



# Túl a „4G”-n, mi jöhet az LTE (Rel - 8) után?

Kiss Tamás – dr. Fiala Károly (Magyar Telekom)

HTE Rádiótávközlési Szakosztály

2014. február 24.

Budapest, Szerémi út 4. „T-Mobile” ép.



LIFE IS FOR SHARING.

# TARTALOM

I. Bevezetés: mi a mobil szélessávú rendszerek fejlesztésének fő ösztönzője?

II. Alapfogalmak

III. Nemzetközi áttekintés az LTE-ről

IV. LTE spektrum aspektusok

V. Az igazi 4G (LTE – Advanced )- nemzetközi áttekintés

VI. Áttekintés az „5G”-ről

VII. Részletes műszaki áttekintés

VIII. Konklúziók

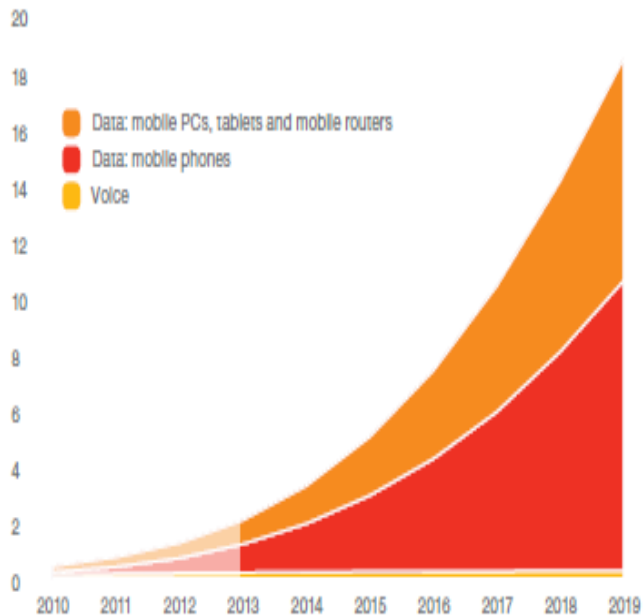
# I.BEVEZETÉS: MI A MOBIL SZÉLESSÁVÚ RENDSZEREK FEJLESZTÉSÉNEK FŐ ÖSZTÖNZŐJE?



# I./1 MOBIL ADATFORGALOM NÖVEKEDÉS 2013-2019

(ERICSSON MOBILITY REPORT- November 2013)

Global mobile traffic (monthly ExaBytes)

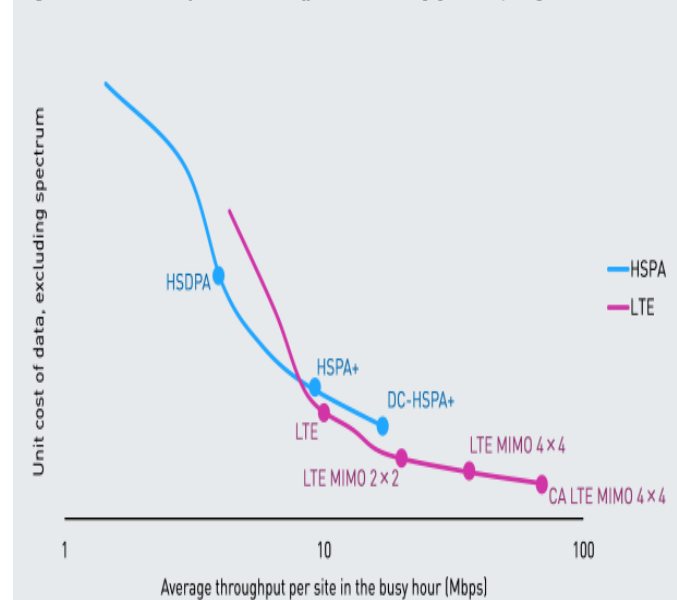


10X

growth in mobile data traffic between 2013 and 2019

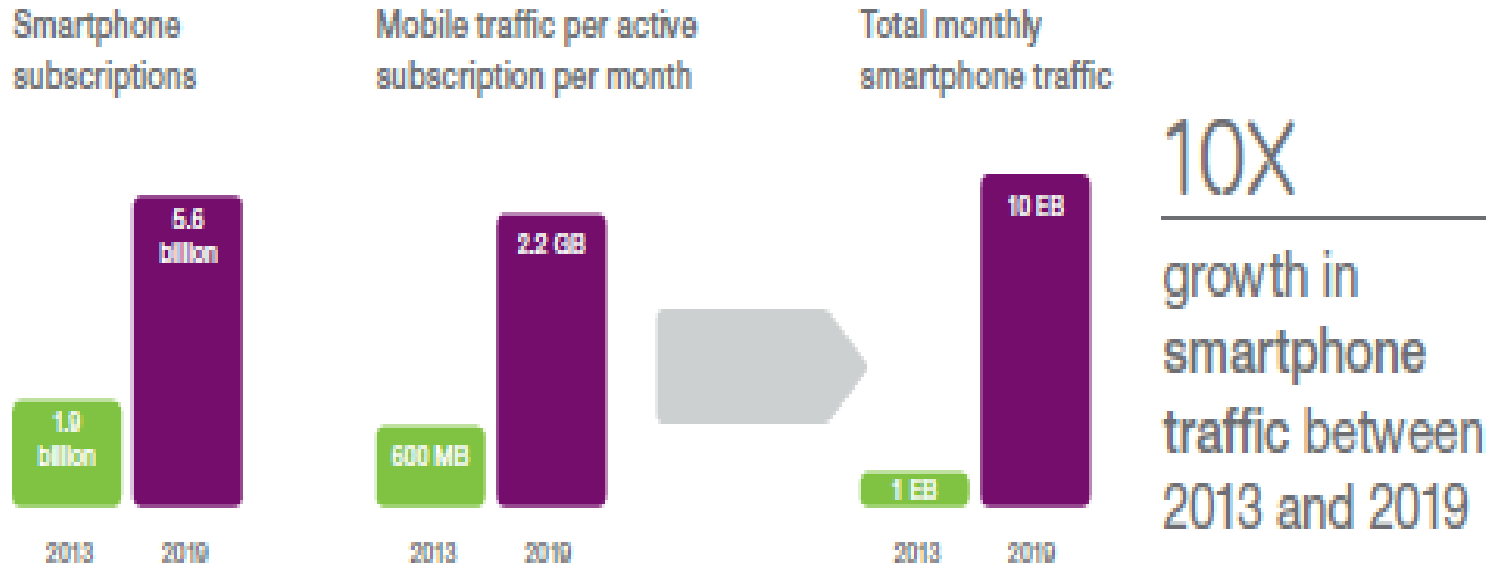
In 2013, mobile traffic generated by mobile phones will exceed that generated by mobile PCs, tablets and routers

Figure 1: The unit cost of mobile data traffic [Source: Analysys Mason, 2013]



- A mobil adatforgalom prognosztizált egyre gyorsuló növekedése spektrálisan egyre hatékonyabb mobil rendszereket (és ezzel egyre csökkenő 1 MB-ra eső szállítási egységköltségeket) és új frekvenciasávok igénybevételét teszi szükségessé (GSMA: a meglévő sávokkal együtt összesen 1600-1800 MHz 2020-ra).

# I./2 OKOS TELEFON ELŐFIZETÉS/FORGALOM NÖVEKEDÉS 2013-2019 (ERICSSON MOBILITY REPORT- November 2013)

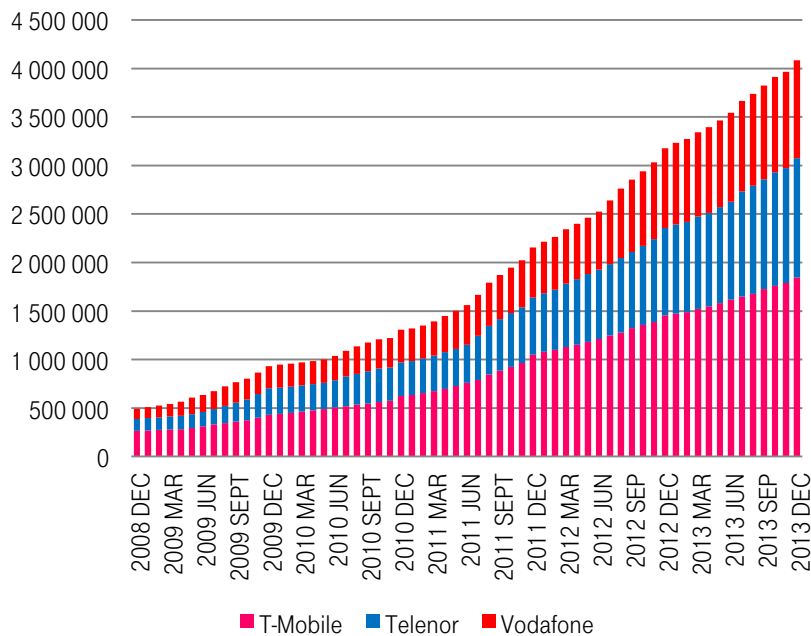


Active subscriptions here refer to the number of used devices, i.e. not including multiple-sims or inactive devices.

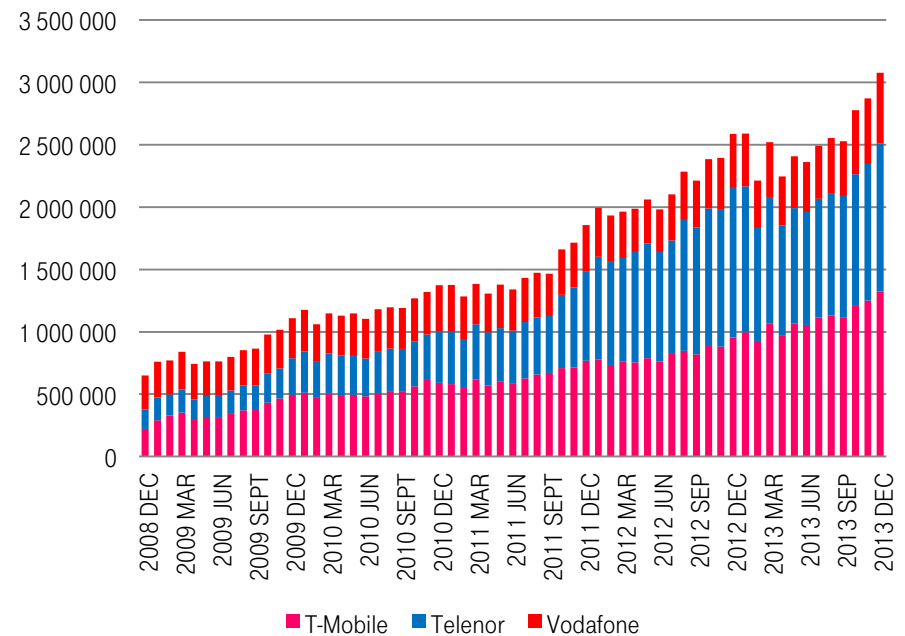
- Az okos telefon előfizetések száma 3x lesz, az egy előfizető havi átlagforgalma közel 4x lesz, a teljes okos telefon adatforgalom 10x lesz 2013 és 2019 között a világban.

# I./3 MOBILINTERNET HAZAI TREND (2008-2013)

## Mobilinternet előfizetőszám



## Mobilinternet adatforgalom (GB)



Magyarországon a nemzetközi trendhez hasonlóan dinamikus mobilinternet előfizetőszám növekedés (kb. 8x) és mobilinternet adatforgalom növekedés (kb. 5x) volt az elmúlt 5 évben.

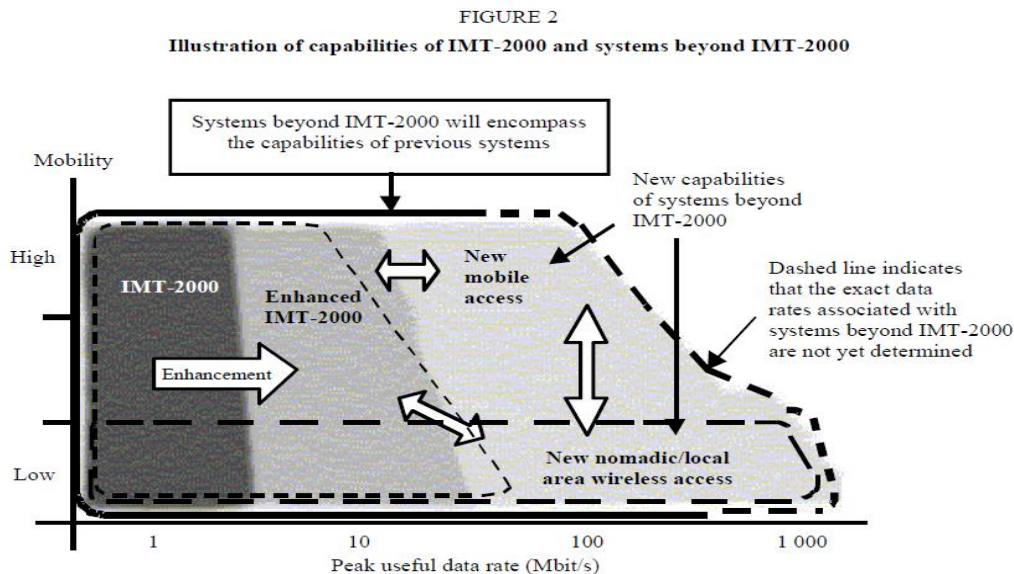
## II. ALAPFOGALMAK



# II/1 MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓK-ITU



A 3GPP *Release-8* LTE, mint az **IMT-2000 CDMA Direct Spread** (UTRA-FDD) továbbfejlesztett változata (E-UTRAN) nemzetközi szabványosítási szempontból (ITU-R M.1457 IMT-2000 ajánlás) 3G rendszernek tekinthető, de a bevezetésében élenjáró országokban (USA, Svédország, Norvégia) az LTE- alapú szolgáltatásokat „4G” szolgáltatásként értékesítették. Az igazi 4G az **IMT-Advanced** (ITU-R M.2012 IMT Advanced ajánlás) rendszer, ennek egy, az ITU által elfogadott változata az LTE - Advanced. Az ITU az operátorok igényére kiterjesztette a „4G” definíciót a továbbfejlesztett 3G rendszerekre ( LTE, WiMAX, HSPA+) is, amelyek az igazi 4G előfutárainak tekinthetők.

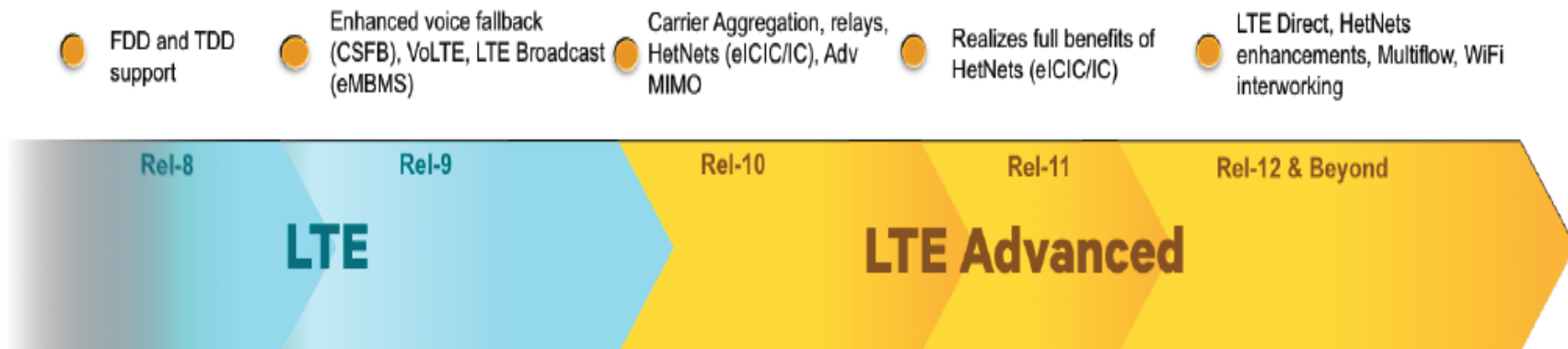


Az ITU-R M.1645 ajánlás szerint az LTE tulajdonképpen egy **továbbfejlesztett 3G rendszernek** (Enhanced IMT-2000) tekinthető. Az IMT-2000-en túli rendszerek (IMT-Advanced) kis sebességnél 1 Gbit/s körüli csúcsebességre, nagy mobilitásnál kb. 100 Mbit/s sebességre képesek.



# II/2 MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓK-3GPP

A Harmadik Generációs Partnerkapcsolati Projekt (3GPP) keretében 6 regionális távközlési szabványügyi szervezet (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA, TTC) 1998 óta folyamatosan dolgozza ki az újabb és újabb műszaki specifikáció sorozatokat a 3G, majd a 4G rendszerek számára.



<sup>1</sup> Peak rates for 10 MHz or 20 MHz FDD using 2x2 MIMO, standard supports 4x4 MIMO enabling peak rates of 300 Mbps.; <sup>2</sup> Peak data rate can exceed 1 Gbps using 4x4 MIMO and at least 80 MHz of spectrum (carrier aggregation), or 3GBps with 8x8 MIMO and 100MHz of spectrum. Similarly, the uplink can reach 1.5Gbps with 4x4 MIMO.

A világban 2009 decembere óta (tömegesen 2011 óta) telepített és kifejezetten marketing megfontolásból már „4G”-nek nevezett LTE hálózatok a 3GPP *Release-8* műszaki specifikációknak felelnek meg. Az LTE-Advanced (LTE-A) rendszer alatt a 3GPP *Release 10*-től kezdődő műszaki specifikációjú rendszert értjük, amihez egy **evolúciós fejlődés** révén jutunk el az LTE (Rel-8) rendszertől. Az elsőnek megvalósított LTE-A hálózati képesség a vivőegyesítés (Carrier Aggregation: CA), ami a rádióspektrum hatékony felhasználásában jelentős előrelépésnek tekinthető.

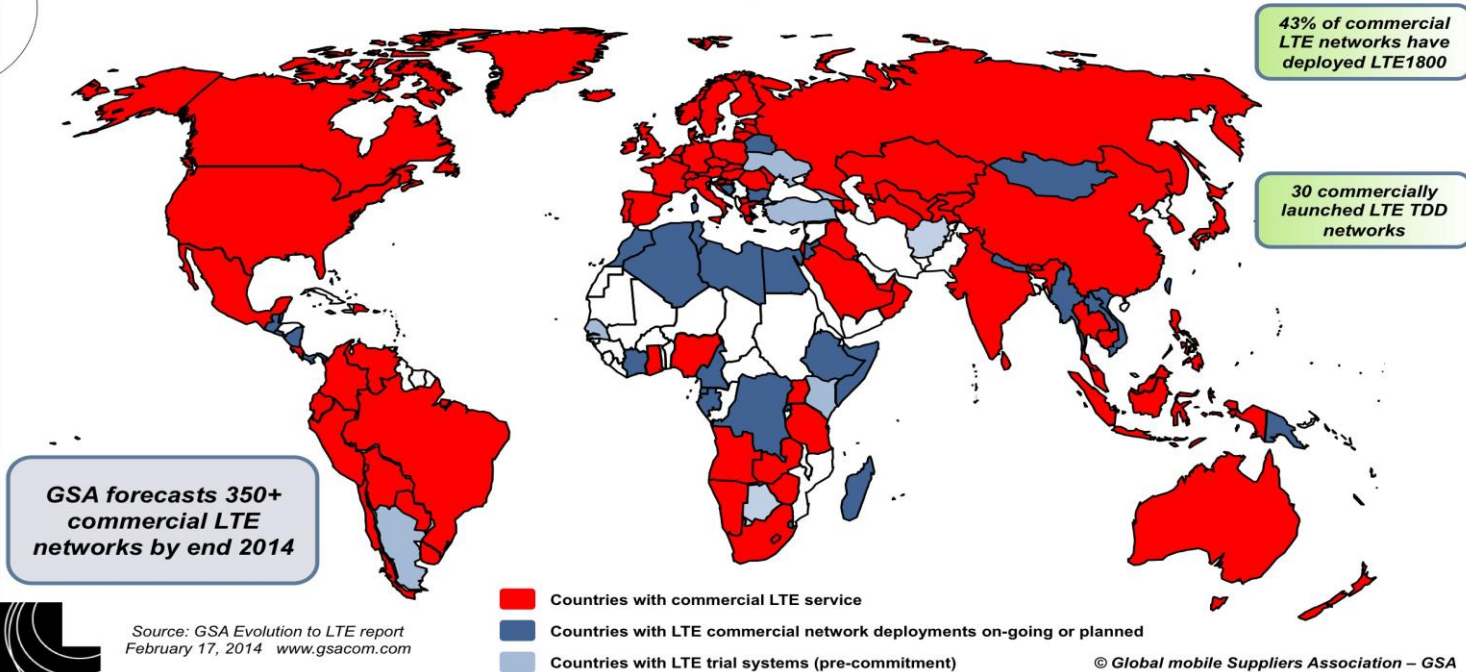
# III. NEMZETKÖZI ÁTTEKINTÉS AZ LTE-RŐL



# III/1 KIINDULÁS: HOL TARTUNK MA AZ LTE TELEPÍTÉSEKBEN?

274 LTE networks commercially launched in 101 countries

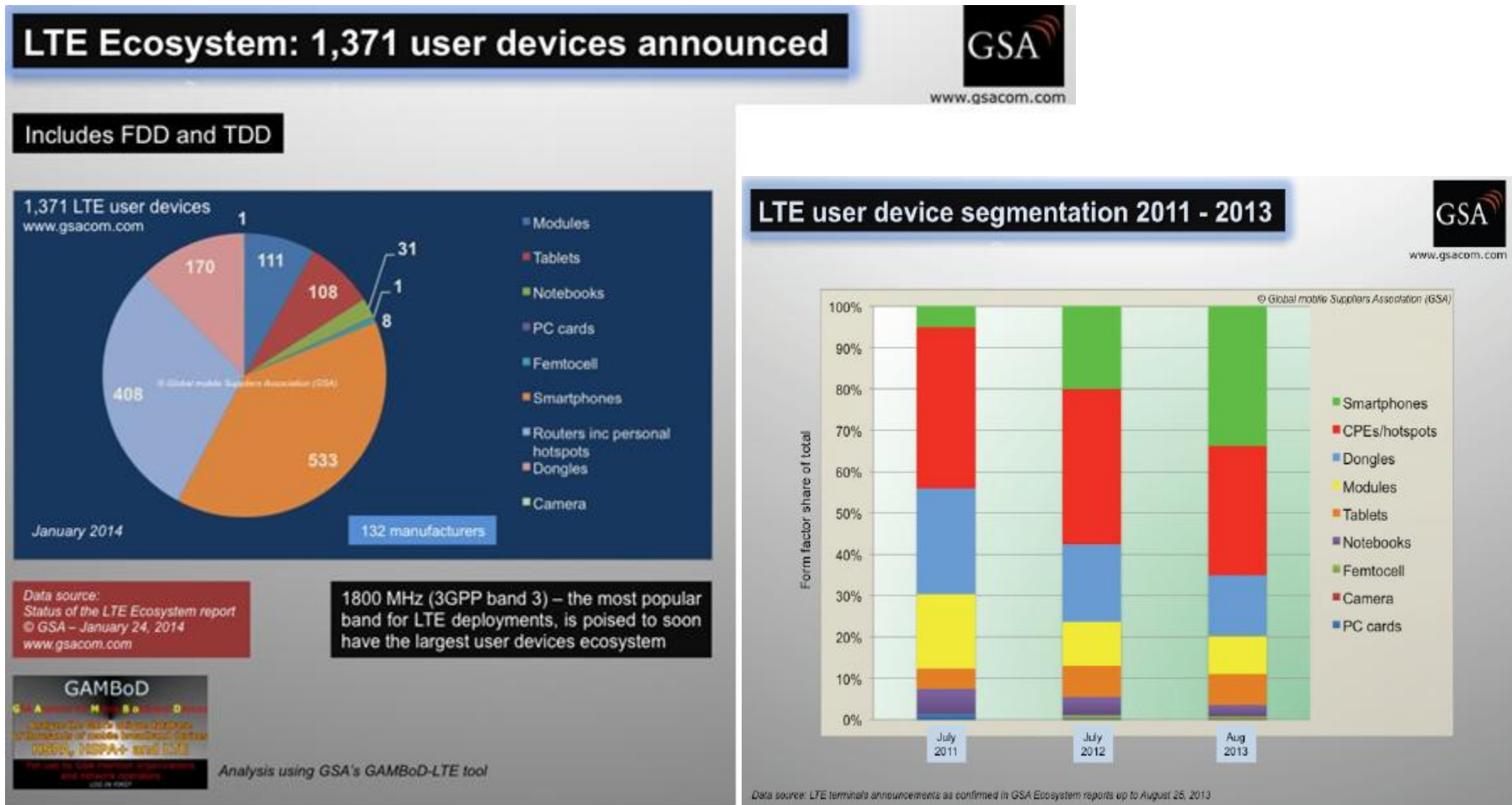
- 58% more countries with LTE service since 2012
- Ghana, Peru, Zambia and Cambodia are the latest nations to launch LTE service
- 157.7 million LTE subscriptions worldwide total: Q3 2013



Az LTE a valaha is kifejlesztett leggyorsabban elterjedő mobil hálózati technológia, mára már valódi globális elterjedtséggel (274 LTE kereskedelmi hálózat 101 országban - 2014. február 17)!



# III/2 LTE FELHASZNÁLÓI ESZKÖZÖK MEGOSZTLÁSA

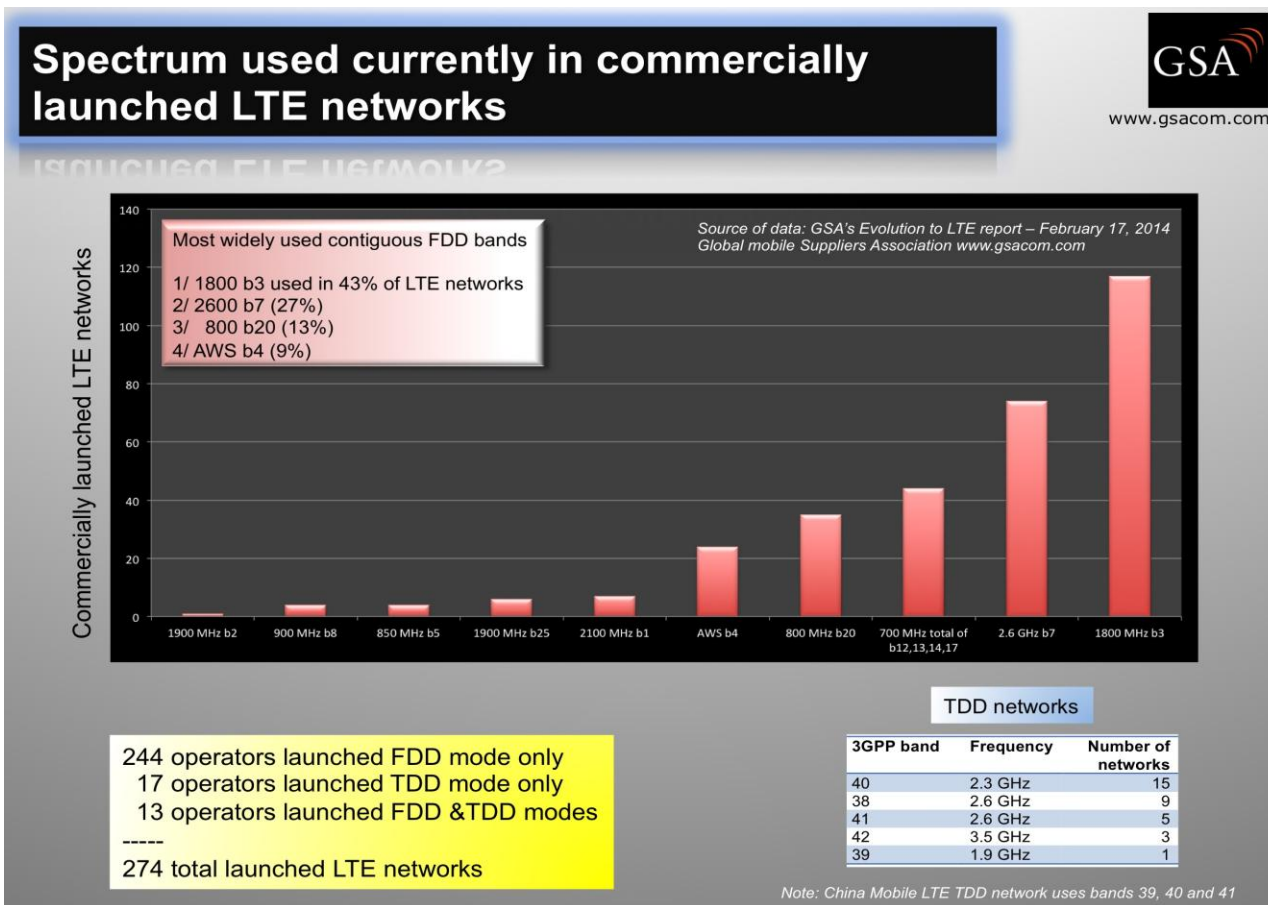


Az LTE felhasználói eszköz kínálat rendkívül széleskörű (1371) és a jövőben is dinamikus választéknövekedés várható. A legelterjedtebb LTE felhasználói eszközök az okos telefonok, a routerek és az USB modemek.

# IV. LTE SPEKTRUM ASPEKTUSOK

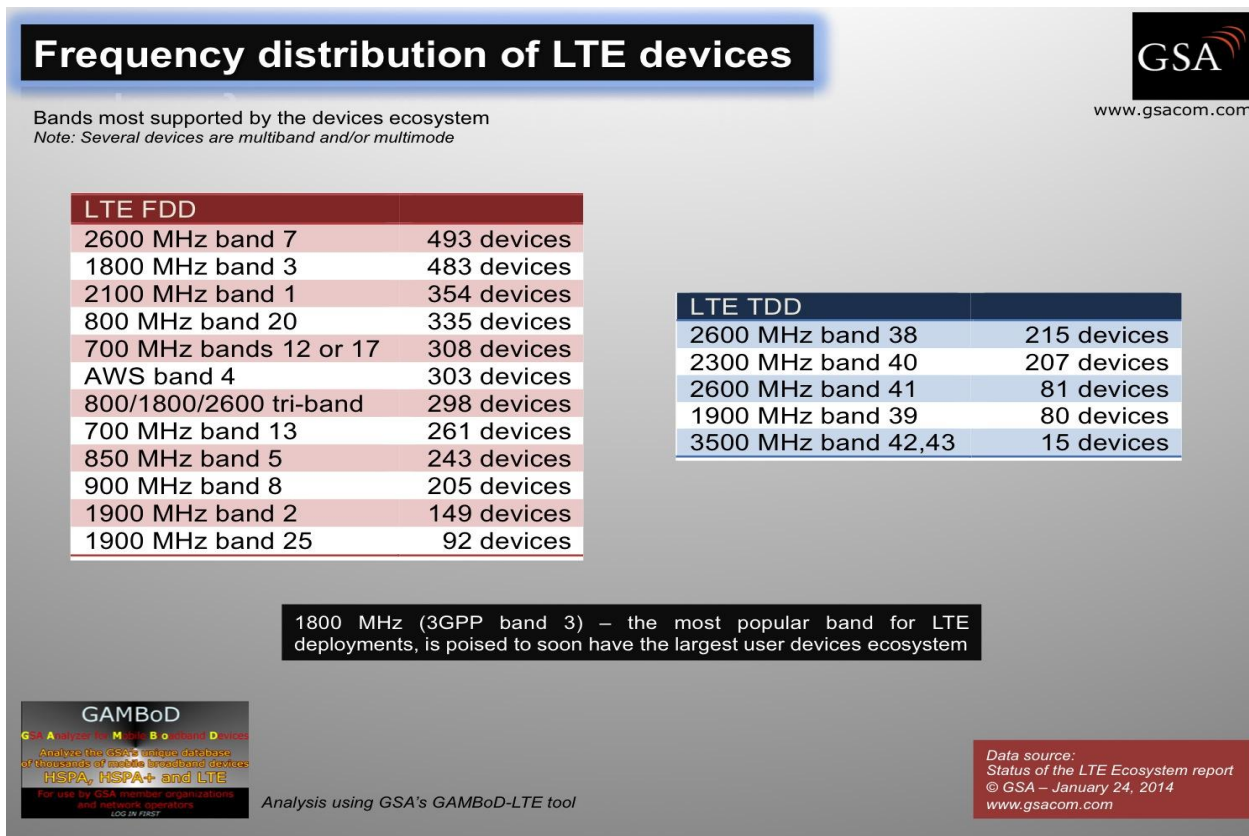


# IV/1 LTE HÁLÓZATOK MEGOSZTLÁSA FREKVENCIASÁV SZERINT



A világon a legelterjedtebben használt FDD sáv az LTE hálózatokban az **1800 MHz-es** sáv (43 %), ezt követi a 2600 MHz (27 %) valamint az USA-ban a 700 MHz-es sávok és Európában a 800 MHz-es DD1-sáv (13 %). A TDD sávok közül a 2.3 GHz-et használják a legelterjedtebben (15 hálózat), ezt követi a 2.6 GHz-es sáv (9 hálózat). A GSA adatai szerint 13 operátor mind FDD, mind pedig TDD üzemmódot használ.

# IV/2 LTE FELHASZNÁLÓI ESZKÖZÖK MEGOSZTLÁSA FREKVENCIASÁV SZERINT



A legtöbb LTE FDD felhasználó eszköz a **2600 MHz-es** sávban van (493), ezt követi az 1800 MHz-es sáv (483) és a 2100 MHz-es sáv (354), megelőzve a 800 MHz-es sávot (335). A TDD sávban a 2600 MHz-es eszközök (215) a legelterjedtebbek, ezt követi a 2300 MHz-es sáv (207).

# V. LTE-ADVANCED (LTE-A)- NEMZETKÖZI ÁTTEKINTÉS





# V./1 LTE-A (REL-10: CARRIER AGGREGATION) – GLOBÁLIS STÁTUSZ

## LTE-Advanced - globális státusz



www.gsacom.com

Jelenleg számos operátor telepít vagy tesztel vivő egyesítést (Carrier Aggregation:CA) megvalósító hálózatot

Kereskedelmi LTE-Advanced hálózatok CA képességgel:

- *LG U Plus (Dél-Korea): 20 MHz (850 MHz sáv) + 20 MHz (2100 MHz sáv)*
- *KT (Dél-Korea): 10 MHz (1800 MHz sáv) + 10 MHz (900 MHz sáv)*
- *SK Telecom: 10 MHz (1800 MHz sáv) + 10 MHz (850 MHz sáv)*
- *EE (Egyesült Királyság): 20 MHz (1800 MHz sáv) + 20 MHz (2600 MHz sáv)*

Forrás: GSA "LTE evolúció" jelentés (2014. január 15.)  
Global mobile Suppliers Association www.gsacom.com

Country	Operator	LTE-Advanced Status	Commercial service
Angola	Unitel	Trialed CA in B3 & B8	
Australia	Optus	Trialed 2 x 20 MHz B40	
Australia	Telstra	Trialed CA in B3 & B8 Trialing CA in B3 and B7	
Austria	A1 Telekom	Trialed CA	
Austria	T Mobile	Trialed CA B3 + B7	
Belarus	beCloud/MTS	Trialing	
France	SFR	Trialed CA B20 +B7	
Germany	DT	Deploying CA	
Germany	O2	Trialing CA	
Hong Kong	CSL	Trialing CA 20MHz B3 + 20MHz B7	
Italy	3 Italia	CA planned	
Japan	DoCoMo	CA target 2015	
Japan	eAccess	Trialing CA	
Japan	KDDI	CA target 2014	
Japan	Softbank	5 carrier LTE TDD CA demoed, Trialing in B42	
Kuwait	Viva	Planned	
Kuwait	Wataniya	Planned	
Kuwait	Zain	Deploying CA	
New Zealand	Vodafone	CA demoed	
Philippines	Smart	Trialing	
Portugal	Optimus	Trialing	
Portugal	Vodafone	Trialed CA B3 + B7	
Russia	Yota	Trialing	
Singapore	M1	Planned for Cat 6 support	
South Korea	LG U Plus	Commercial CA	20MHz B5 + 20MHz B1
South Korea	KT*	Commercial CA	10MHz B3 + 10MHz B8
South Korea	SK Telecom	Commercial CA	10MHz B3 + 10MHz B5
Spain	Vodafone	Trialing CA	B3 + B7

2014. január 20-án az SK Telecom bejelentette, hogy befejezte a fejlesztését a **3 sáv**os vivő egyesítéses LTE-Advanced rendszerének, felhasználva 20 MHz-et az 1800 MHz-es sávból, 10 MHz-et a 850 MHz-es sávból és 10 MHz-et a 2,6 GHz-es sávból, hangsúlyozván, hogy a világon először fejlesztettek ki 3 sáv<sup>os</sup> vivő egyesítéses LTE-A rendszert (300 Mbps elméleti csúcsebesség.)

# V./2 LTE-A - VIVŐEGYESÍTÉS KOMBINÁCIÓK (REL-11)

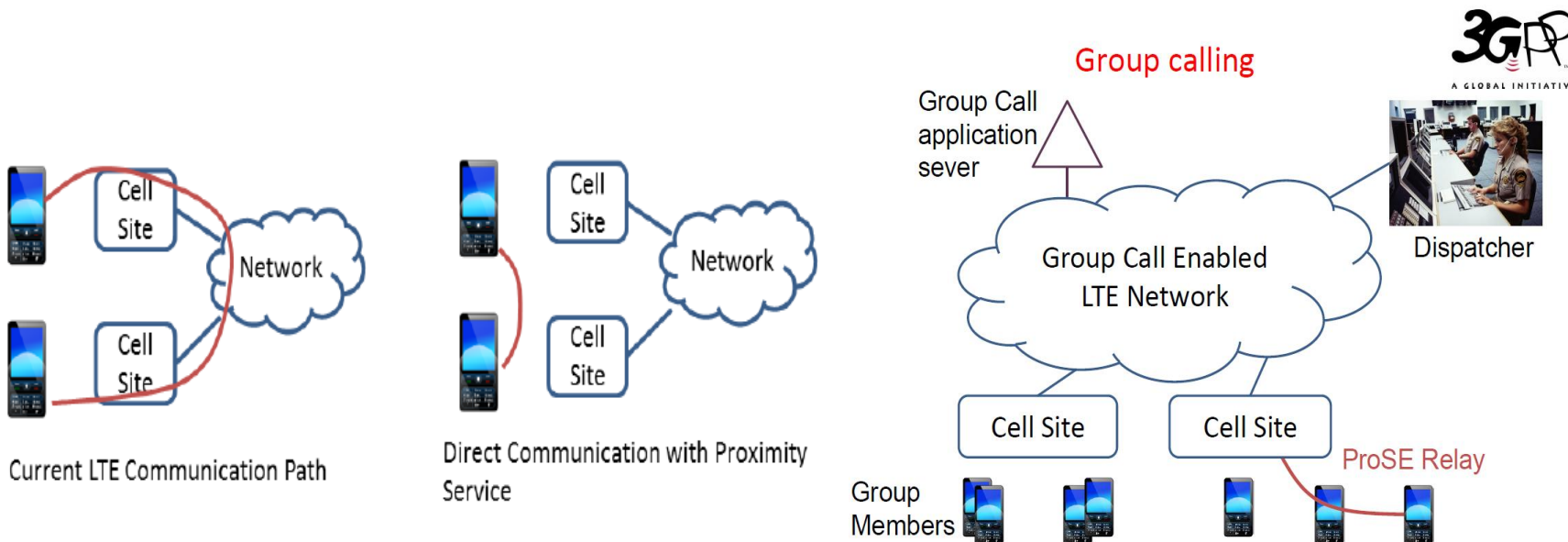
A vivőegyesítés lehetőségét a Rel-10 teremtette meg (CA\_B1, CA\_B40, CA\_B3\_B7), de a Rel-11 hozott be 18 új kombinációt (döntően kétsávós *inter-band*) a Rel-12 pedig megteremti a 3 sávós CA-t és behozza a 700 MHz-et (13 új kombináció).

Band	Lead company	Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	Mode
CA-B3_B7*	TeliaSonera	1710 - 1785	1805 - 1880	2500 - 2570	2620 - 2690	FDD
CA-B4_B17	AT&T	1710 - 1755	2110 - 2155	704 - 716	734 - 746	FDD
CA-B4_B13	Ericsson (Verizon)	1710 - 1755	2110 - 2155	777 - 787	746 - 756	FDD
CA-B4_B12	Cox Communications	1710 - 1755	2110 - 2155	698 - 716	728 - 746	FDD
CA-B20_B7	Huawei (Orange)	832 - 862	791 - 821	2500 - 2570	2620 - 2690	FDD
CA-B2_B17	AT&T	1850 - 1910	1930 - 1990	704 - 716	734 - 746	FDD
CA-B4_B5	AT&T	1710 - 1755	2110 - 2155	824 - 849	869 - 894	FDD
CA-B5_B12	US Cellular	824 - 849	869 - 894	698 - 716	728 - 746	FDD
CA-B5_B17	AT&T	824 - 849	869 - 894	704 - 716	734 - 746	FDD
CA-B20_B3	Vodafone	832 - 862	791 - 821	1710 - 1785	1805 - 1880	FDD
CA-B20_B8	Vodafone	832 - 862	791 - 821	880 - 915	925 - 960	FDD
CA-B3_B5	SK Telecom	1710 - 1785	1805 - 1880	824 - 849	869 - 894	FDD
CA-B7	China Unicom	2500 - 2570	2620 - 2690	2500 - 2570	2620 - 2690	FDD
CA-B1_B7	China Telecomm	1920 - 1980	2110 - 2170	2500 - 2570	2620 - 2690	FDD
CA-B4_B7	Rogers Wireless	1710 - 1755	2110 - 2155	2500 - 2570	2620 - 2690	FDD
CA-B25_25	Sprint	1850 - 1915	1930 - 1995	1850 - 1915	1930 - 1995	FDD
CA-B38	Huawei (CMCC)	2570 - 2620	2570 - 2620	2570 - 2620	2570 - 2620	TDD
CA-B41	Clearwire	3600 - 3800	3600 - 3800	3600 - 3800	3600 - 3800	TDD

- A vivőegyesítés (CA) egyfajta válasznak tekinthető a rendkívüli módon szétterjedezett LTE sávhelyzet (a 3GPP TS 36.101 műszaki specifikáció 28 FDD és 12 TDD sávot tartalmaz jelenleg) okozta kihívásra és egységes rádióspektrum erőforráskészletet alakít ki azonos (*intra-band*) és különböző (*inter-band*) sávokban levő felhasználói frekvenciablokkokból (várhatóan nagy igény lesz CA\_B3\_B7-re, 1800 MHz + 2600 MHz) és ezáltal hoz létre nagyobb sáv szélességet és nagyobb sebességet.

# V./3 LTE-ADVANCED (REL-12)-PPRD KÉPESSÉGEK

A 3GPP további LTE fejlesztéseket valósít meg kifejezetten a készüléti szervezetek mobil távközlési igényeinek a kielégítésére a *Release 12* műszaki specifikáció sorozatban (tervezett befejezés 2014. június). A legfontosabbak ezek közül, az LTE készülékek közötti (D2D) közvetlen kommunikáció és a csoporthívás (group call) funkció megvalósítása.



- A harmonizált PPDR frekvenciasáv biztosítása a WRC-15 egyik legfontosabb napirendi pontja (AI 1.3). A két legfontosabb szóba jöhető frekvenciasáv a 400 MHz-es és a 700 MHz-es. Tekintettel a 700 MHz-es DD2 sáv viszonylag szűkös spektrum kapacitására (2x30 MHz), a **410-420/420-430 MHz frekvenciasáv** a preferált (FNFT H 91) a kettő közül.

# VI. „5G” ÁTTEKINTÉS

# VI./1 „5G” KEZDEMÉNYEZÉSEK, CÉLKITŰZÉSEK

## Európai kezdeményezések



Az EU finanszírozott **METIS** (*Mobile and wireless communications Enablers for the Twenty-twenty Information Society*) projekt a 7. Keretprogram keretében, 2012 októberében indult.

- **5G R&D kutatóközpont** jött létre az Egyesült Királyságban 2012. októberében 35 m£ alapítással.
- **5G Public –Private Partnership (5G PPP)** indult 2013. december 17-én. EU finanszírozás: 700 mEUR, magánszektortól hasonló összegű kötelezettség vállalás elvárt.
- ECC PT1 kifejlesztett egy munkadokumentumot a lehetséges WRC-18 napirendi pontokra, köztük van a „Future IMT systems above 6 GHz“ (a Samsung már bejelentette: kifejlesztett egy 5G mobil hálózati technológiát, 28 GHz-en 1.056 Gbit/s sebesség).

## „5G” koncepció

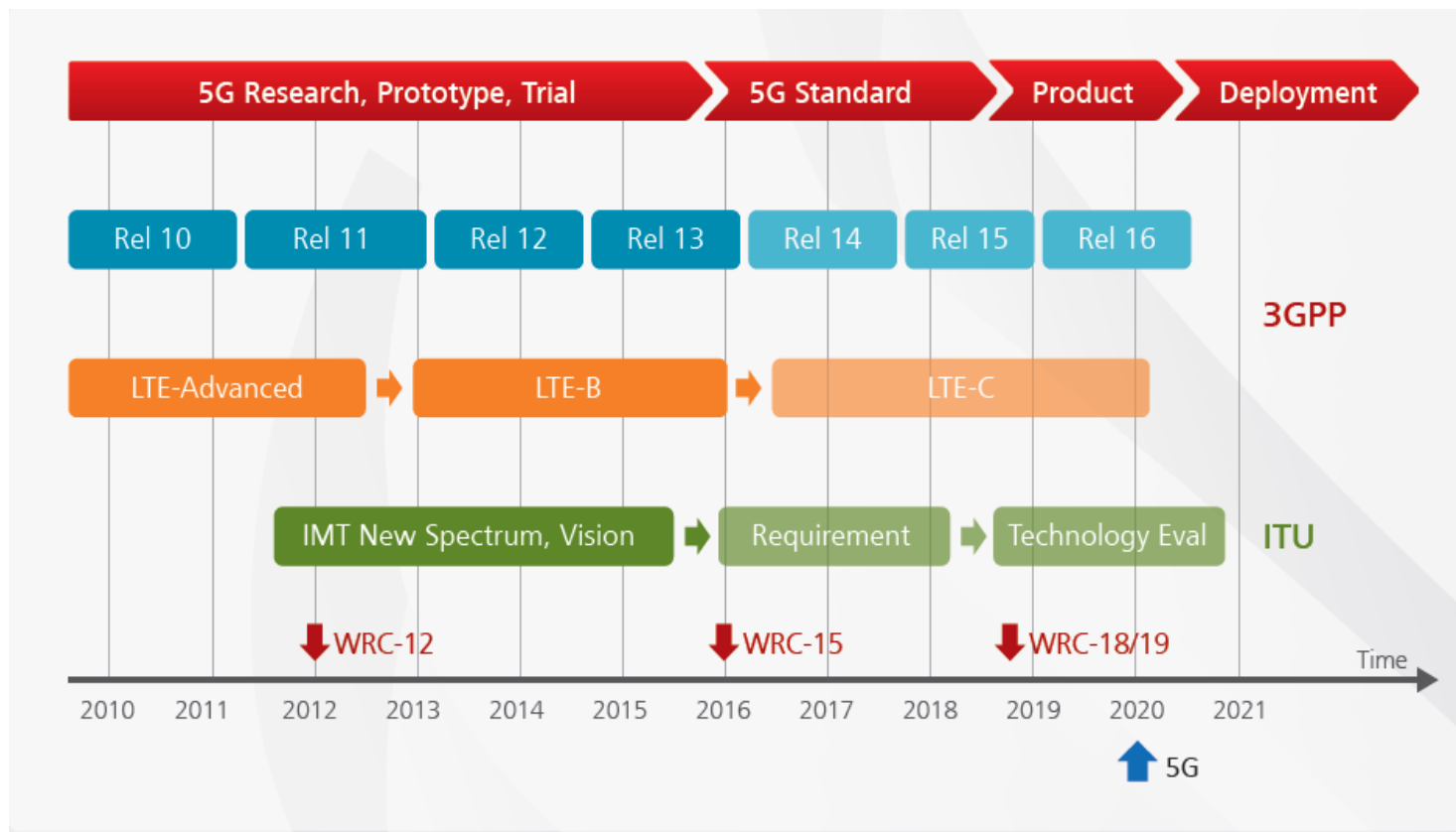
- LTE evolúció vagy revolúció (új rádió interfész) vagy a kiegészítő technológiák (3GPP és nem 3GPP) egyesítése?

## Követelmények

- **1000 x** mobil hálózati kapacitás növekedés 2020-ra;
- 7 milliárd ember és legalább 100 milliárd eszköz összekötése;
- **10 GBit/s** sebesség ;
- energia/bit csökkentése 0,001 x-re;
- kevesebb, mint 1 msec késleltetés.

**Az 5G az intelligens városok (Smart Cities) infokommunikációs infrastruktúrájának az alapját képezheti majd a jövőben és kulcsszerepe lehet az EU versenyképességének fejlesztésében.**

# VI/2 EGY LEHETSÉGES „5G” IDŐZÍTÉS



(5G: Technology Vision -Huawei)

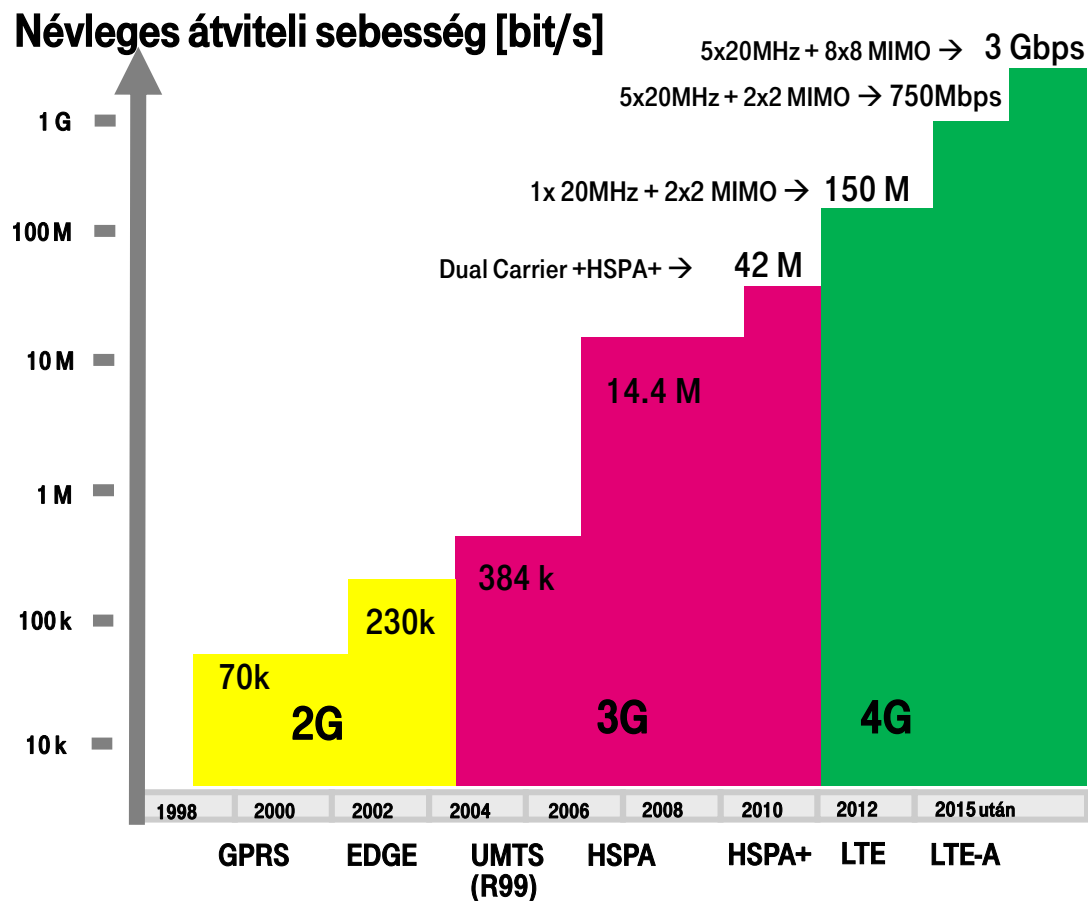
Jelenleg alapvetően a kutatási fázisban vagyunk, az 5G szempontjából fontosak lesznek a WRC-15 döntései a további mobil (IMT) spektrum allokációról, 2016 táján indul a tényleges szabványosítás (Rel-14), **2020 után** várhatók az első kereskedelmi 5G rendszerek.

# VII. RÉSZLETES MŰSZAKI ÁTTEKINTÉS



# MOBIL RENDSZEREK FEJLŐDÉSE

- GSM (2G)
  - Hang
  - GPRS, EDGE
- UMTS/HSPA (3G):
  - Hang
  - Videotelefon
  - R99, HSPA, HSPA+
- LTE (4G)
  - Adat
  - Hang (CSFB/VoLTE)

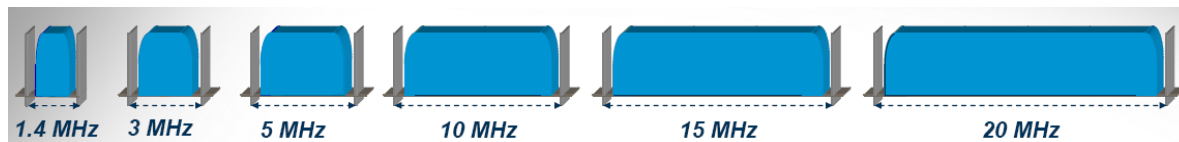


A mobilhálózatok adatsebessége exponenciálisan növekszik.



# LTE MŰSZAKI ALAPFOGALMAK - 1

Sávszéleség:



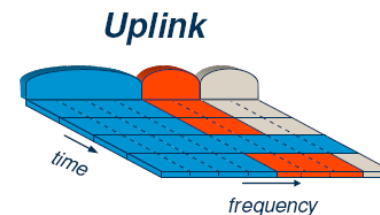
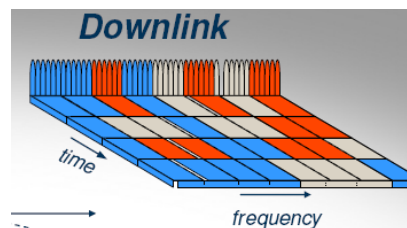
Technológia:

OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access

(downlink) – drágább, gyorsabb

SC-FDMA - Single Carrier FDMA

(uplink) – olcsóbb, lassabb



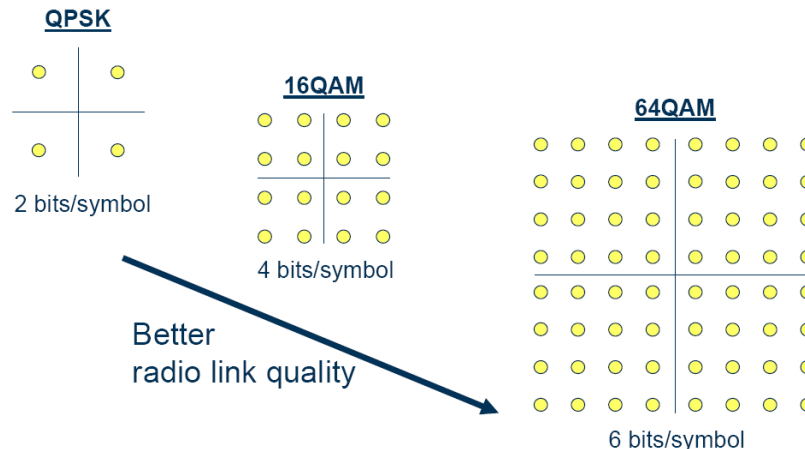
User 1  
User 2  
User 3

Moduláció-rádiós viszonytól függően automatikusan

QPSK – 2bits/symbol

16QAM – 4bits/symbol

64QAM – 6 bits/symbol



Elérhető downlink maximális átviteli sebesség:

$15000 \text{ [symbol/s /subcarrier]} * 6 \text{ [bit/symbol 64QAM-en]} * 1200 \text{ [20MHz-ben ennyi subcarrier]} = 108\text{Mbps}$

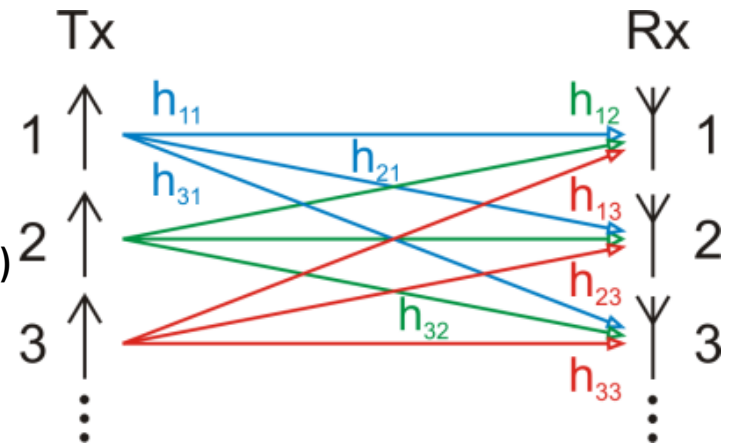
# LTE MŰSZAKI ALAPFOGALMAK - 2

MIMO (multiple in – multiple out):

Ugyanazon a frekvencián N db független antenna

N db különböző adatfolyam

Többszörös sebesség – (2x2 esetén ~2x, 4x4 esetén ~4x)



Release 8&9 esetén maximum 4x4 MIMO downlink és 1x4 MIMO uplink támogatott

Network Side Downlink (2x2 MIMO)		
Bandwidth	Maximum L1 DL throughput supported by the NW (Mbps)	Maximum Application Level Speed approx. (7% overhead) (Mbps)
1.4MHz	8.76	8.2
3MHz	22.152	20.6
5MHz	36.696	34.2
10MHz	73.712	68.6
15MHz	110.136	102.5
20MHz	149.776	139.4

MIMO 2x2 esetén elérhető elvi maximális névleges átviteli sebesség: 150Mbps.

# LTE MIMO ÉLŐ TESZT

DL 2x2/UL 1x2

▪ eNodeB 2T2R



▪ Terminal 1T2R



DL 4x4/UL 1x4

▪ eNodeB 4T4R

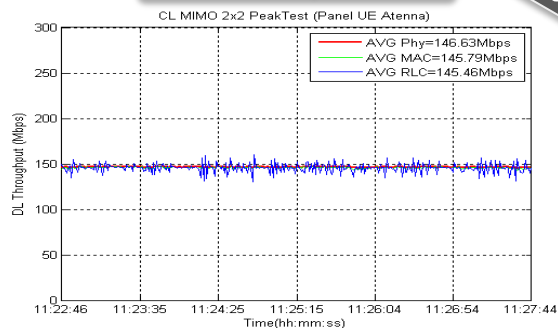


▪ Terminal 1T4R



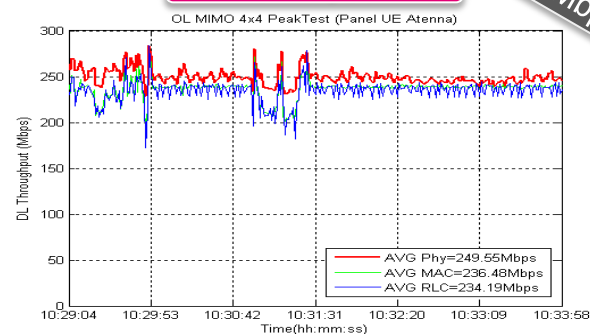
MIMO 2x2, 20MHz

146Mbps



MIMO 4x4, 20MHz

250Mbps



4x4 MIMO a tesztek alapján 70% -kal növeli a letöltési sebességet a 2x2 MIMO-hoz képest



LIFE IS FOR SHARING.

# AZ LTE-ADVANCED EVOLÚCIÓJA

## 3GPP Release-ek LTE-A-vonatkozású fejezetei:

### Release 10 (2011): LTE-Advanced, „LTE-A”

- Vivőegyesítés (CA=Carrier Aggregation)
- Továbbfejlesztett MIMO antennarendszerek
- Heterogén hálózat
- eICIC – továbbfejlesztett interferencia-koordináció
- Relé (Relay)

### Release 11 (2012): CA és Koordinált többpontos hozzáférés (CoMP=Coordinated Multipoint)

### Release 12 (2014): „LTE-B” - MIMO fejlesztések, jelzés-csatorna-optimalizáció

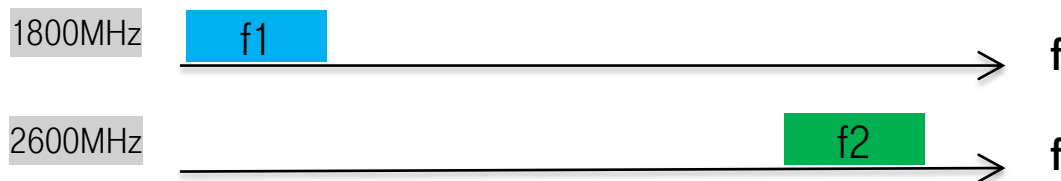
# VIVŐEGYESÍTÉS (Carrier Aggregation)

## Carrier Aggregation

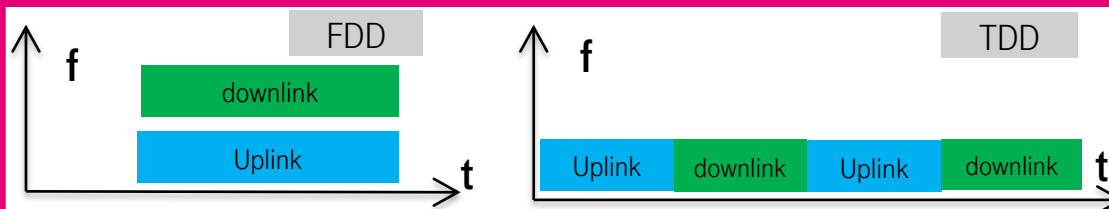
### Carrier Aggregation – Sávon belül (Rel10, 11)



### Carrier Aggregation – Sávak között (Rel10)



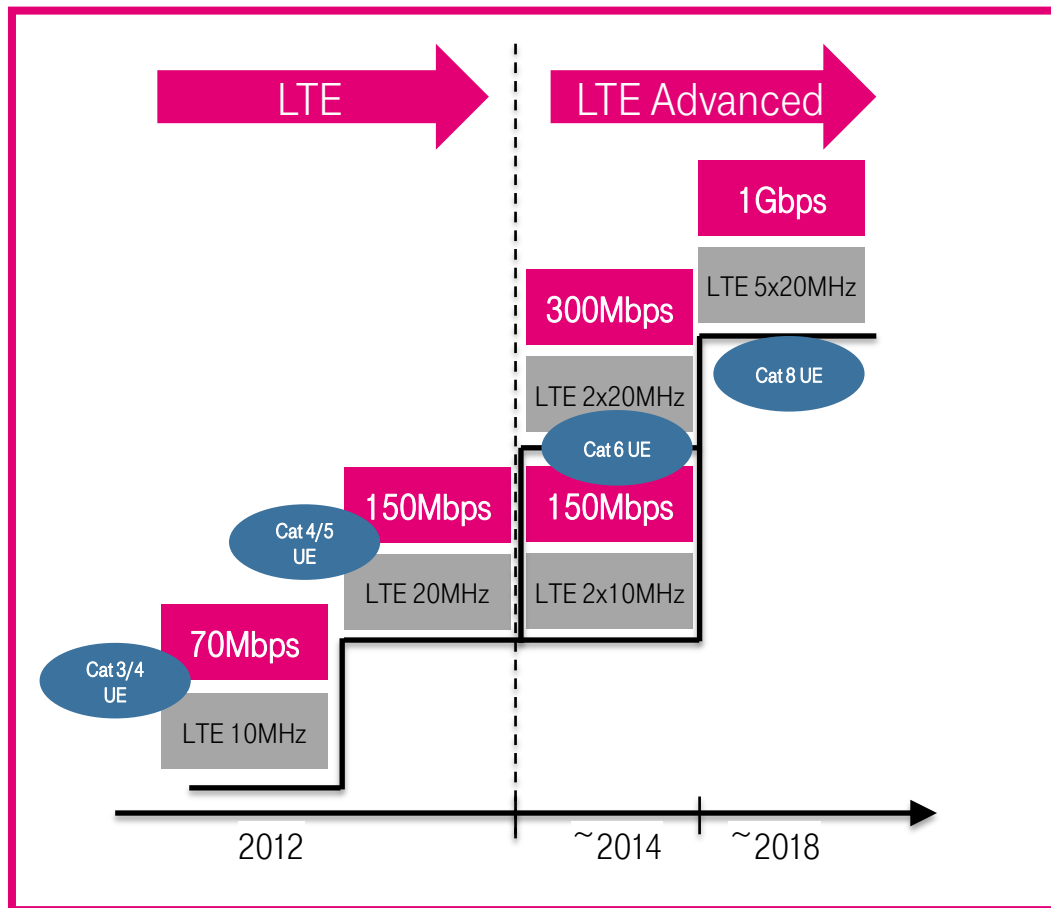
### Inter-technology – TDD és FDD között (Rel12)



A vivőegyesítés a downlink sebesség növelésének az eszköze

# A VIVŐEGYESÍTÉS FEJLŐDÉSE

Az elvi kombinációkkal elérhető bruttó sebességek (2x2 MIMO esetén)

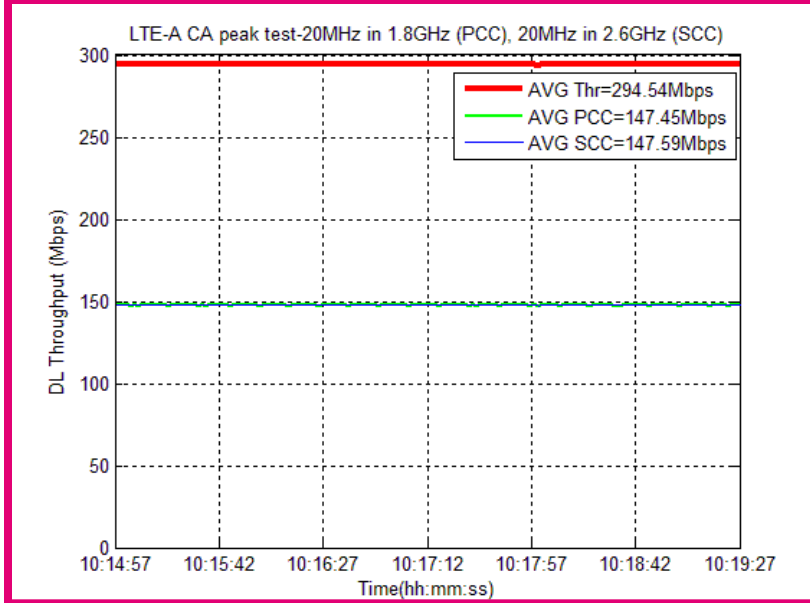


$f_1$	5	10	15	20
$f_2$				
5	75 Mbps	110 Mbps	150 Mbps	188 Mbps
10	110 Mbps	150 Mbps	185 Mbps	225 Mbps
15	150 Mbps	185 Mbps	225 Mbps	260 Mbps
20	188 Mbps	225 Mbps	260 Mbps	300 Mbps

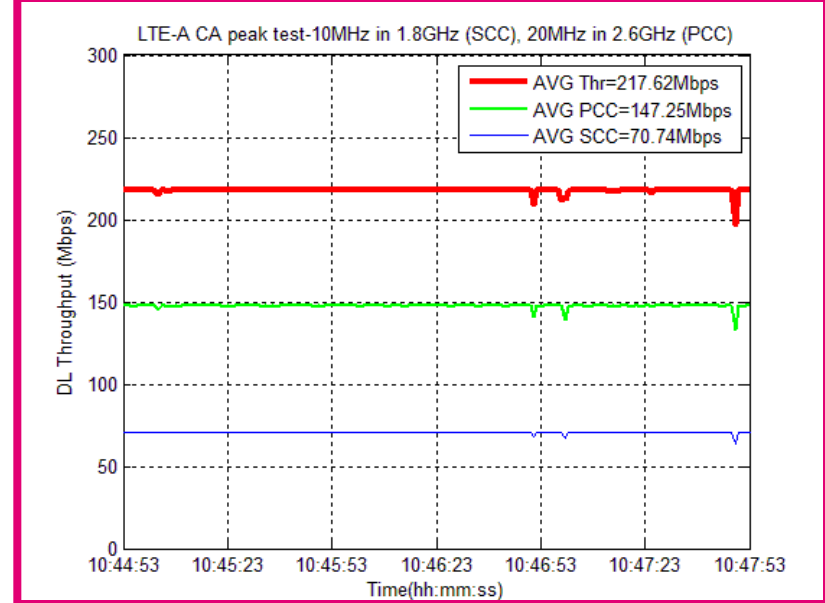
**A vivőegyesítés kombinációinak kihasználásához termináltámogatás szükséges!**

# CA LABOR ÉS TEREP TESZT EREDMÉNYEK

## 295Mbps elérhető 20MHz+20MHz (Labor)



## 218Mbps elérhető 10MHz+20MHz (terep)



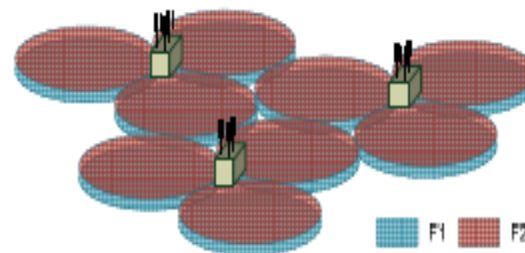
Sikeres labor (1800MHz/20MHz + 2600MHz/20MHz) és terep (1800MHz/10MHz + 2600MHz/20MHz) tesztek a várt eredményeket hozták

PCC: Primary Component Carrier, SCC: Secondary Component Carrier

# VIVŐEGYESÍTÉS LEHETŐSÉGEI A BÁZISÁLLOMÁSOKON

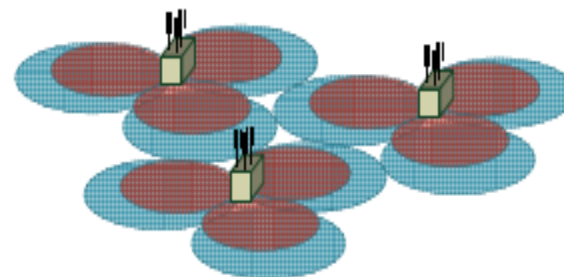
## 1. Eset:

- Az F1 és F2 cellák azonos pozícióban, átlapolódva hasonló lefedettséget biztosítanak
- Leggyakrabban  $F1=F2$  (azonos sáv)



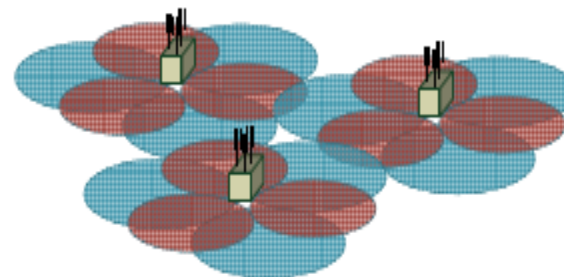
## 2. eset:

- Az F1 és F2 cellák azonos pozícióban, átlapolódva, F2 cellái kisebb lefedettséget biztosítanak
- F1 és F2 eltérő sávban



## 3. eset:

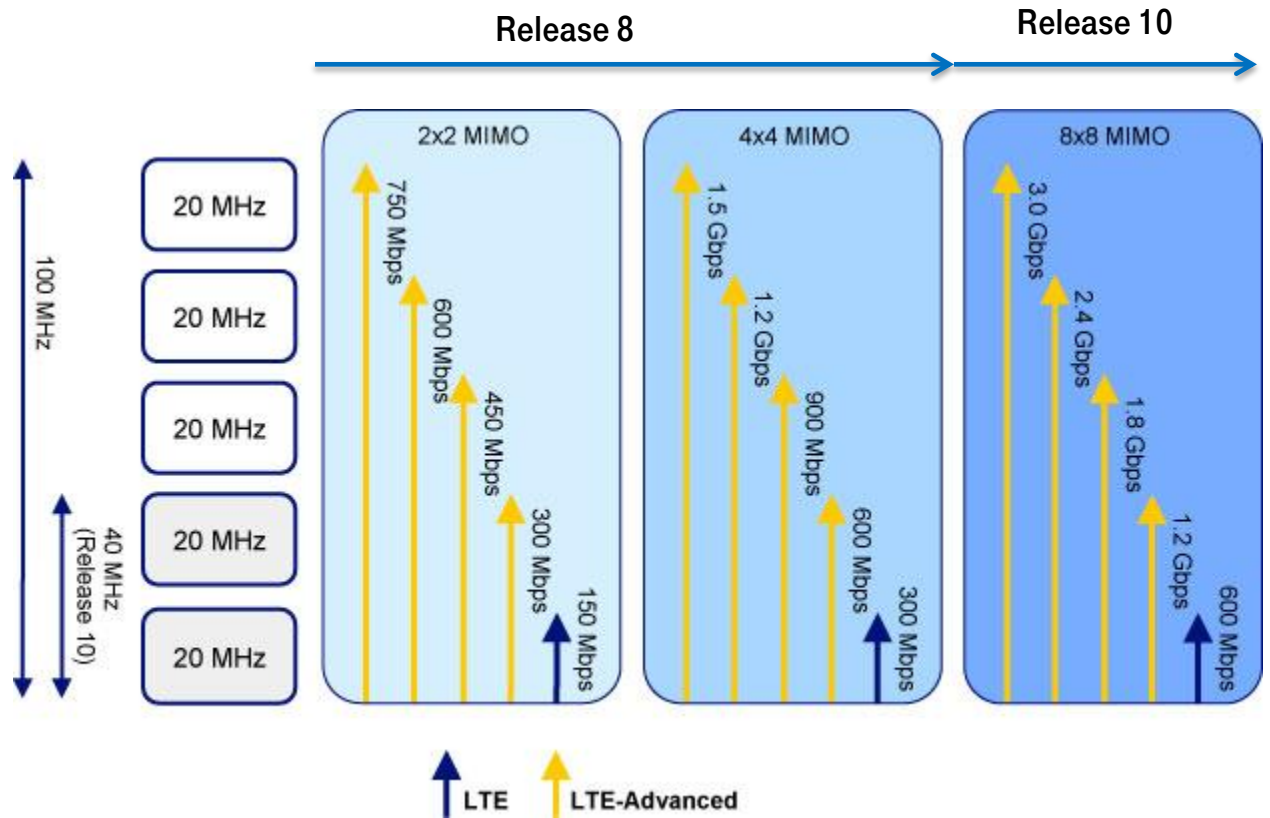
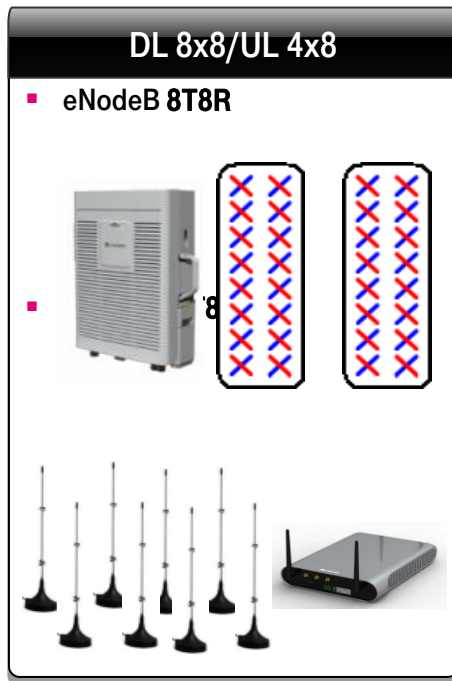
- Az F1 és F2 cellák azonos pozícióban de eltérő irányban, F1 megfelelő lefedést biztosít, F2 eltérő a nagyobb csillapítás miatt kisebbet
- F1 és F2 eltérő sávban



Sebesség növekedés csak azokon a területeken ahol az F1 és F2 frekvenciák átlapolódnak

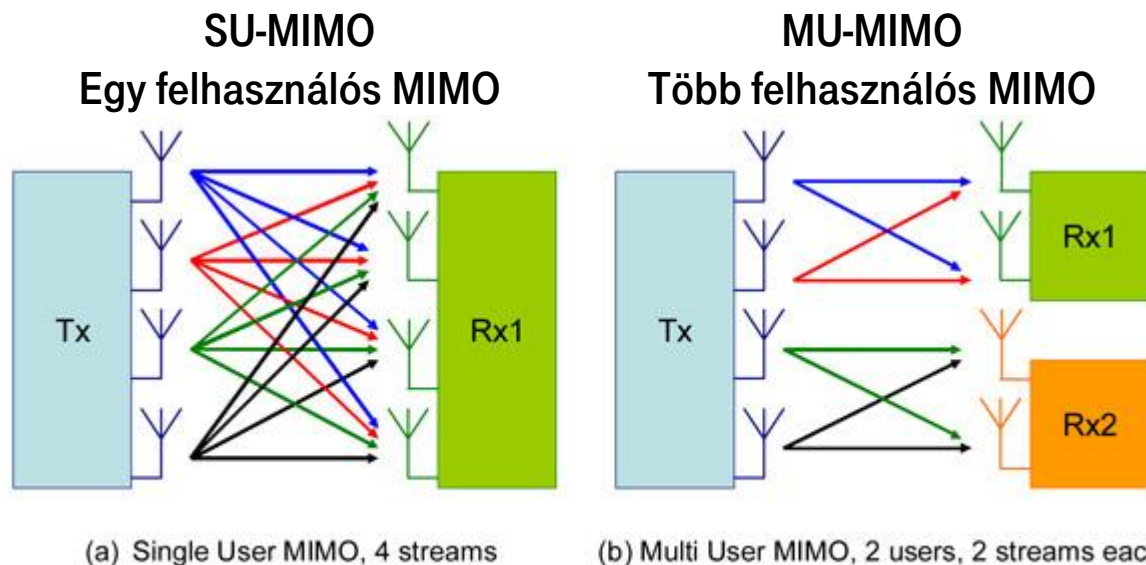


# TOVÁBBFEJLESZTETT MIMO RELEASE 10-BEN (1/2)



Release 10-től 8x8 MIMO downlink és 4x8MIMO uplink támogatott

# TOVÁBBFEJLESZTETT MIMO RELEASE 10-BEN (2/2)



Release 8

Downlink: 1 felhasználó (4 adatfolyam) SU-MIMO  
2 felhasználó (MU-MIMO)

Uplink: 1 felhasználó (SU-MIMO)  
4 felhasználó (MU-MIMO)

Release 10

Downlink: 1 felhasználó (8 adatfolyam) SU-MIMO  
4 felhasználó (MU-MIMO)

Uplink: 1 felhasználó (SU-MIMO)  
8 felhasználó (MU-MIMO)

SI-MIMO: Egy felhasználó csúcsebességét növeli; MU-MIMO: Az egyidejű felhasználók számát növeli

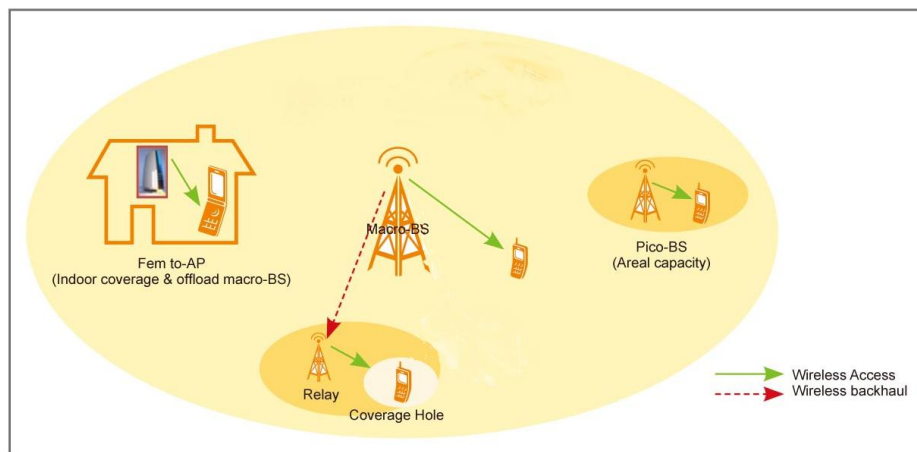
# VIVŐEGYESÍTÉS ÉS MIMO KIHÍVÁSOK

- Plusz antenna
- Plusz RRU
- Már most is problémás az elhelyezés:
  - GSM 900/1800
  - UMTS2100
  - LTE1800 (2x2 MIMO = 2xRRU, 2xantenna port már most is)
  - LTE 800/2600 várható
- Több portos antennák ára exponenciálisan nő
- Több antenna és RRU → masszívabb tartók, statika
- UE mérete és a több antenna belső elhelyezése bonyolult



# HETEROGÉN HÁLÓZATOK

- Heterogén hálózat
  - Kisteljesítményű bázisállomások elhelyezése a makro hálózatban
  - Jelentősen eltérő interferencia viszonyok egy homogén hálózathoz képest
  - Femto (CSG = Closed Subscriber Group, zárt előfizetői csoport)
    - Csak a regisztrált felhasználók csatlakozhatnak
    - Komoly interferencia azon felhasználók számára, melyek a Femto területén vannak de a makro cellára regisztrálhatnak
  - Makro-Piko (OSG = Open Subscriber Group, nyílt előfizetői csoport)
    - Bármely felhasználó hozzáférhet az a Pico bázisállomáshoz



Heterogén hálózat a lokális kapacitás és lefedettség növelésének az eszköze

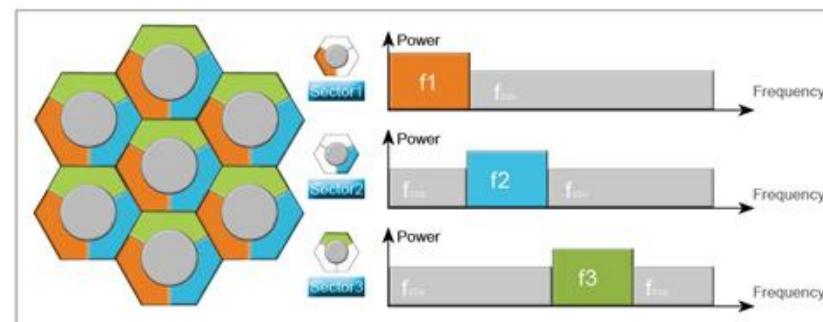
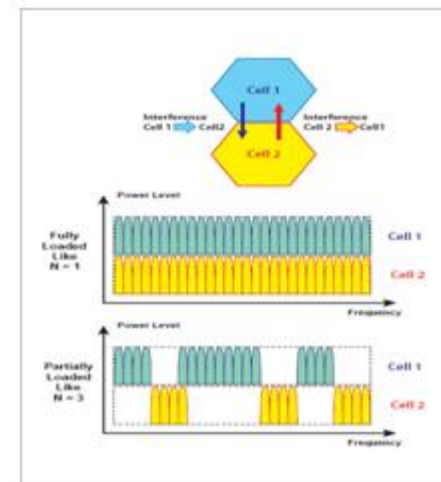
# ICIC: cellák közti interferencia-koordináció (Rel 8)

A cellahatárokon jelentkező interferenciát csökkenti

A resource blokkok teljesítményét és frekvenciáját változtatja a szomszéd cella zavarásának függvényében

Változatai:

- A szomszédos cellák eltérő resource blokkokat használnak azonos időpillanatban
  - Nagyságrenddel jobb C/I
  - De jelentősen csökken az adatsebesség
- A teljes spektrumot használja a cella, de a cella szélén lévő felhasználóknál csak egy részét
  - A közeli felhasználók használhatják a teljes spektrumot
  - A távoli felhasználók akár teljes teljesítménnyel a szomszédok által nem használt erőforrásokat

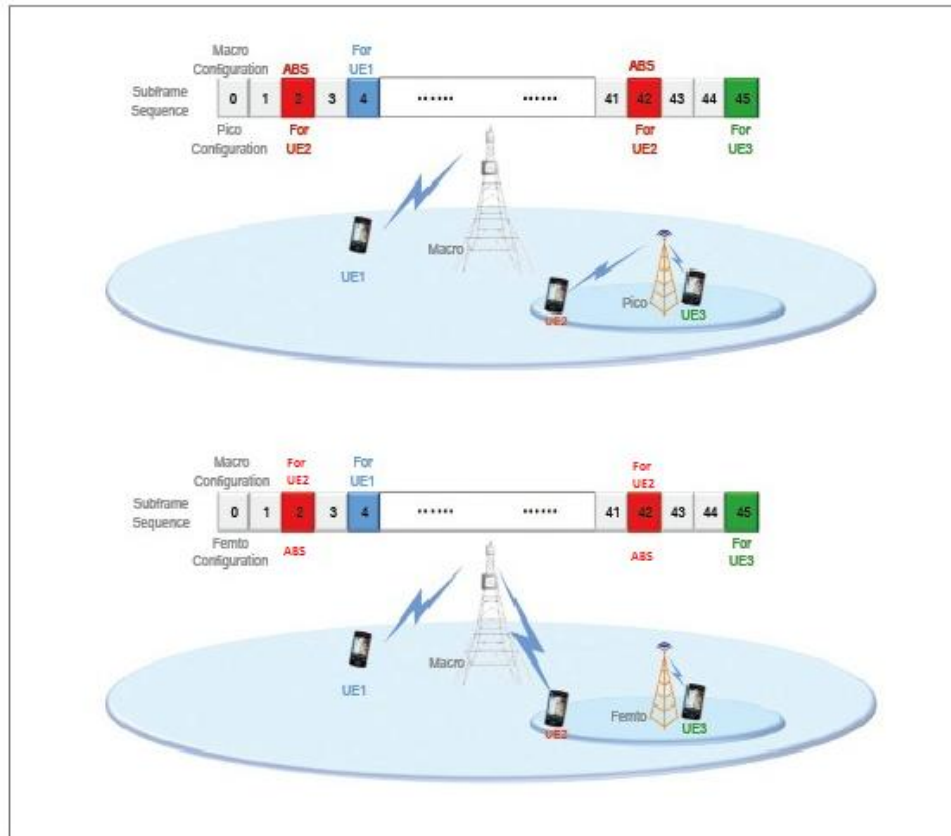


ICIC: Más- más frekvenciacsoportok működnek cellánként nagyobb teljesítménnyel a cellahatáron az interferencia csökkentés érdekében

# eCIC: továbbfejlesztett interferencia-koordináció (Rel 10)

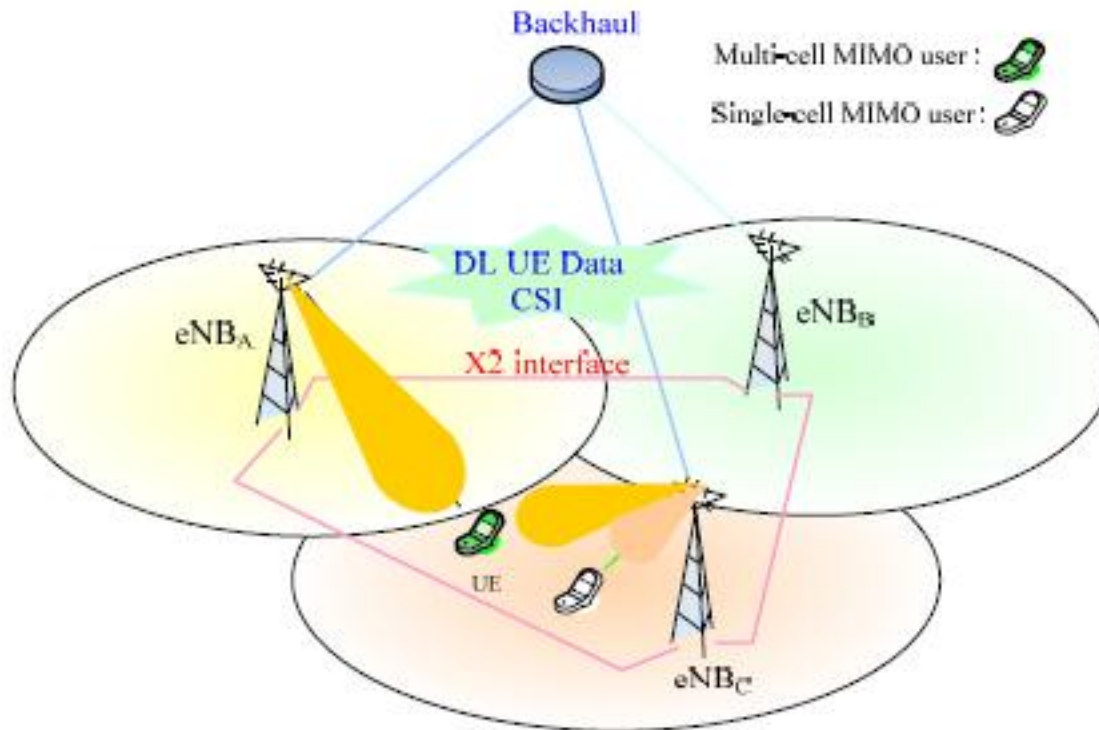
ABS (Almost Blank Subframe) koncepció: kontrollálja az interferenciát a femto/pico és a makro hálózat között

- Az interferenciát okozó cella az ABS időrésekben kis teljesítménnyel jelzés információt sugároz
- A zavart cella az ABS alatt tartja a kapcsolatot a területén forgalmazó felhasználókkal



Az ABS keretek arányának megfelelő megválasztásával lehet a kapacitást maximalizálni

# KOORDINÁLT TÖBBPONTOS HÁLÓZAT : HÁLÓZATI MIMO



LTE esetén egyszerre csak egy cellával van kapcsolatban a UE  
LTE-A esetén már állomások között is működik a MIMO és ezzel a cellahatáron javul a sebesség

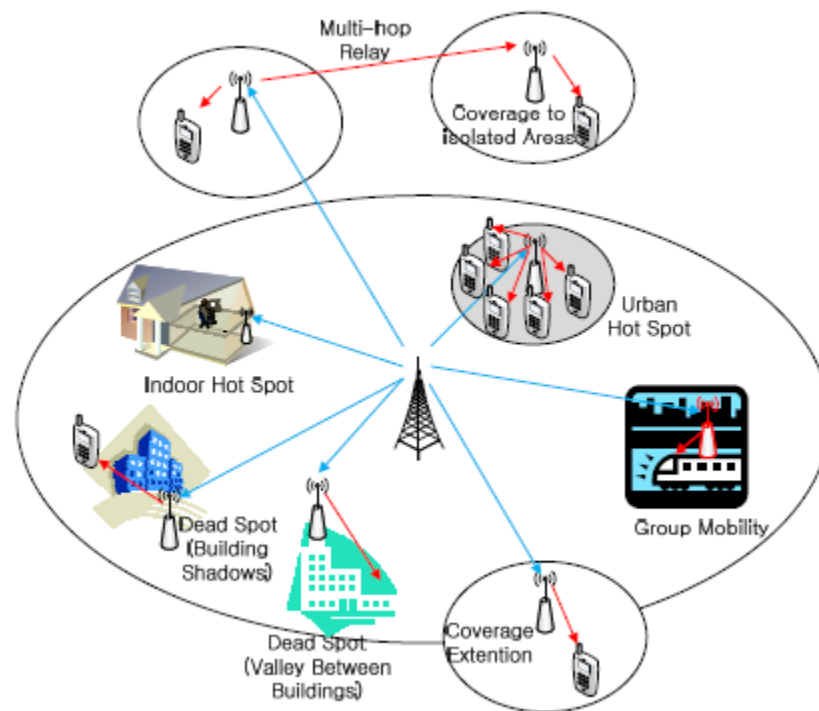
# RELÉ (RELAY)

## Feladata

- Nagy adatsebességű lefedettség növelése
- Adatsebesség növelése a cellahatáron
- Csoport mobilitás (pl. tömegközlekedés, sok HO egyszerre)

## Működése

- Az LTE air interface-en érkező adatok dekódolása, hibajavítása, majd újrakódolás utáni újraküldés
- Akár sorba is köthetőek jelentős lefedettség-növelésre átvitel kiépítése nélkül
- Forgalom aggregálása (repeater nem tudja!)



A relé a lefedettség növelésének költségghatékony eszköze



# MOBILITÁS ÉS KÉSZÜLÉKTÁMOGATÁS KÉRDÉSEI

- 2013-ban 20MHz-ig (10MHz+10MHz) CA-t támogató készülékek megjelentek
- 2014 végére várhatóak 2x20MHz-et támogató készülékek
- Kihívások:
  - Nem egységes frekvenciasávok a nagyobb piacokon (USA, Ázsia, Európa), CA esetén hatványozódó probléma
  - 4-6 sávnál többet egyelőre nem támogatnak a készülékek (összes technológiára)
  - FDD/TDD LTE

Jelen

Kategória	1	2	3	4	5	6 (Rel10)	7 (Rel 11)	8 (Rel12)
DL [Mbps]	10	50	100	150	300	300	300	3000
UL [Mbps]	5	25	50	50	75	50	100	1500
DL	-	20MHz, 64QAM, 2x2 MIMO		20MHz, 64QAM, 2x2/4x4 MIMO		CA, 40MHz, 64QAM, 2x2/4x4 MIMO	CA, 40MHz, 64QAM, 2x2/4x4 MIMO	100MHz, 64QAM, 8x8 MIMO
UL	16QAM			64QAM		16QAM	16QAM 2x2 MIMO	64QAM, 4x4 MIMO

# 5G: A JÖVŐ TECHNOLÓGIÁJA

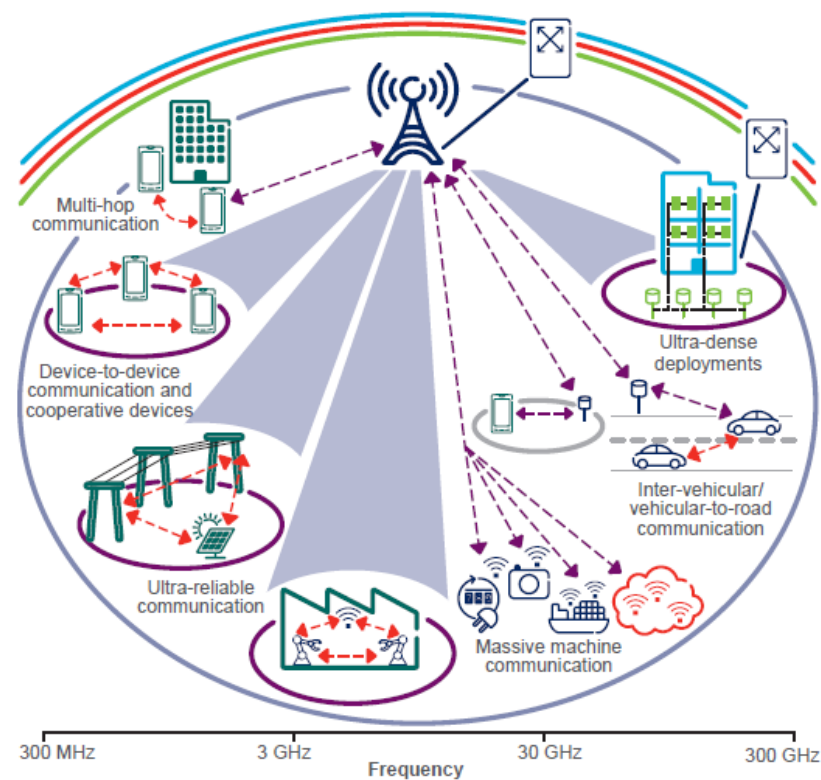
1000x-es kapacitás, 100mrd eszköz, 10Gbps felhasználónként

## Kihívások:

- Többszörös hozzáférés, fejlett hullámforma technológia, kódolás és modulációs algoritmusok
  - spektrumhatékonyság
- Interferencia menedzsment
- Tömeges MIMO elterjedtség
- Készüléktámogatás
- Virtualizált felhőalapú rádiós hozzáférési infrastruktúra

## Víziók:

- Elsődlegesen mobil alapú adatátvitel mindenhol
- Személyek, gépek közti kommunikáció (M2M)
- „Okos városok”
- Egységes frekvenciasávok mindenhol



# VIII. KONKLÚZIÓK

- A Harmadik Generációs Partnerkapcsolati Projekt (3GPP) keretében kifejlesztett szélessávú mobil technológiák evolúciós fejlődése (WCDMA–HSPA–LTE–LTE-Advanced) töretlen 1999 óta és egyre gyorsuló, ebben az évtizedben is folytatódni fog.
- Az új felhasználói eszközök (okos telefonok, táblagépek) rohamos elterjedése a mobil adatforgalom további dinamikus növekedését vetíti előre.
- A spektrálisan egyre hatékonyabb mobil technológiák azt biztosítják, hogy a mobil szélessávú szolgáltatás egyre jobb minőségű és elérhető árú tömegtermékké válhasson a jövőben és egyúttal lehetővé teszik a szolgáltatók számára a költséghatékony működést.
- Az LTE technológia minden bizonnyal alkalmas lesz a készenléti szervezetek mobil szélessávú távközlési igényeinek a kielégítésére is (PPDR).
- Az 5G technológia kutatása gőzerővel folyik, 2020 után várhatók az első 5G rendszerek.
- Rengeteg technológiai és műszaki kihívást kell még megoldani a közeli és a távoli jövőben, hogy az 5G a mindennapok részévé válhasson.

**KÖSZÖNJÜK!**



LIFE IS FOR SHARING.