javítása, több felhasználó kiszolgálása
 - Csomagkapcsolt hálózatra való optimalizálás

□ IMT Advanced Standards – LTE követelmények

- „All-IP” csomagkapcsolt hálózat
 - 100 Mbps gyorsan mozgó / 1 Gbps nem mozgó felhasználónak
 - 5-20 MHz skálázható sáv szélesség
 - Spektrális hatékonyság: 15 bit/s/Hz (DL) | 6.75 bit/s/Hz (UL)
 - Együttműködés korábbi (2G/3G) rendszerekkel
- ## □ Ezen követelményeket majd az LTE Advanced teljesíti
- Erre hivatkozunk, mint az igazi „4G” rendszer

LTE fejlődése

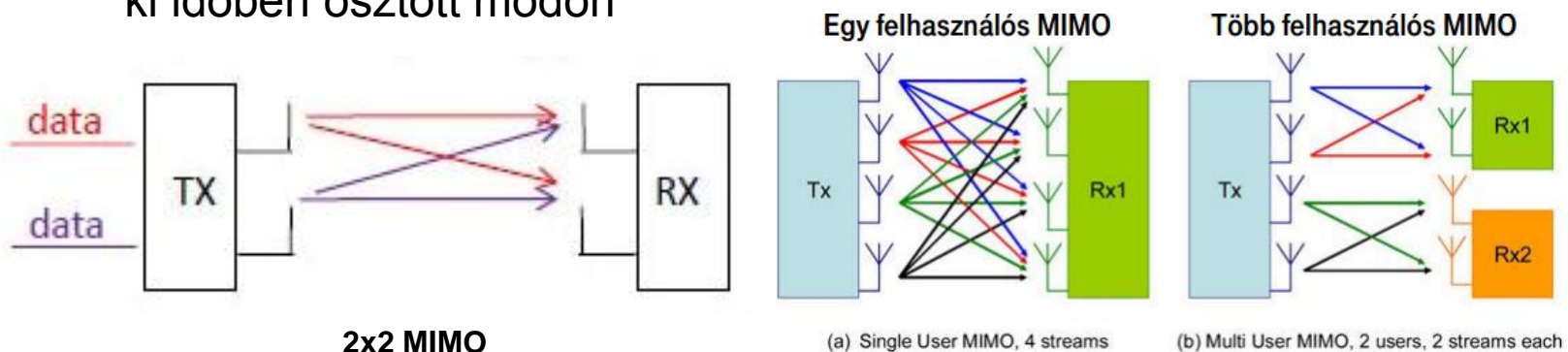
Kell: rádiós késleltetés, cellák sugara, az, hogy OFDMA-t használ, az adatsebességek nagyságrendileg, hol van/hol nincs vivő aggregáció

□ Alap tulajdonságok

- Rádiós késleltetés max 5 ms
- 1-5 km sugarú cellák
- FDD LTE elterjedtebb, de TDD is lehetséges
- Moduláció [bit/szimbólum]: QPSK [2], 16-QAM [4], 64-QAM [6]
- OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access
 - Változó sélességű spektrumallokáció: 1.4, 3, 5, 10, 15 vagy 20 MHz vivő
 - Alvivők (15 kHz) átlapolódhatnak

	LTE (Rel 8-9)	LTE Advanced (Rel 10-12)	LTE Advanced Pro (Rel 13 - 2016)
Max. adatsebesség	DL 100-300 Mbps UL 50-75 Mbps	DL 1-3 Gbps UL 0.5-1.5 Gbps	DL 3 Gbps UL 1.5 Gbps
Spektrális hatékonyság	16 bps/Hz	30 bps/Hz	30 bps/Hz
MIMO	4x4 Beamforming	DL 8x8 UL 4x4	Full-Dimension (3D)
Vivő aggregáció	Nincs	Max 5 vivő	Max 32 vivő
Cellák, kapcsolatok	Femtocella	SmallCells, Relay Node, CoMP	LTE-Unlicensed / License Assisted Access (LAA)

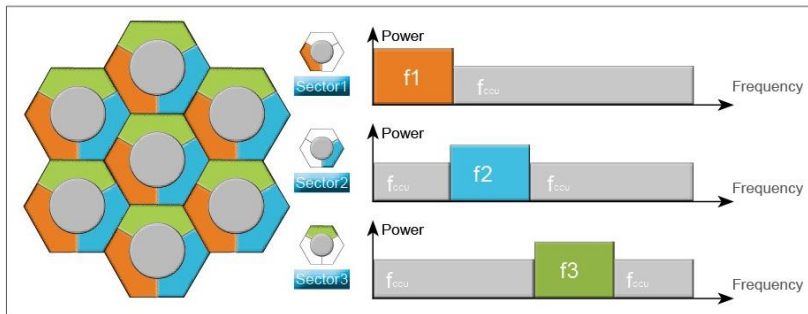
- **MIMO**: adatsebesség növelése az adatküldés párhuzamosításával
 - MIMO: Multiple In, Multiple Out
 - Több antenna a bázisállomásban és a készülékekben is
 - Ugyanaz a frekvencia és idő, de más adatfolyam megy át
 - Massive MIMO: 8-nál több antenna
 - MU-MIMO (Multi User MIMO): egyszerre nem csak egy klienst szolgál ki időben osztott módon







- **Beamforming**: mobil / WiFi kliens tudatja a helyét a bázisállomással / routerrel, aki irányítottan sugároz felé vezérelve a jel fázisát és amplitudóját/jelszintjét
 - Jobb sávzélesség kihasználás, nagyobb hatótávolság
 - Példa: lámpa búra nélkül vs. búrával

□ Heterogén hálózatok (HetNet) / Small Cells

- Több különböző cellatípus kombinálása
- Átfedő cellák / cella a cellában – interferencia lehet
- Cél: jobb lefedettség



Indoor: 10-100mW Outdoor: 0.2-1W Coverage radius: 10s of meters	 Femto
Indoor: 100-250mW Outdoor: 1-5W Coverage radius: 10s of meters	 Pico
Outdoor: 5-10W Coverage radius: 100s of meters	 Micro
Outdoor: >10W Coverage radius: kilometer(s)	 Macro

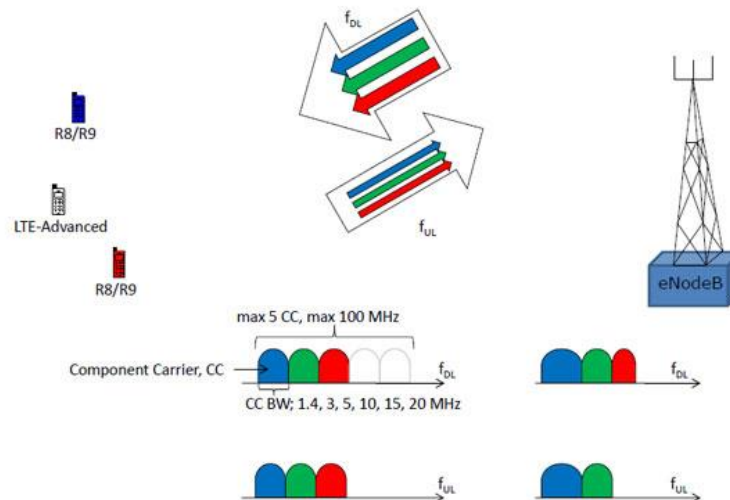
□ ICIC: Inter-Cell Interference Coordination

- Teljesítmény és frekvencia koordinált szabályozása
- Cellahatáron csak a spektrum egy része használható

□ eICIC: átfedő celláknál időosztás is

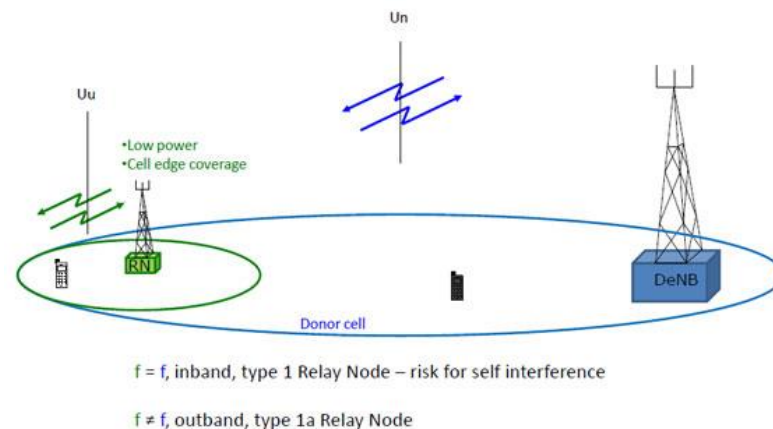
□ Vivő aggregáció

- Maximum 5 vivő összefogása → max. 100 MHz (5* 20 MHz vivő)
- Jobb adatsebesség, kisebb késleltetés



□ Relay Node

- Rádiós adat dekódolás, hibajavítás, újrakódolás, küldés
- DeNodeB-hez (Donor eNodeB) kapcsolódva
 - eNodeB Relay Node támogatással
- SmallCell, kis energiafogyasztással
- DeNodeB választja ki a core network vezérlő node-ját (MME)



Coordinated MultiPoint Operation (CoMP) (Release 11)

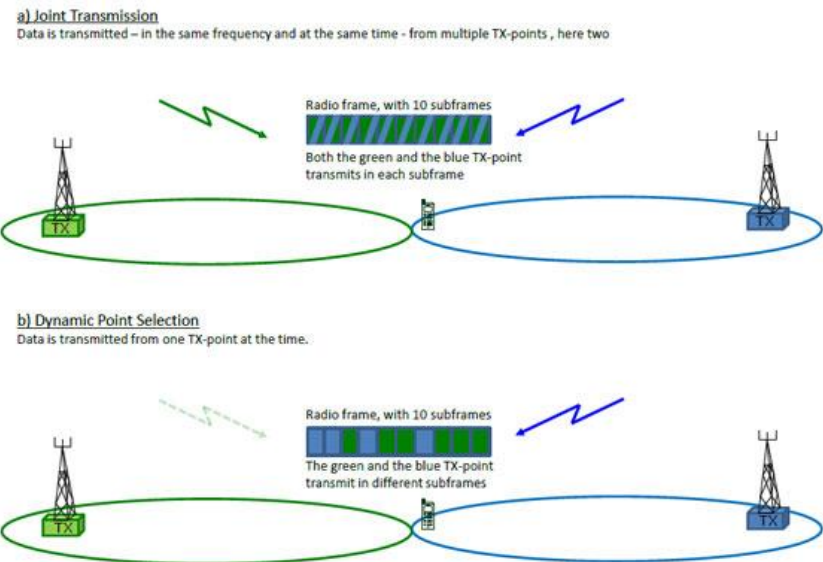
- Hatékonyságnövelés cellahatáron
- „Cellák közti MIMO”
- Típusai

□ Együttes sugárzás

- Ugyanazt az adatot (frame) ugyanannak a felhasználónak több eNodeB adhatja

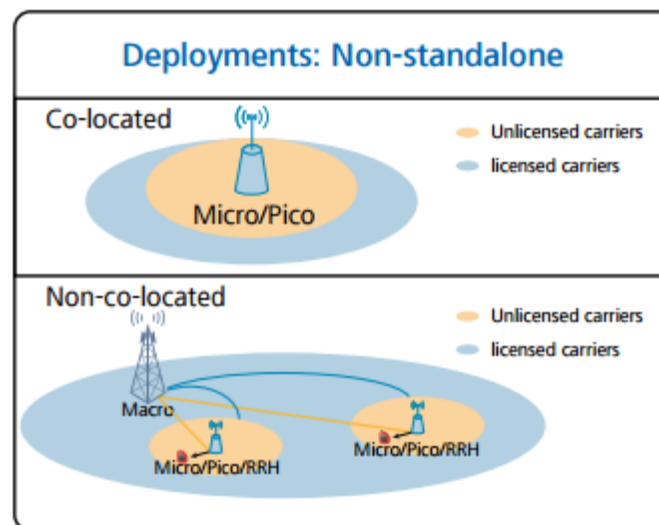
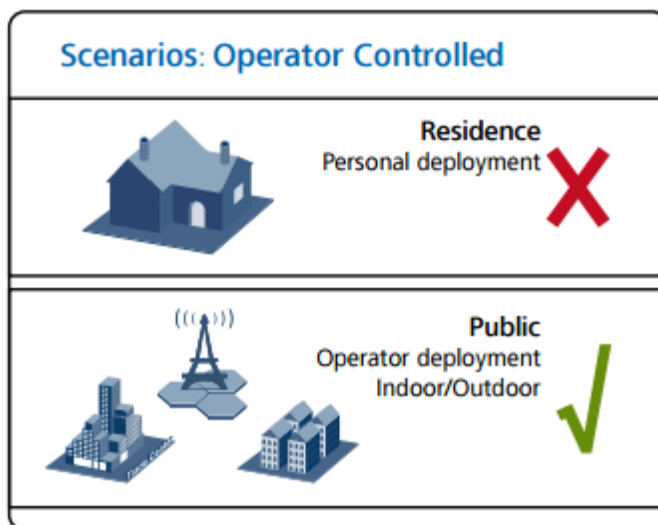
□ Dinamikus pont választás

- Előzőhöz hasonlóan, de ütemezett módon, időben válogatva a két küldő közt
- Koordináció szükséges az eNodeB-k között
- Nincs adatduplikálás



LTE-Advanced Pro

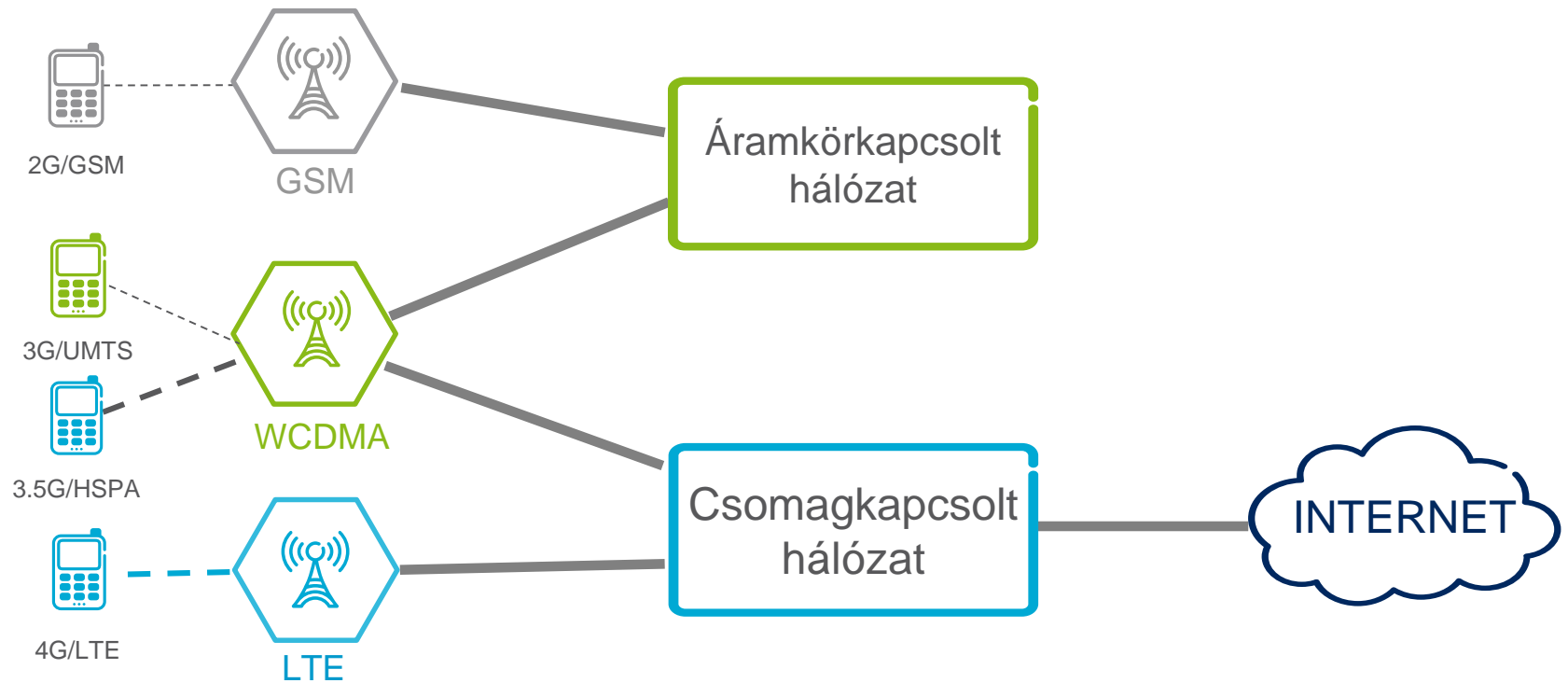
- LTE-Unlicensed / License Assisted Access (LAA)
 - Small Cell alapú megoldás az 5 GHz (WiFi) kihasználására
 - Licensed (mobil) / unlicensed (WiFi) spektrum egyesítése
 - Két vivő: elsődleges (LTE, licensed) + másodlagos (WiFi, unlicensed)
 - Vezérlés a licensed csatornán marad (ellentétben VoWiFi-vel)
 - Induláskor a kevésbé használt vivő választása, megosztott csatornahasználat
 - Nagyobb adatsebesség és kapacitás



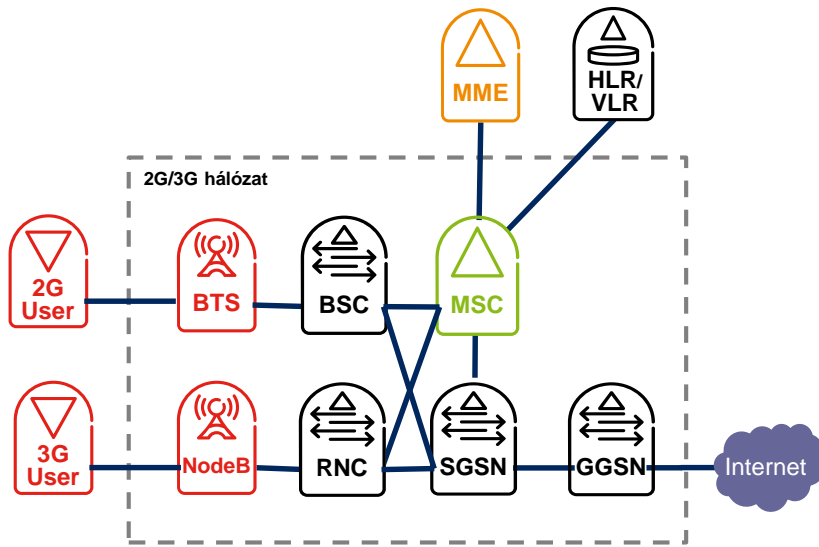
LTE technikák – összegzés

- Nagyobb adatsebesség
 - OFDMA, alvivők, változó szélességű spektrumallokáció
 - 64-QAM moduláció
 - MIMO & Beamforming
 - Vivő aggregáció
- Több felhasználó kiszolgálása
 - MU-MIMO
- Lefedettség & helyi adatsebesség
 - Small cells – Relay eNodeB (DeNodeB)
 - CoMP – cellahatáron
- Offload & adatsebesség
 - LTE-U / LAA
 - VoWiFi (később)
- DE! készülék támogatás is kell több technológiához
 - Pl. MIMO, Vivő aggregáció
 - <http://www.3gpp.org/keywords-acronyms/1612-ue-category>

LTE – architektúra

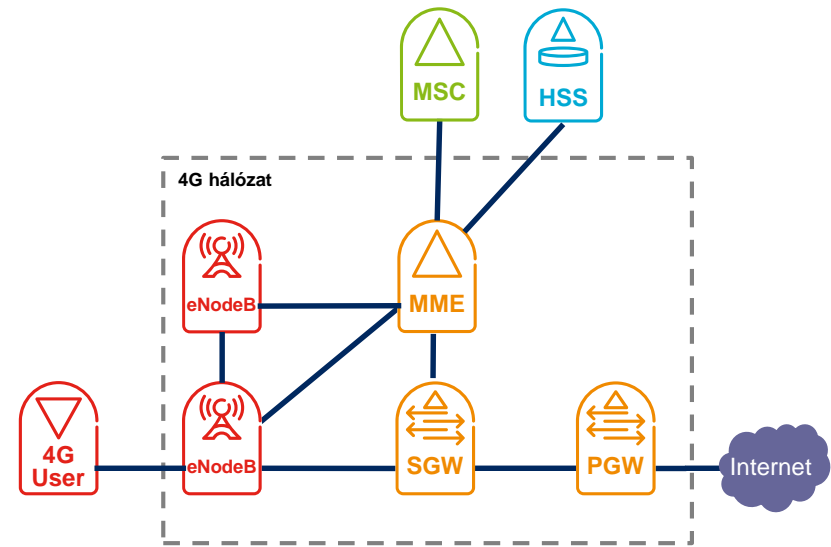


2G/3G vs. 4G architektúra



← Access network (Hozzáférési hálózat) →

← Core Network (maghálózat) →



← Access network (Hozzáférési hálózat) →

← Core Network (maghálózat) →

4G: Evolved Packet Core (EPC)

LTE – architektúra

□ eNodeB – LTE bázisállomás

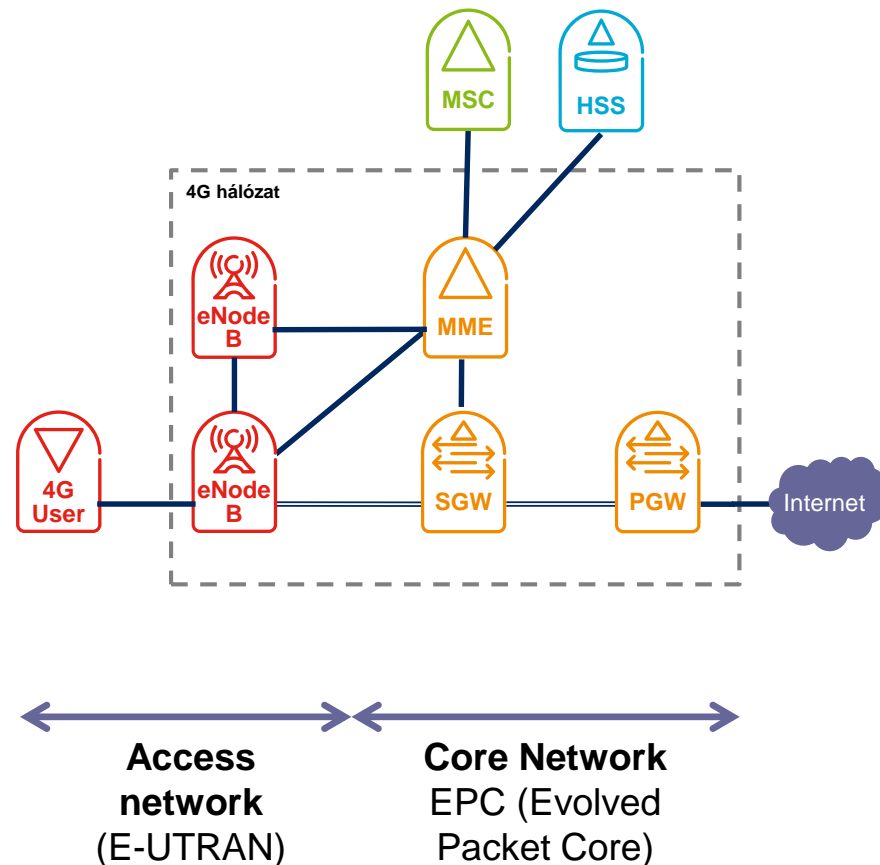
- Nincs külön Controller (pl. RNC 3G-nél)
- eNodeB része → kisebb késleltetés

□ SGW (Serving Gateway)

- IP adattovábbítás a felhasználó és a külső hálózat között
- Mobilitásban is szerepe van

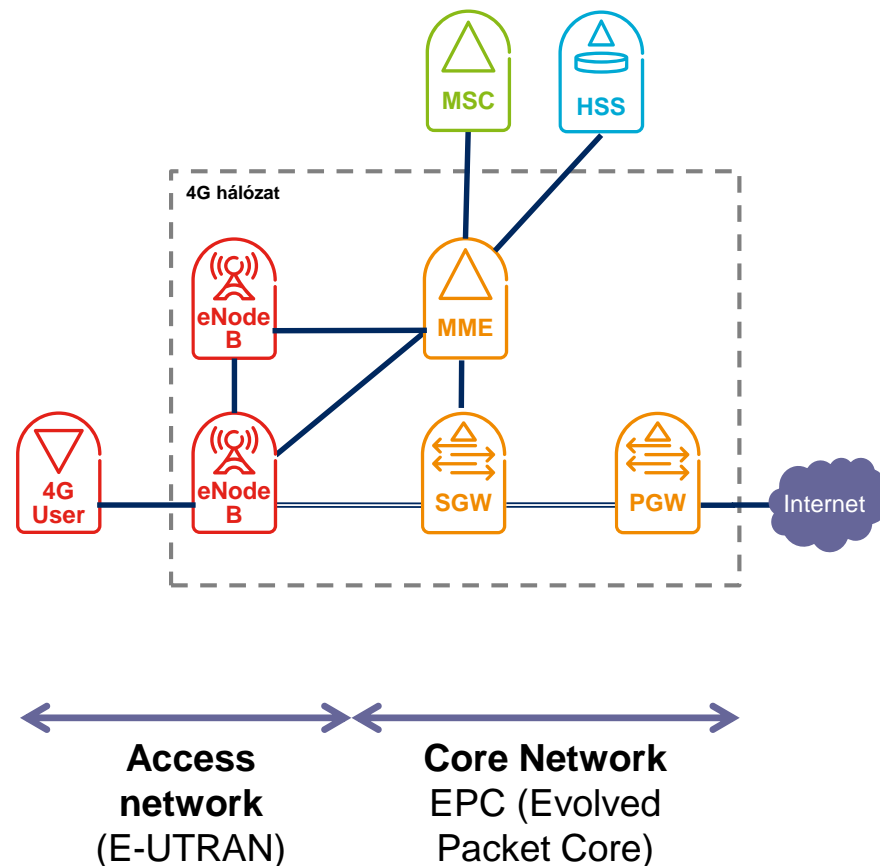
□ PGW = PDN GW (Packet Data Network Gateway)

- Kilépési pont külső hálózatok felé
- IP cím allokáció
- Házirend/szabályok alkalmazása
- „Charging” támogatása



LTE – architektúra

- **MME** (Mobility Management Entity)
 - Felhasználó követés és paging (idle)
 - Csak vezérlő üzeneteket kezel, központi vezérlő funkció az LTE-ben
 - Mobilitás kezelés
 - Hordozó (bearer) aktiválás
 - SGW választás
 - Authentikáció kezelése (HSS)
- **HSS** (Home Subscriber Server)
 - Felhasználói adatok



LTE – architektúra kicsit másképp

□ Hálózati komponensek = szoftver példányok

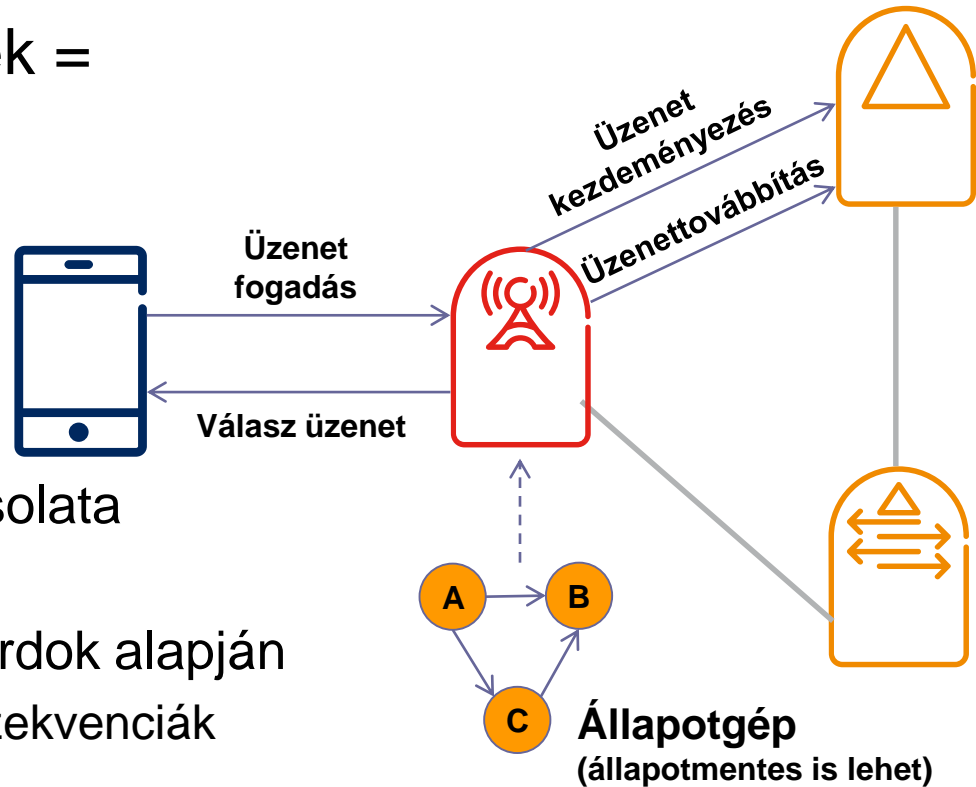
- „Network function” / „node”

□ Hálózat

- Hálózati elemek kapcsolata
 - Interfészek
- Kommunikáció standardok alapján
 - Protokollok, jelzés szekvenciák

□ Hálózati funkció vs. termék?

- Egy termék akár több funkciót is tartalmazhat
- Szabványok követése – ezek funkciókat írnak le
 - Nem minden esetben egyértelmű illetve kellően specifikus a szabvány
 - Gyártónként eltérhet a megvalósítás
- Integráció és együttműködés kérdése különböző gyártóknál



LTE – handoverek

- Hard handover, mivel...
 - Nehézkes a vivő szinkronizáció az OFDMA miatt (resync handovernél)
 - Controller node hiánya
- Mobil készülék mérései alapján az eNodeB dönt
- Handover típusok
 - Intra-eNodeB Handover
 - Cellaváltás eNodeB-n belül
 - Frekvencia váltás
 - Inter-eNodeB X2 Handover
 - Közvetlen interfész (X2) szükséges az eNodeB-k között
 - MME nem változik, SGW változhat
 - S1 Handover
 - Ha nincs közvetlen X2 interfész
 - MME és SGW változhatnak



LTE – teszt

- Használd a telefonod!
 - Ha az adatkapcsolat engedélyezve van, LTE-re vagy csatlakozva?
 - Ha igen, kezdeményezz egy telefonhívást!
 - Mi történik az adatkapcsolattal (figyeld az azt jelölő ikont)?
 - Hívás közben próbálj keresni a böngészőben. Mit tapasztalsz?
 - Tedd le a hívást! Most mi történik?



VoLTE – Voice over LTE

□ Operátorok igénye

- Hang átvitele LTE fölött → Voice over LTE (VoLTE)
 - Hanghívás jelenti még mindig a bevételek nagy hányadát
- Célok:
 - Jobbminőségű hangátvitel
 - HD Voice, kis késleltetés
 - Energiahatékonyság
 - Gazdaságosabb hálózatüzemeltetés
 - Új operátoroknál felmerülhet a kizárólag LTE alapú megoldás

□ VoIP vs VoLTE

- VoLTE = VoIP?
 - IP alapú hangátvitel, garantált minőségű!
- VoLTE = LTE + IMS?
 - IMS = IP Multimedia Subsystem
 - Alkalmazás / kapcsolat kezelő / média szerverek (hálózati funkciók) összessége
 - IMS – az egyetlen standard multimédiás szolgáltatás LTE-re

- 2009: IMS alapú VoLTE megoldás javaslat (OneVoice)
- 2010 február – szeptember: GSMA standardizáció
- 2011.02.08: A világ első VoLTE hívása (Verizon)
- 2012 augusztus: első kereskedelmi hálózat (SK Telecom)
- Magyarországon
 - 2016 február: tesztelés a Telenornál
 - 2016 májustól: tesztelés a Telekom hálózatában
 - 2017.04.27: elérhető a Telekom hálózatában
 - http://www.telekom.hu/rolunk/sajtoszoba/sajtokozlomenyek/2017/aprilis_27
 - <http://www.telekom.hu/lakossagi/szolgaltatasok/internet/mobilinternet/4g/volte>



Future Networks

DELIVERING AN ALL-IP WORLD

LTE LAUNCHED BY

643 OPERATORS 

IN **200** COUNTRIES 

REACHING

74% OF POPULATION 

VOICE AND VIDEO OVER

LTE 

OPERATOR LAUNCHES

127 

COUNTRIES

63 

DEVICES

1218 


RCS (Rich Communication Suite)


Alternatíva új szolgáltatásokra

- Állapotjelzés
- Csevegés
- Fájlmegosztás
- IP Hívás (VoIP)

Itthon: Vodafone

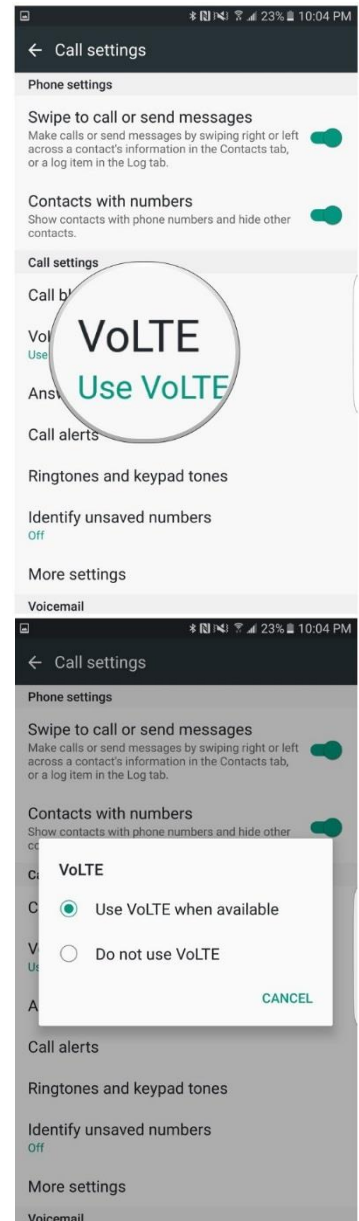
RCS	
OPERATOR LAUNCHES	55
COUNTRIES	39
DEVICES	398
HOSTED SOLUTION PROVIDERS	19

VOICE OVER WIFI	
OPERATOR LAUNCHES	57
COUNTRIES	33

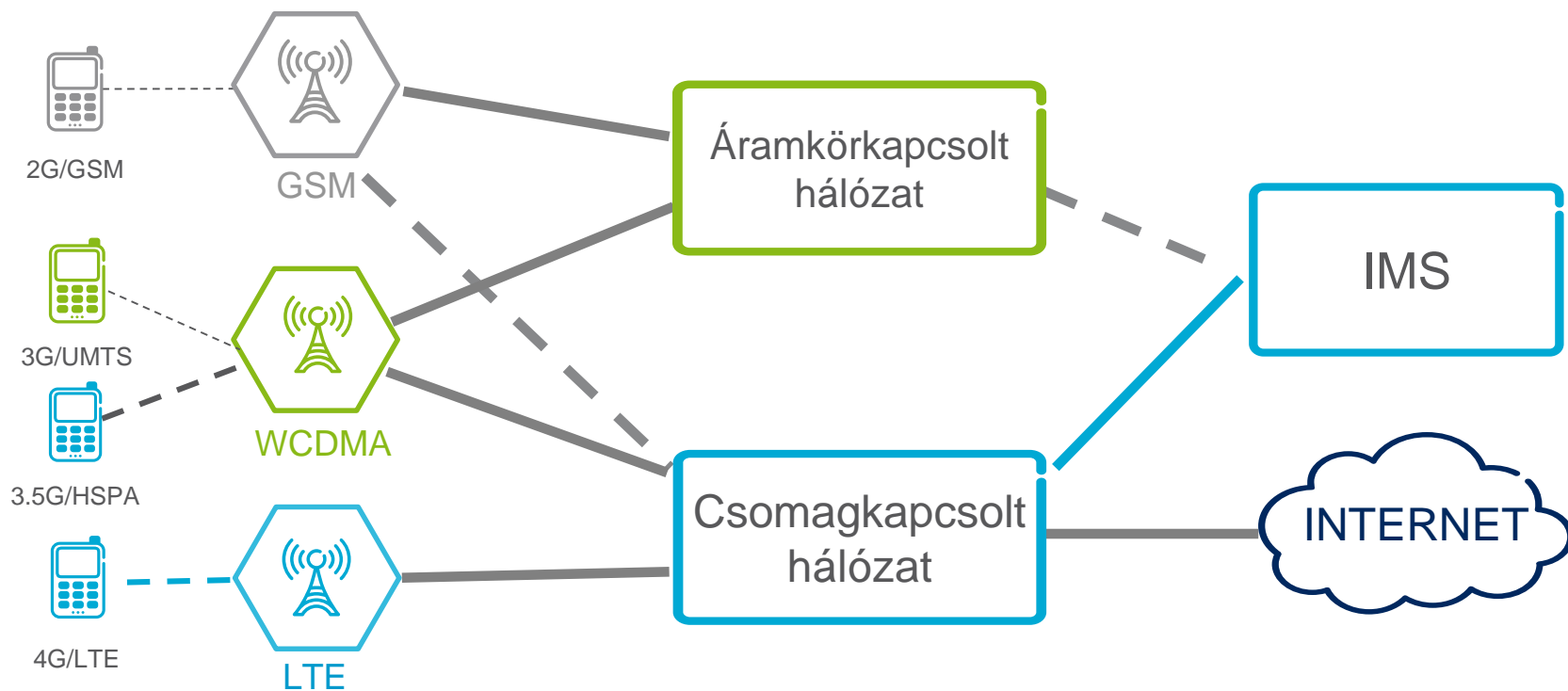
HD VOICE	
OPERATOR LAUNCHES	164
COUNTRIES	88

VoLTE – használat előfeltételei

- Hálózati támogatás
- Speciális chipset
 - 2 kapcsolat fenntartása (internet + IMS)
 - Média kodek támogatás
- VoLTE feature elérhetősége
 - SW upgrade
(példa: Samsung Galaxy S5 – 2014 június)
 - OS: Android 5+, iOS 8+
- Telefon beállítások

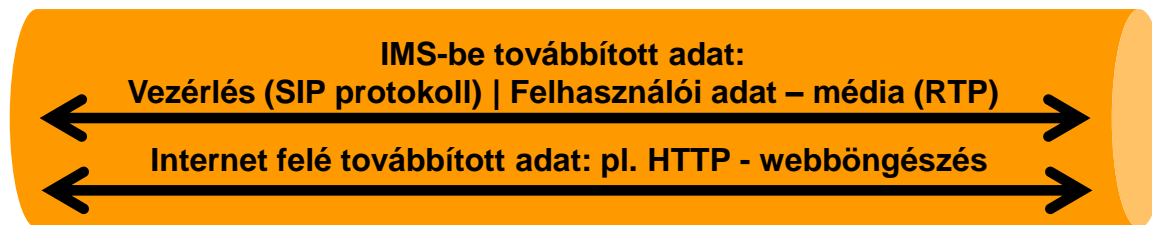
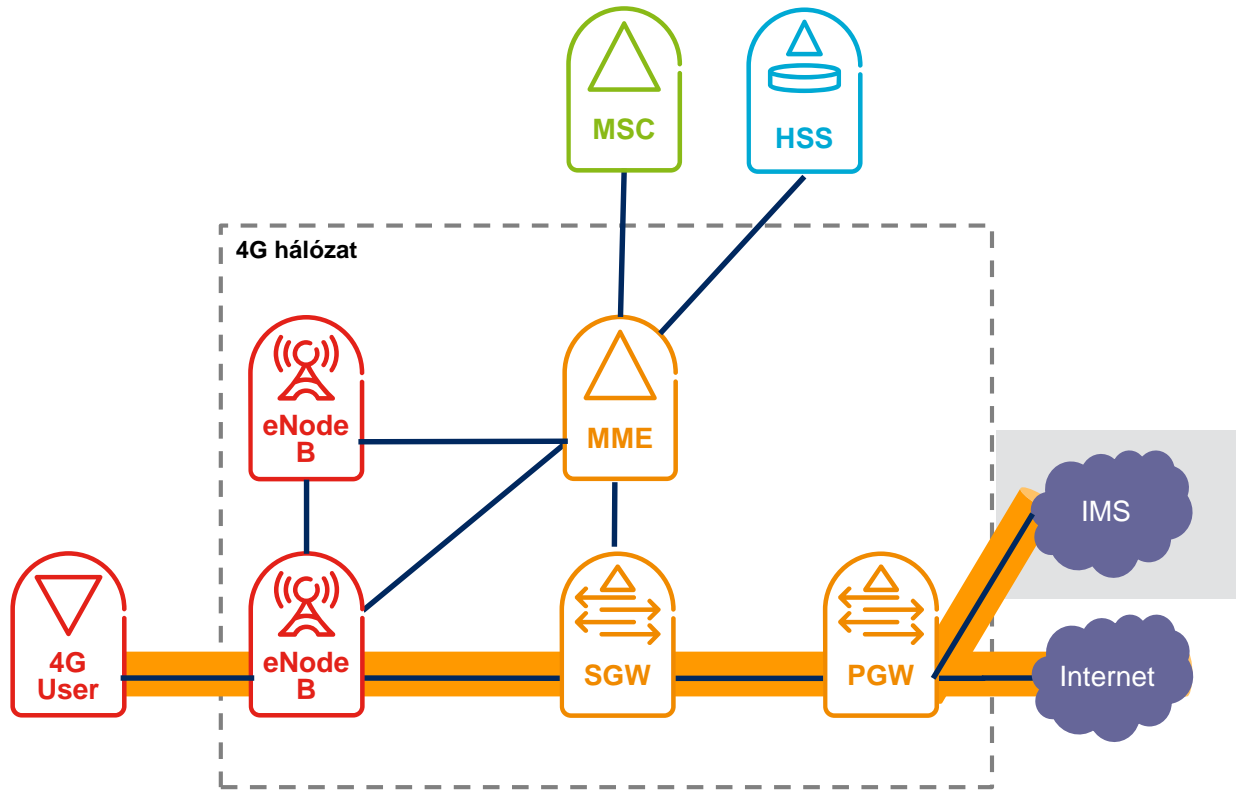


VoLTE – architektúra



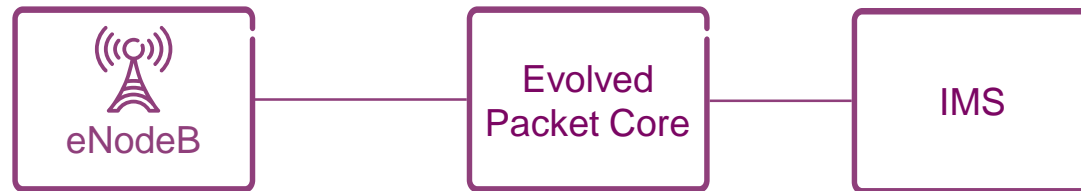
VoLTE – architektúra

- Újdonság az LTE architektúrához képest: IMS



GSMA IR.92

Követelmények VoLTE támogatáshoz



UE

- Média kodekek
- Adat transzport profilok
- Kiegészítő szolgáltatások
- Jitter buffer kezelés
- IMS Segélyhívások
- 2G/3G kompatibilitás

Bázisállomás

- Rádiós profil
- Hordozó hang számára
- Fejléc tömörítés
- Akkumulátor kímélés
- IMS Segélyhívások

EPC

- IMS kapcsolat kezelése, hordozók
- QoS profilok
- IMS cím felderítése
- IMS Segélyhívások

IMS

- Authentikáció
- Címzés: Tel-URI és SIP URI
- RTP, kodekek
- IPSec védelem
- Telefónia szolgáltatás**
- Kiegészítő szolgáltatások
- IMS Segélyhívások

VoLTE – LTE hordozók

- LTE emlékeztető: hogyan jut el egy csomag a felhasználótól a külső (internet) hálózatba
 - Rádiós interfész + tunnelek (GTP) → együtt hordozó
- Hordozó (bearer)
 - Logikai egység a felhasználói készülék (UE) és PGW között
 - Adott végponthoz / szolgáltatáshoz (pl. internet) kapcsolódik
 - APN: Access Point Name – végpont neve
- VoLTE
 - IMS kezeli a multimédia szolgáltatásokat
 - SIP vezérlő protokoll + RTP médiacsomagok
 - Ezeket az üzeneteket is el kell juttatni az LTE maghálózaton keresztül az IMS-be → hogyan lehetséges?
 - Hasonlóan, mint az internet esetében
 - DE! egy hívásnak más QoS (Quality of Service) követelményei vannak
 - 9 QoS osztály adott csomagvesztési rátával és késleltetéssel
 - QCI = QoS Class Identifier (QoS osztály azonosító)

□ Két hordozó típus

■ Default (alap) – QoS nem garantált

- Hálózatra csatlakozáskor épül fel (úgynevezett Attach procedúra során)
- Megmarad a hozzárendelés a hálózat lebontásáig (Detach)
- Több is létrehozható különböző szolgáltatásokhoz, példák:
 - LTE: csak Internet APN-hez tartozó Default hordozó
 - VoLTE: IMS és Internet APN-hez tartozó két külön Default hordozó

■ Dedicated (dedikált) – garantált QoS

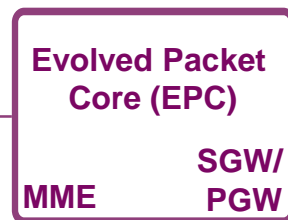
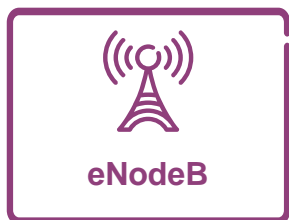
- Ideiglenesen épül fel például audio vagy video híváshoz
 - Hívás végén lebontásra kerül
- Mindig valamely default hordozóhoz kötődik
 - Pl. VoLTE hanghíváshoz tartozó dedikált hordozó az IMS APN-hez

□ UE és PGW kényszeríti ki a QoS-t

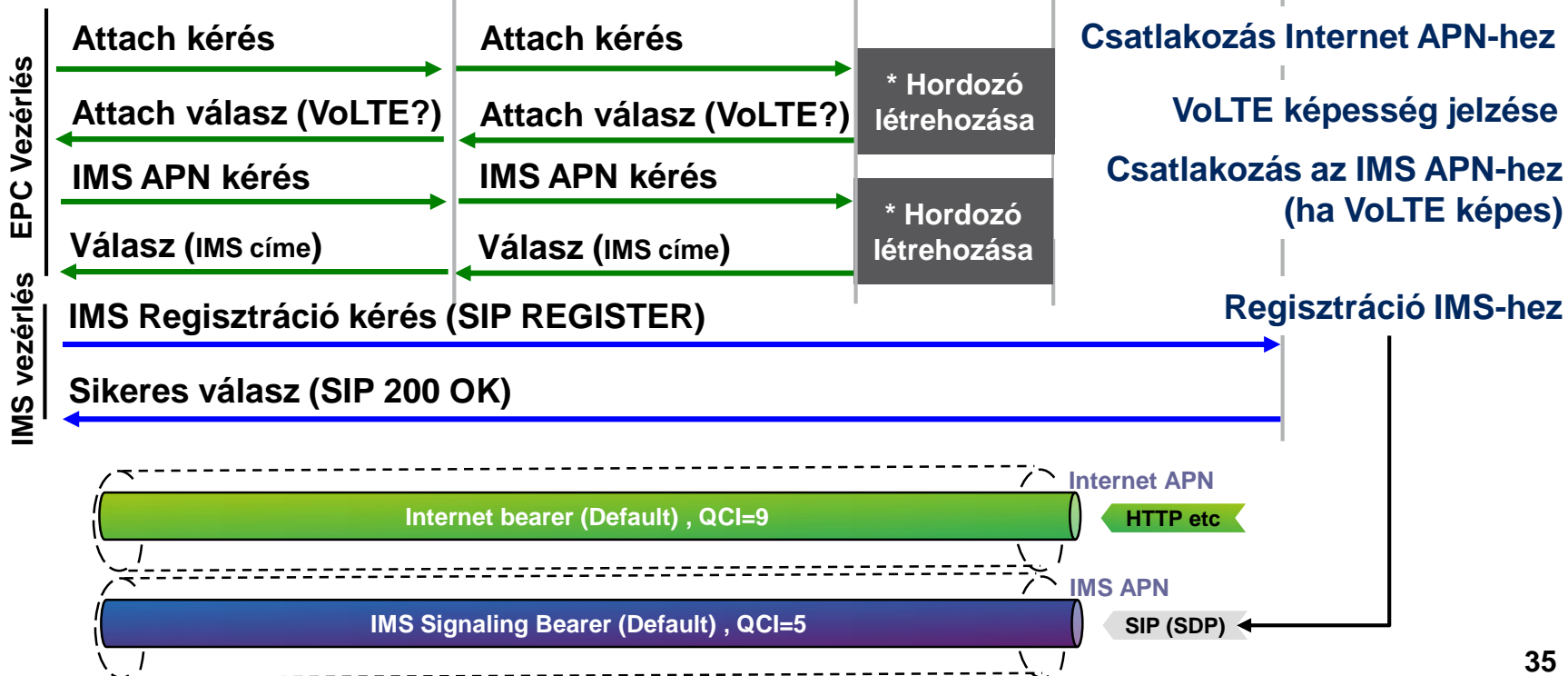
- Prioritizálás, sávszélesség/forgalomszabályozás
- Forrás/cél IP és port valamint protokoll alapján

VoLTE – kapcsolódás a hálózathoz

Nem vizsgaanyag



Hálózatkeresés



* Emlékeztető | Hordozó: UE-PGW közt, rádiós interfész + tunnelek

VoLTE – hívásfelépítés

Nem vizsgaanyag

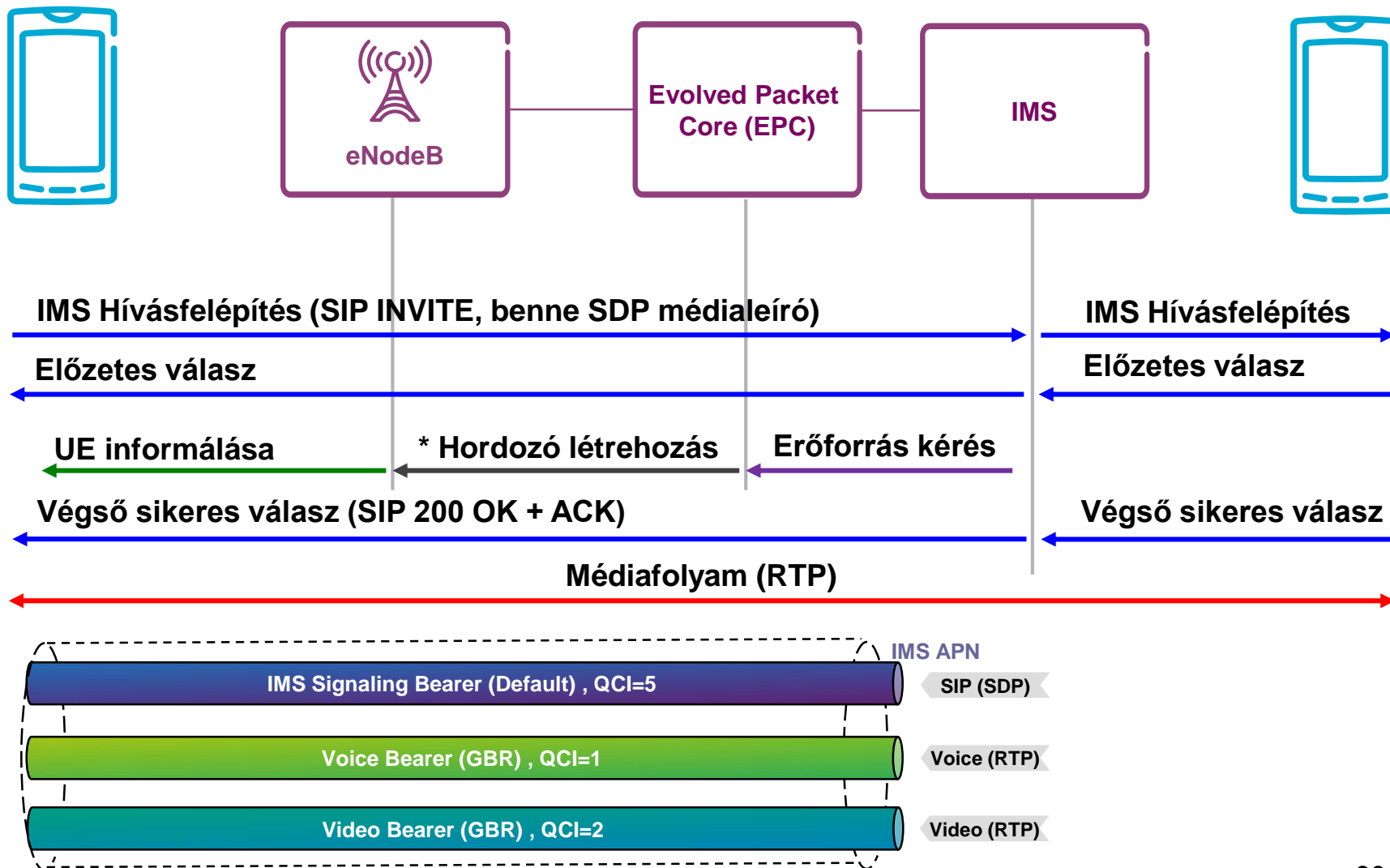
Bevezető

4G / LTE

VoLTE

VoWiFi

5G



* Emlékeztető | Hordozó: UE-PGW közt, rádiós interfész + tunnelek

- ICS (IMS Centralized Services)
 - Multimédia szolgáltatás az IMS-től 2G/3G-n is
- CSFB (Circuit Switched Fall Back)
 - Hívásindításkor fallback 2G/3G-re
 - Hívásfogadáskor a „paging” LTE-n történik
 - Adatkapcsolat – 2 opció
 - Megszakad amíg a hívás be nem fejeződik
 - 2G/3G-re átkerül → lassabb adatsebesség
 - Attach szükséges 2G/3G és 4G rendszerhez is
 - Nagy hívásfelépülési idő
- SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity)
 - Hívás közben handover 4G-ről 2G/3G-re a hívás megszakadása nélkül
 - rSRVCC (Reversed SRVCC): 2G/3G-ről 4G-re
 - UE az Attach során jelzi, hogy támogatja-e az SRVCC-t

VoLTE összefoglaló

- VoLTE = LTE + IMS + specifikus követelmények a hálózat különböző részeire
- Hordozók
 - Internet APN – internetes adatcsomagok továbbítása
 - IMS APN – multimédiás (pl.hang) szolgáltatások
 - Vezérlés: SIP (a default/alap hordozón)
 - Felhasználói adat: RTP (dedikált hordozón)
- Hálózathoz kapcsolódás és hívásfelépítés lépései
- 2G/3G kompatibilitás
 - ICS, CSFB, SRVCC

VoWiFi – Voice over WiFi

□ Motiváció

- Otthoni beltéri lefedettség – VoLTE hívás problémás lehet → lefedettség kiterjesztés
- 4G cellák és frekvenciahasználat csökkentése (offload)

□ Opciók

- LTE Femtocellák (3G femtocellák cseréje)
- VoWiFi
 - Kiegészítő szolgáltatásként
 - Szolgáltatás folytonosság WiFi kihasználásával
 - Meglévő infrastruktúra
 - Telefonnak támogatnia kell (pl. iOS 8+)

□ Előnyök

- Nem kell külön alkalmazás
- Meglévő hívószám használata
- Hívásindítás
 - 2G/3G/VoLTE/WiFi transzparens módon
- Hívás közben
 - Hívás folytonosság – LTE-VoWiFi vagy WiFi-WiFi handover
- Azonos számlázás, mint VoLTE esetben
 - Hozzáférés független szolgáltatás
- Nincs roaming díj

□ Trusted / Untrusted

- Trusted: ugyanaz az operátor biztosítja a mobil és WiFi szolgáltatásokat
- Untrusted: tetszőleges WiFi hozzáférési pont használata

VoWiFi – architektúra („untrusted”)

Interfész neveket
nem kell tudni

□ ePDG

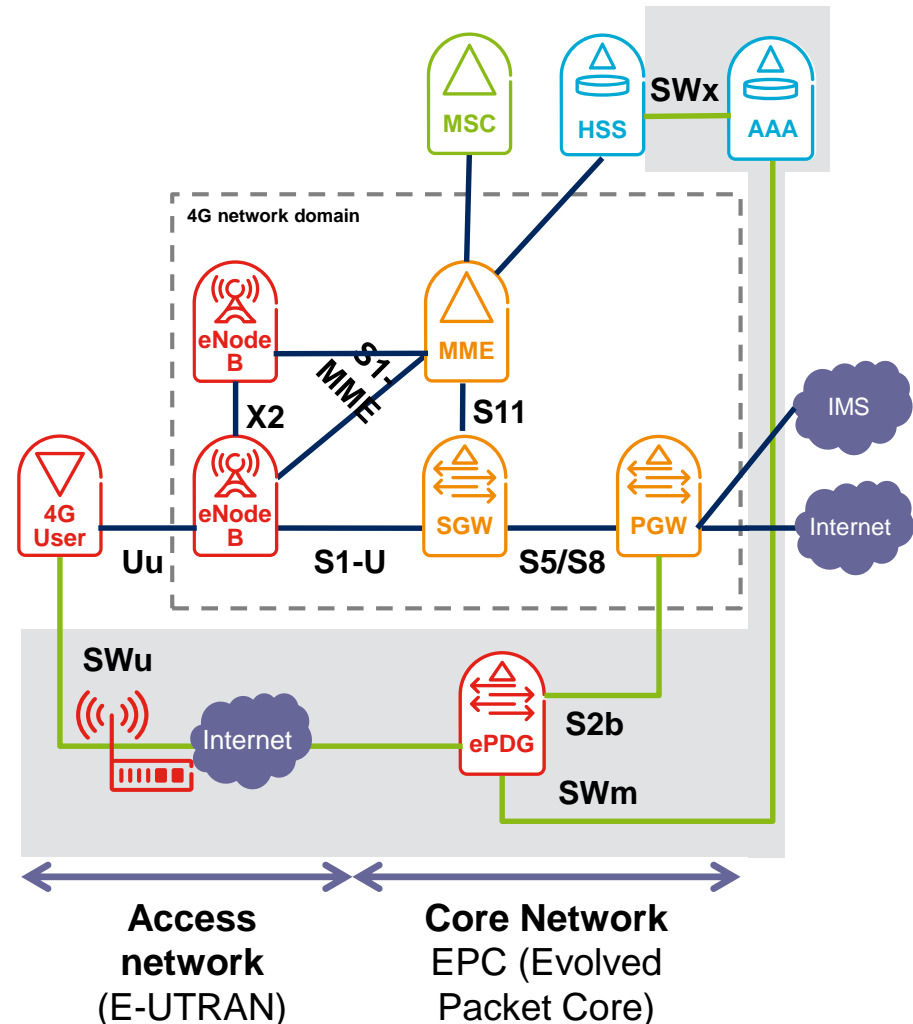
- Evolved Packet Data GW
- Biztonságos kapcsolat (IPSec) kiépítése a 4G készülékkel
- PGW választás
- Mobilitás

□ AAA

- Authentication, Authorization, Accounting
- Biztonsági kulcs

□ HSS

- Felhasználói adatok



Bevezető

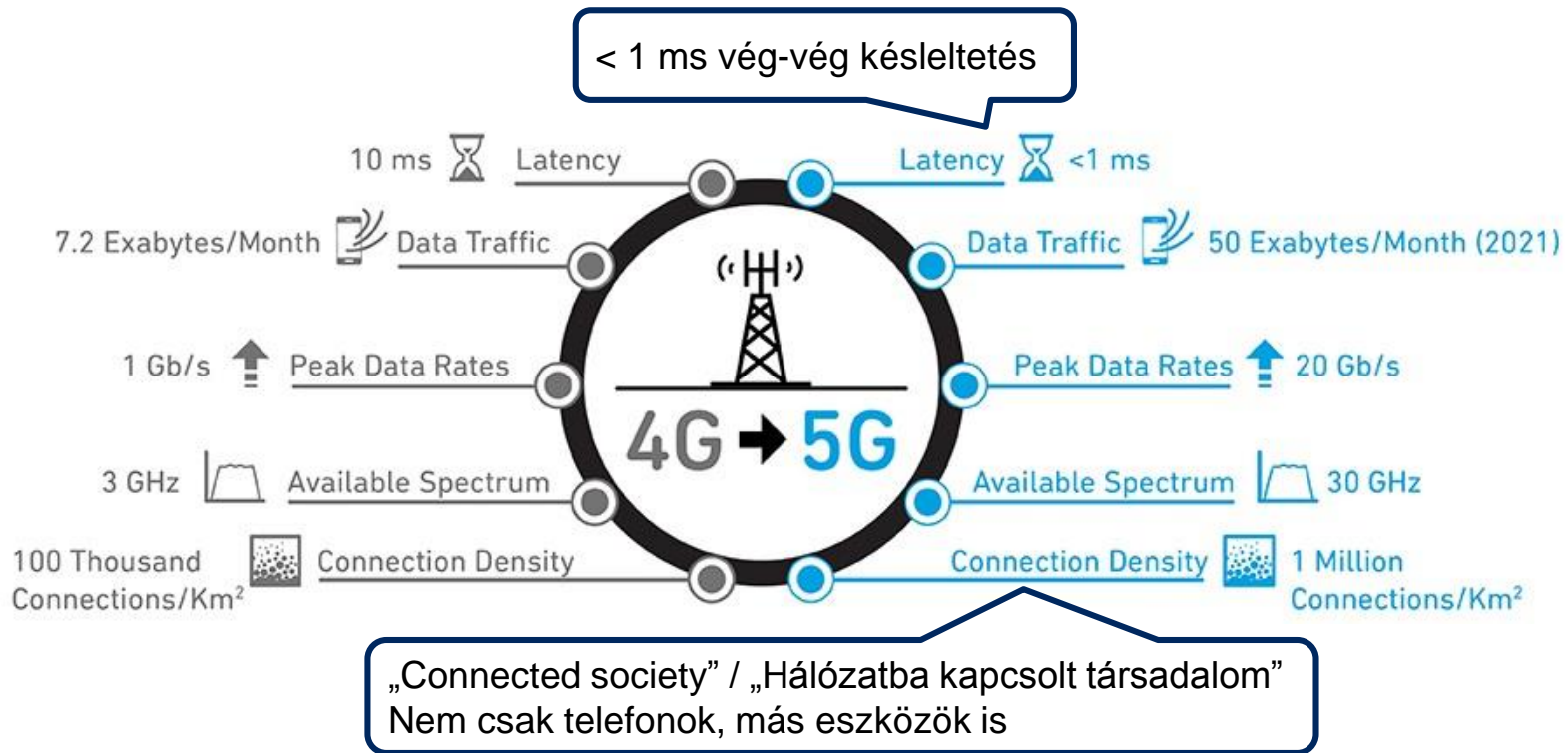
4G / LTE

VoLTE

VoWiFi

5G

4G → 5G



Költséghatékony

- Kisebb átviteli költség / bit
- Kisebb energiafogyasztás / bit

Nagysebességű adatátvitel – 1-10 Gbps

- Új rádiós interfész (NX) – 6-100 GHz sáv
- 10x spektrális hatékonyság

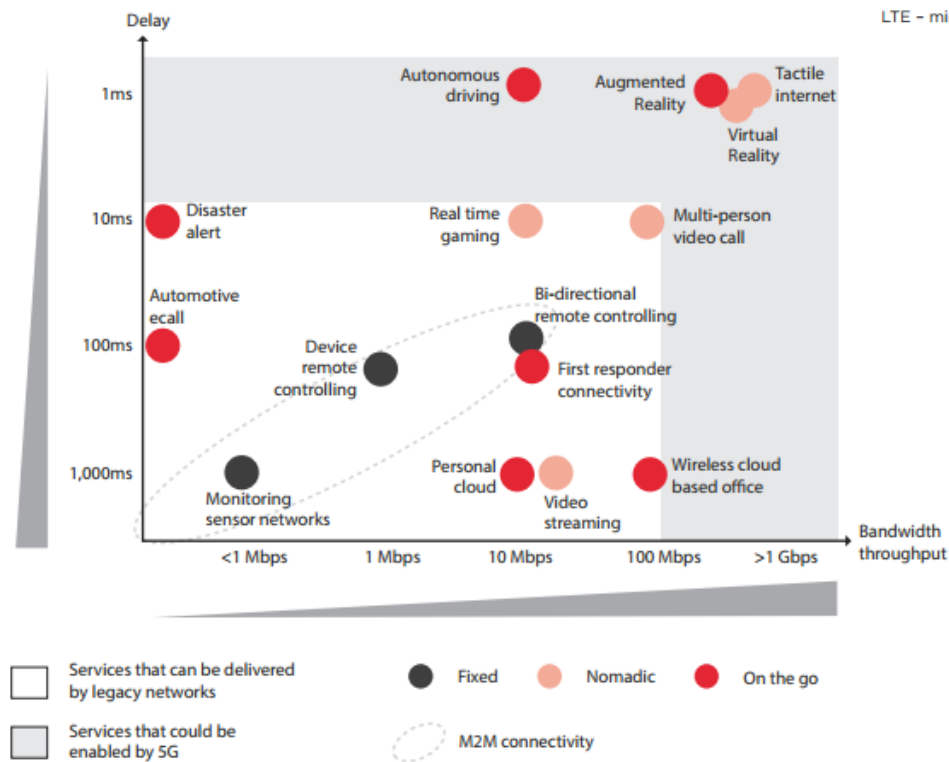


Figure 1: Bandwidth and latency requirements of potential 5G use cases
Source: GSMA Intelligence

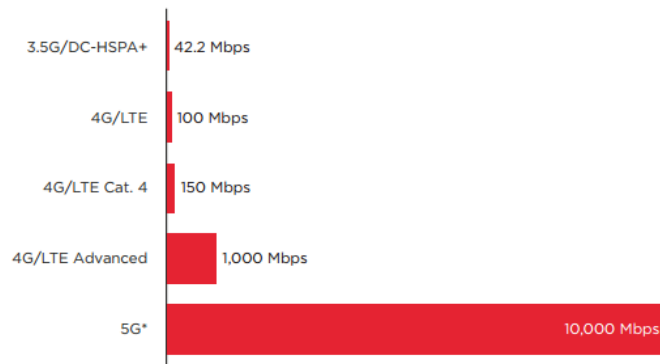
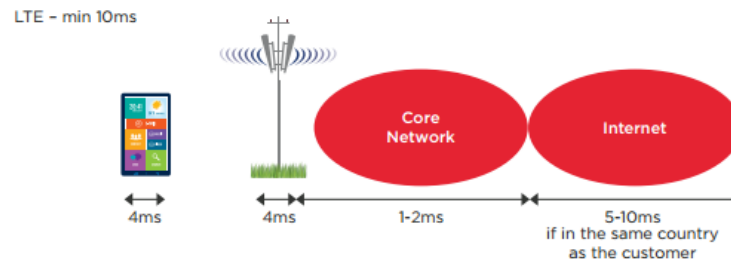


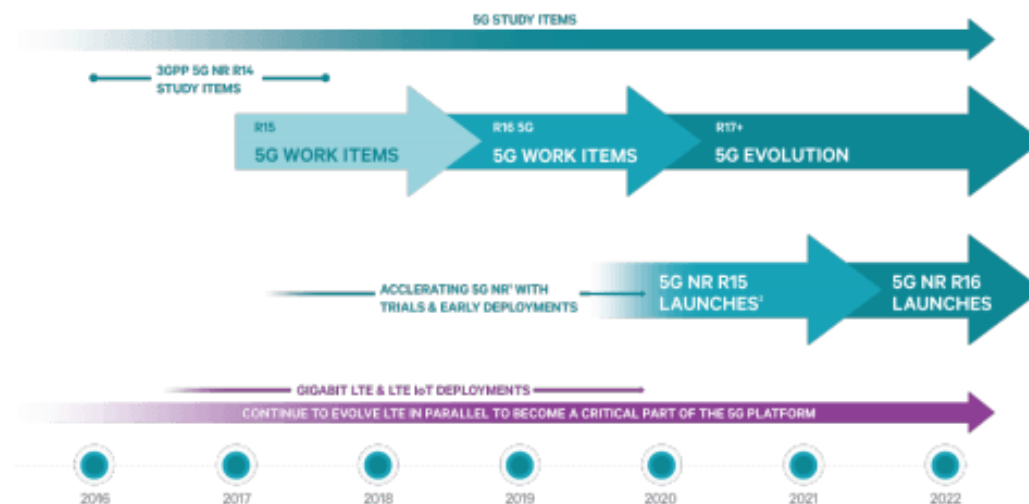
Figure 2: Maximum theoretical downlink speed by technology generation, Mbps
(*10 Gbps is the minimum theoretical upper limit speed specified for 5G)
Source: GSMA Intelligence

- Access Network / Hozzáférési hálózat
 - MIMO, Vivő aggregálás, Beamforming, LTE-U továbbfejlesztése
 - Rugalmas spektrumallokáció
 - Heterogén hálózat / SmallCells
- Core Network / Maghálózat
 - Network slicing (hálózatszeletelés)
 - Alkalmazási igények mentén több különböző (pl. Telekom/IoT/Industry) maghálózat
 - NFV – Network Function Virtualization
 - Hálózati funkciók virtualizálása, szoftver – hardware függetlenítés
 - Szakítás a telekommunikációs szemlélettel → IT
 - Infrastruktúra megosztása
 - SDN – Software Defined Networking
 - NFV kiegészítése a topológia dinamikus konfigurálásának lehetőségével

5G helyzetkép

Csak a nagy sárga kockákhoz ("1. szintű pöttyök") tartozó 3 sort kell megtanulni

- 2016/2017 – 5G teszt
 - 800MHz sávszélesség 15 GHz-en (Ericsson & SK Telekom)
 - 1 Gbps végpontok közötti sebesség
 - 4 ms késleltetés
 - Handover teszt nagy sebesség mellett (KDDI & Samsung)
 - Telekom + Ericsson: első 5G kapcsolat (22 Gbps)
- Szabványosítás folyamatban
 - 3GPP: Release 15 (2017-2018)
- 2020-tól kereskedelmi elterjedés



Referenciák

□ LTE

- <https://www.youtube.com/channel/UCf5srFJ-JofnE8r-bn1o1VA>
- <http://www.netmanias.com/en/?m=kws&g=80>
- LTE – <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>
- EPC – <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/100-the-evolved-packet-core>
- LTE-A – <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/97-lte-advanced>
- LTE-A Pro – http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1745-lte-advanced_pro
- CA/LTE-U – <https://www.netmanias.com/en/post/reports/8532/laa-lte-lte-u-lwa-mptcp-wi-fi/analysis-of-lte-wifi-aggregation-solutions>
- SmallCells / HetNet – <http://www.3gpp.org/hetnet>

□ VoLTE

- <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads//IR.92-v10.0.pdf>
- <http://www.gsma.com/futurenetworks/technology/volte/>
- Miikka Poikselkä, Harri Holma, Jukka Hongisto, Juha Kallio and Antti Toskala: Voice over LTE (Wiley)

□ VoWiFi

- <http://www.gsma.com/network2020/technology/vowifi/>

□ 5G

- <http://www.gsma.com/network2020/technology/understanding-5g/>
- <https://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/wp-5g.pdf>

Alapfogalmak

- DL = downlink, letöltési irány
- UL = uplink, feltöltési irány

Technológiák

- LTE / LTE-A = Long Term Evolution Advanced
- VoLTE / ViLTE = Voice/Video over LTE
- VoWiFi = Voice over WiFi
- EPC = Evolved Packet Core

Technikai megoldások

- FDD / TDD =
Frequency/Time Division Duplexing
- OFDMA =
Orthogonal Frequency Division Multiple Access
- SISO = Single In, Single Out
- (MU-)MIMO =
(Multi-User) Multiple In, Multiple Out
- CoMP = Coordinated Multi Point Operation
- LTE-U = LTE-Unlicensed
- ICIC: Inter-Cell Interference Coordination

2G/3G kompatibilitás

- ICS (IMS Centralized Services)
- CSFB (Circuit Switched Fall Back)
- SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity)

Hálózati elemek

- DeNodeB = Donor eNodeB
- SGW = Serving Gateway
- PGW = Packet Gateway
- MME = Mobility Management Entity
- HSS = Home Subscriber Server
- IMS = IP Multimedia Subsystem
- ePDG = Evolved Packet Data Gateway
- AAA = Authentication, Authorization, Accounting

Protokollok (*nem kell tudni*)

- GTP = GPRS Tunnelling Protocol
- SIP = Session Initiation Protocol
- SDP = Session Description Protocol
- RTP = Real-Time Transport Protocol

Hordozók, alagutak, minőségbiztosítás

- APN = Access Point Name
- TEID = Tunnel Endpoint Identifier
- QoS = Quality of Service
- QCI = QoS Class Identifier

5G

- NFV = Network Function Virtualization
- SDN = Software Defined Networking