

Kommunikációs Hálózatok 2

Mobil telefon/adat hálózatok: HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+

Cinkler Tibor

BME TMIT

2017. április 24.

Hétfő 16:15 - 17:45

IB.028

Symbol	Standard	Full Name	Maximum Download Speed (Theoretical)	Maximum Upload Speed (Theoretical)
2G	GSM	Global System for Mobile Communications	14.4 Kbits/s	14.4 Kbits/s
G	GPRS	General Packet Radio Service	53.6 Kbits/s	26.8 Kbits/s
E	EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution	217.6 Kbits/s	108.8 Kbits/s
3G	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	384 Kbits/s	128 Kbits/s
H	HSPA	High-Speed Packet Access	7.2 Mbits/s	3.6 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 6	14.4 Mbits/s	5.76 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 7	21.1 Mbits/s or 28.0 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 8	42.2 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 9	84.4 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 10	168.8 Mbits/s	23.0 Mbits/s
4G	LTE	Long Term Evolution	100 Mbits/s	50 Mbits/s
4G	LTE-A	Long Term Evolution - Advanced	1 Gbits/s	500 Mbits/s

Nem kell vizsgára!

Symbol	Standard	Full Name	Maximum Download Speed (Theoretical)	Maximum Upload Speed (Theoretical)
2G	GSM	Global System for Mobile Communications	14.4 Kbits/s	14.4 Kbits/s
G	GPRS	General Packet Radio Service	53.6 Kbits/s	26.8 Kbits/s
E	EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution	217.6 Kbits/s	108.8 Kbits/s
3G	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	384 Kbits/s	128 Kbits/s
H	HSPA	High-Speed Packet Access	7.2 Mbits/s	3.6 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 6	14.4 Mbits/s	5.76 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 7	21.1 Mbits/s or 28.0 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 8	42.2 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 9	84.4 Mbits/s	11.5 Mbits/s
H+	HSPA+	Evolved High-Speed Packet Access - Release 10	168.8 Mbits/s	23.0 Mbits/s
4G	LTE	Long Term Evolution	100 Mbits/s	50 Mbits/s
4G	LTE-A	Long Term Evolution - Advanced	1 Gbits/s	500 Mbits/s

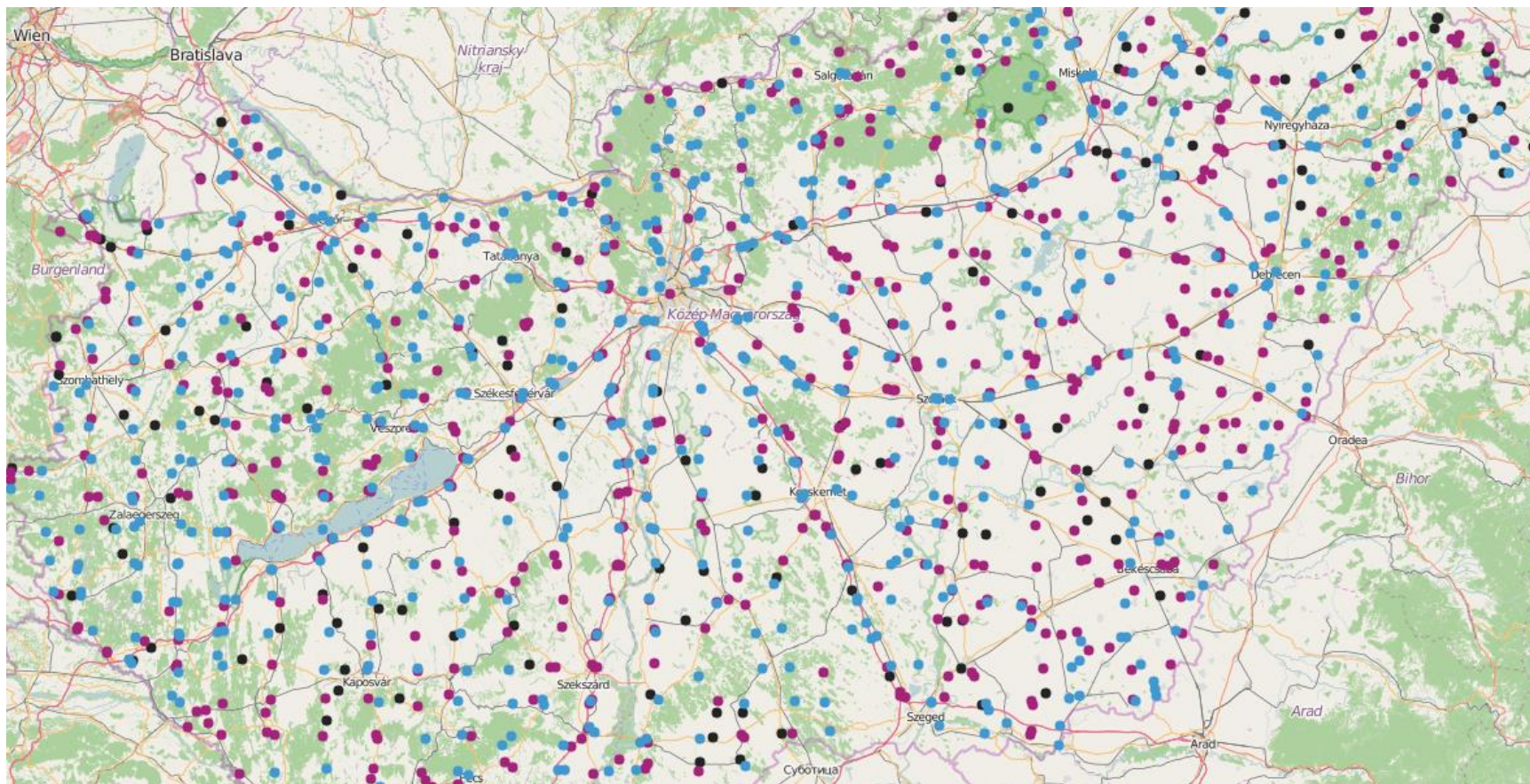
Talk
.Info

Telecom

http://szelessav.net/hu/aggregalt_sebesseg/mobil

kék:beltér, lila: kültér, fekete: nincs

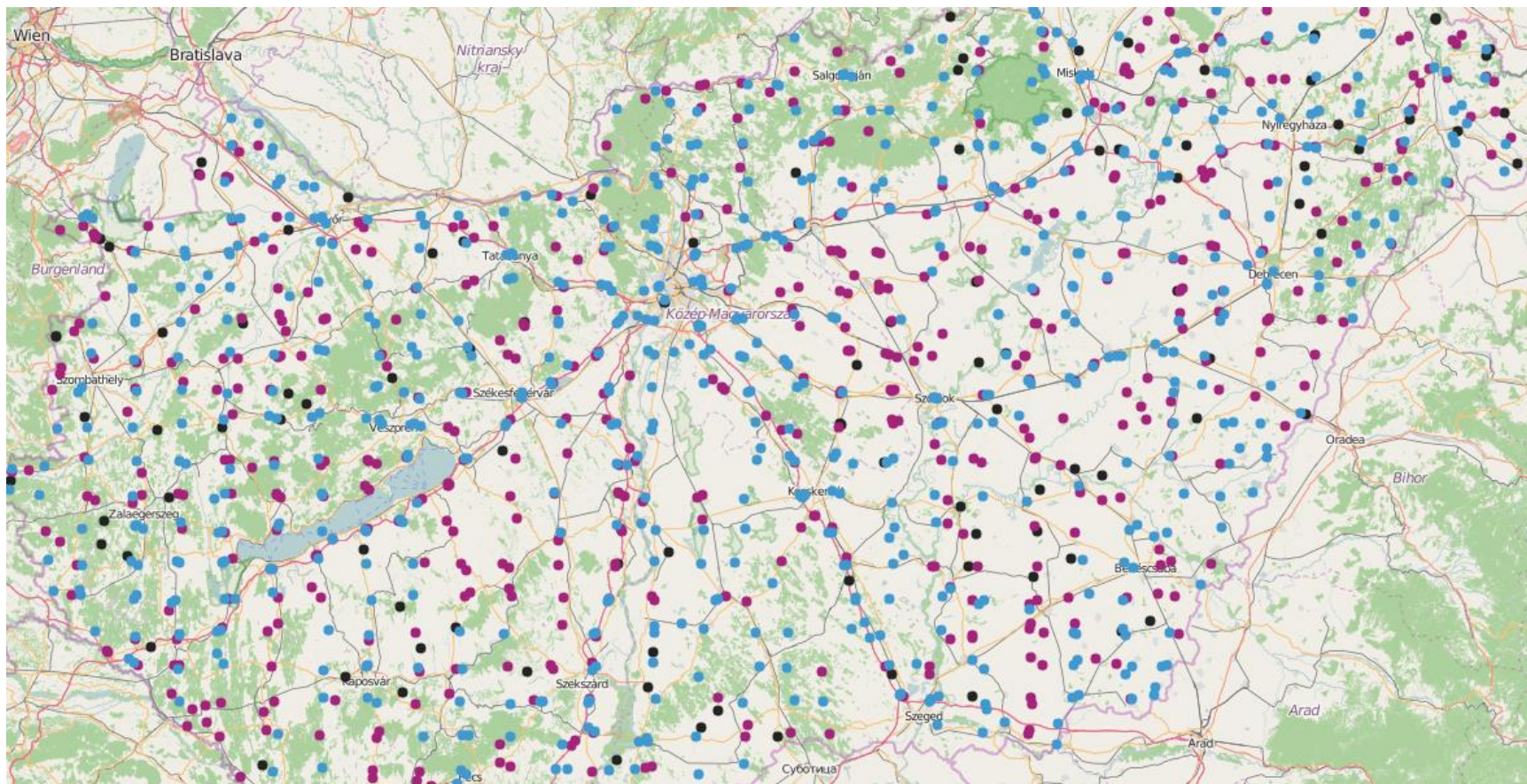
Nem kell vizsgára!



http://szelessav.net/hu/aggregalt_sebesseg/mobil

kék:beltér, lila: kültér, fekete: nincs

Nem kell vizsgára!

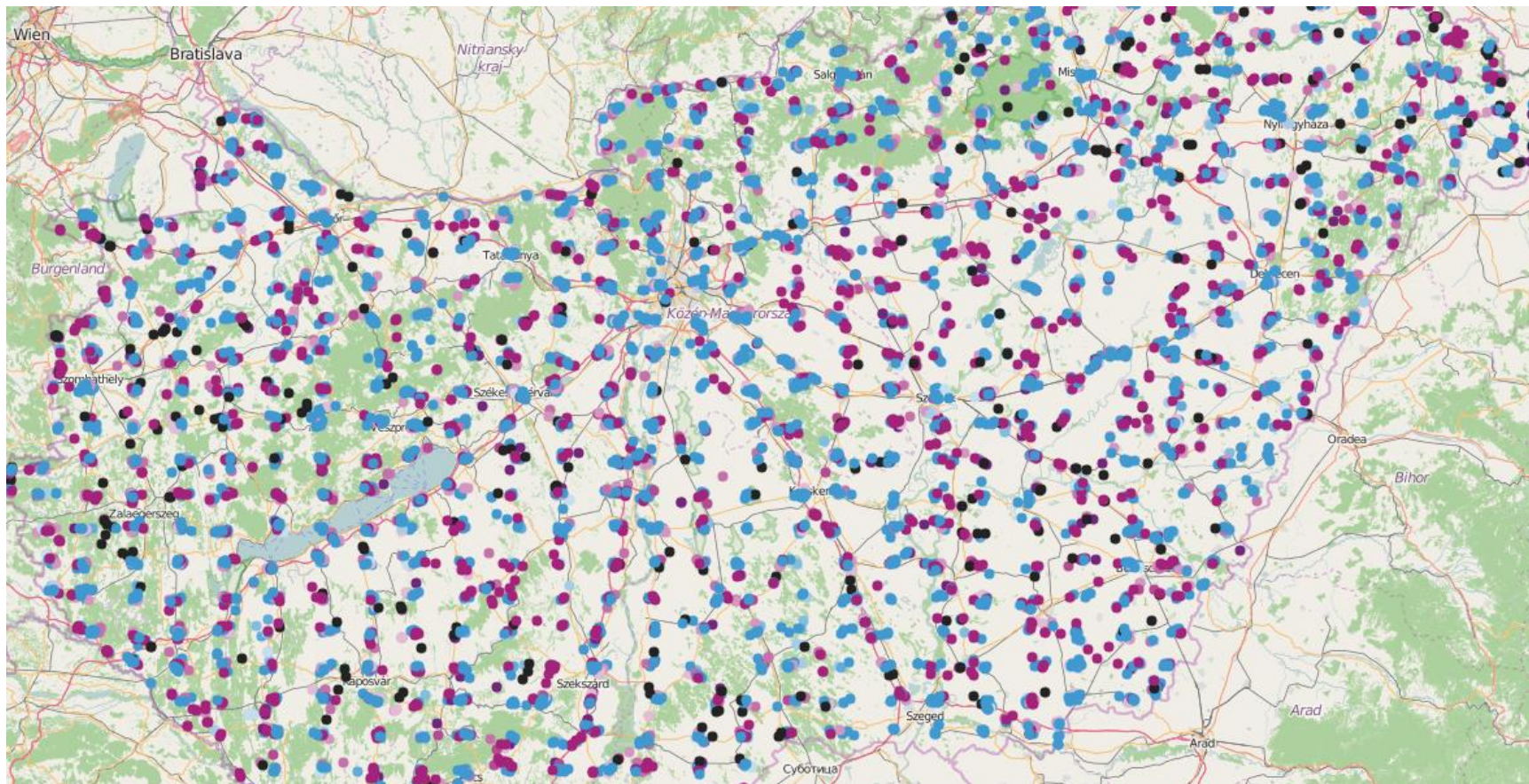


Vodafone 4G lefedettség mérési adatok

http://szelessav.net/hu/aggregalt_sebesseg/mobil

kék: beltér, lila: kültér, fekete: nincs

Nem kell vizsgára!



„Szélessáv” mérési eredmények

Nem kell vizsgára!

Összesített mobil mérési eredmények (a befoglalt terület koordinátái: É 44.892:49.373, K 13.022:25.985) dátum: 2016-05-02

Szolgáltató	3G letöltés	3G feltöltés	3G ping	4G letöltés	4G feltöltés	4G ping
Magyar Telekom Nyrt.	10,05 Mbit/sec.	3,17 Mbit/sec.	215,79 msec.	40,38 Mbit/sec.	22,91 Mbit/sec.	59,73 msec.
Telenor Magyarország Zrt.	7,60 Mbit/sec.	2,54 Mbit/sec.	161,16 msec.	36,00 Mbit/sec.	18,13 Mbit/sec.	129,64 msec.
Vodafone Magyarország zrt.	6,83 Mbit/sec.	2,68 Mbit/sec.	143,91 msec.	19,00 Mbit/sec.	11,44 Mbit/sec.	71,43 msec.

Generációk: 1, 2

A konkrét számértékek pontosan nem, csak kb., de a viszonyuk egymáshoz kell a vizsgára!

□ 1G

- 1982, FDMA, analóg

□ 2G

- 1992, TDMA, digitális, GSM (Global System for Mobile communications)

□ 2.5G

- 2003, HSCSD (43.2 kbps) (High-Speed Circuit-Switched Data)
- GPRS (64.2 kbps) (General Packet Radio Service)

□ 2.75G

- EDGE (236.8 kbps)
(Enhanced Data rate for GSM Evolution)

□ 3G

- UMTS, W-CDMA (384 kbps) (Universal Mobile Telecommunications Systems, WideBand Code Division Multiple Access)

□ 3.5G

- HSDPA (1.8,3.6, 7.2,14 Mbps) (High-Speed Downlink Packet Access)

□ 3.75G



- HSPA (HSUPA+HSDPA) (21.28 Mbps) (High-Speed Packet Access)
- HSPA+ (Evolved HSPA) MIMO, DC/MC, 42.2 Mbps
(Multiple Input Multiple Output, Beam Forming, Dual/Multi Carrier)
- Advanced HSPA+, DualCell, 64QAM, (84.4, 168 Mbps down, 22 Mbps up)

Generációk: 4

□ 3.9G (Pre-4G) LTE

- (170 Mbps up, 320 Mbps down)
- LTE (all-IP) (1Gbps) OFDMA (Long Term Evolution, Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)

□ 4G

- LTE-A (LTE Advanced) Carrier Aggregation (vivő-aggregálás)
- DL 3Gbps, UL 1.5 Gbps
- 8x8 MIMO DL, 4x4 MIMO UL
- LTE-A Pro (LTE Advanced Pro) 3GPP Release14



Alternatív 4G

- Wi-Fi
- WiMAX IEEE 802.16m
- LTE-U:
- LTE in unlicensed spectrum





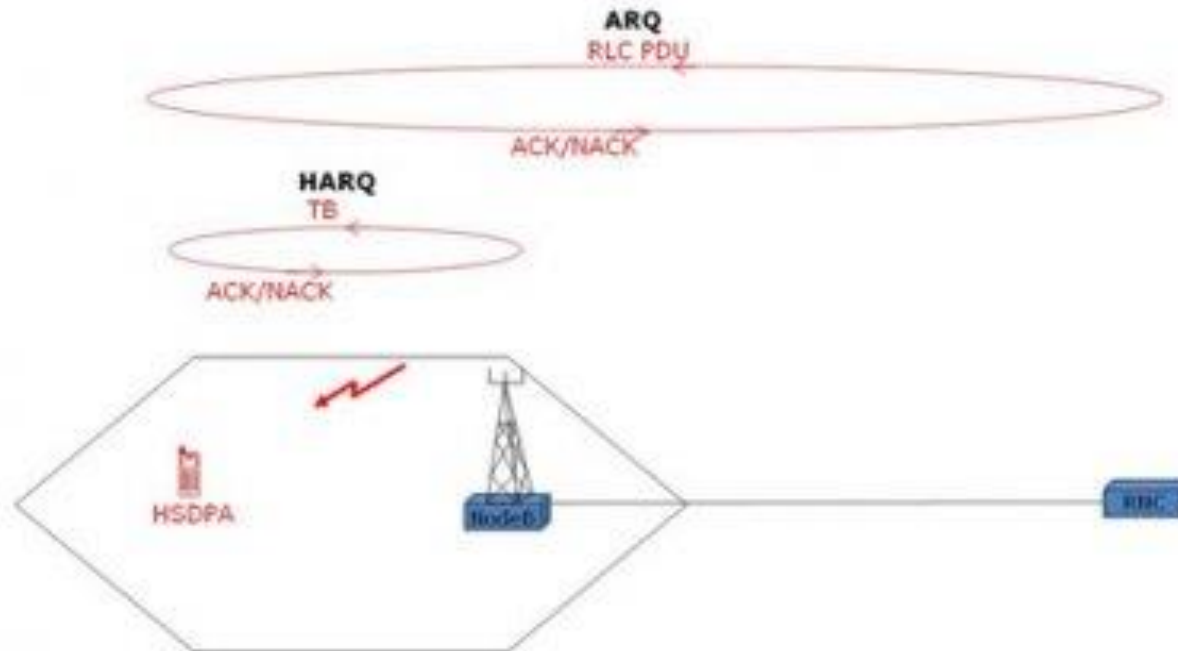
- HSPA (High-Speed Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt hozzáférés)
- UMTS továbbfejlesztése nagyobb adatsebességek felé
- 2 protokoll közös neve:
 - Előbb HSDPA (High Speed Downlink Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt letöltési hozzáférés)
 - akár 14 Mb/s
 - Később HSUPA (High Speed Uplink Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt feltöltési hozzáférés)
 - akár 5,76 Mb/s
- Az UMTS része, annak részben továbbfejlesztése
 - 3,5G néven is emlegetik
 - Nem minden 3G képes mobil végberendezés tudja





■ HARQ: Hybrid ARQ: Hybrid Automatic Repeat Request

- RTD (Round Trip Delay) csökkentése
- 2 ms blockok 10 ms helyett / 10 ms alatt újraküldve 80-100 helyett
- Minden keretet visszaigazol, nem ablakonként mint TCP
- UE és NodeB között!



	TTI1	TTI2	TTI3	TTI4
HARQ process#	0	1	0	1
Action	ACK	NACK	ACK	ACK
TB# received	0	none	2	1 (retransmitted)



- Magyarország nagy területen elérhető:
 - letöltés max. 14 Mb/s
 - feltöltés max. kb 2 Mb/s
 - 14 Mb/s csak kevés helyen (a végberendezésnek is tudnia kell)
 - amúgy 7,2 Mb/s vagy alacsonyabb (3,6) a max. sebesség
 - a gyakorlatban tipikus a max. 1-6 Mb/s letöltési sebesség
 - mindez nem túl drágán, ráadásul mobil
- ajánlott olvasmány: <http://index.hu/tech/3gtura3/>
 - érdekes fejlemények 😊
http://index.hu/tech/cellanaplo/2011/02/25/halozati_hiba_miatt_ervenytelen_a_3g_tura/



- A következő lépés: HSPA+
 - elvi max 42 Mb/s le, 22 Mb/s fel
 - Ezt követi majd az LTE (Long Term Evolution)
- Telenor („Hipernet” becenéven), T-Mobile:
 - HSPA+ (21 MB/s le) lefedettség a cél mindenhol, ahol 3G van
 - A hálózatfejlesztések 2012 nyáron indultak
 - T-Mobile pl. 2013-ra ígérte befejezni
 - <http://www.hwsz.hu/hirek/46906/telenor-3g-hspa-hipernet-internet-mobilnet-zte-modem-samsung.html>
- Vodafone:
 - Először Budapesten (első körben 14 Mb/s, az ország sok részén)
 - <http://www.hwsz.hu/hirek/46635/magyar-telekom-ericsson-t-mobile-mobil-mobiltelefon-3g-2g-edge-halozat-hspa.html>
- Érdekes cikk a hálózatfejlesztésekről:
<http://www.hwsz.hu/hirek/46827/t-mobile-vodafone-ericsson-huawei-mobiltelefon-halozat-hspa-3g-lte.html>

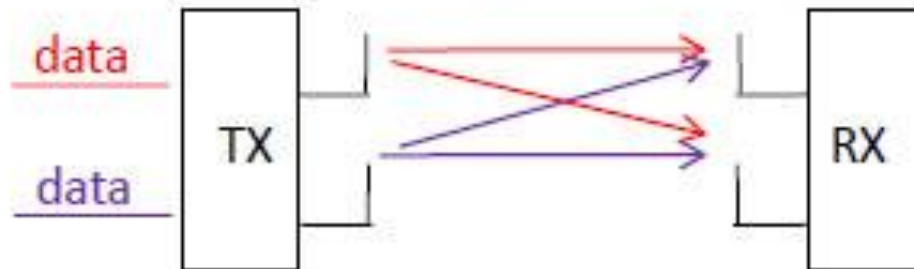
Advanced HSPA+

- DL: 84.4, 168 Mbit/s (UE felé: „le” irány: DownLink)
- UL: 22 Mbit/s (UE felől: „fel” irány: UpLink)
- 4x4 MIMO
- 64 QAM
- Dual/Multi-Carrier (több vivő: akár nem-folytonos sáv is!)
 - (DC-HSDPA, DC-HSUPA, MC-HSPA)
- Dual-Cell / Multi-Cell
 - 2 v. több cella – egyidőben (HSDPA)
 - MultiFlow
 - A kiszolgáló cella mellett a szomszédhoz is csatlakozik
 - Szomszéd szabad kapacitását is használja (Serving / Assisting)

Mi a MIMO? (SISO: 1x1)

- ❑ **MIMO: Multiple Input Multiple Output**
 - Több bemenet több kimenet
 - Térosztás (spatial multiplexing)
 - Pl.: 2x2 vagy 4x4 (sok antenna: massive MIMO)
 - Ugyanabban a frekvenciában és időben két különböző jel
 - Multiser MIMO: Beam Forming (Spatial Filtering):
<https://www.youtube.com/watch?v=8rMtqRObvvU>

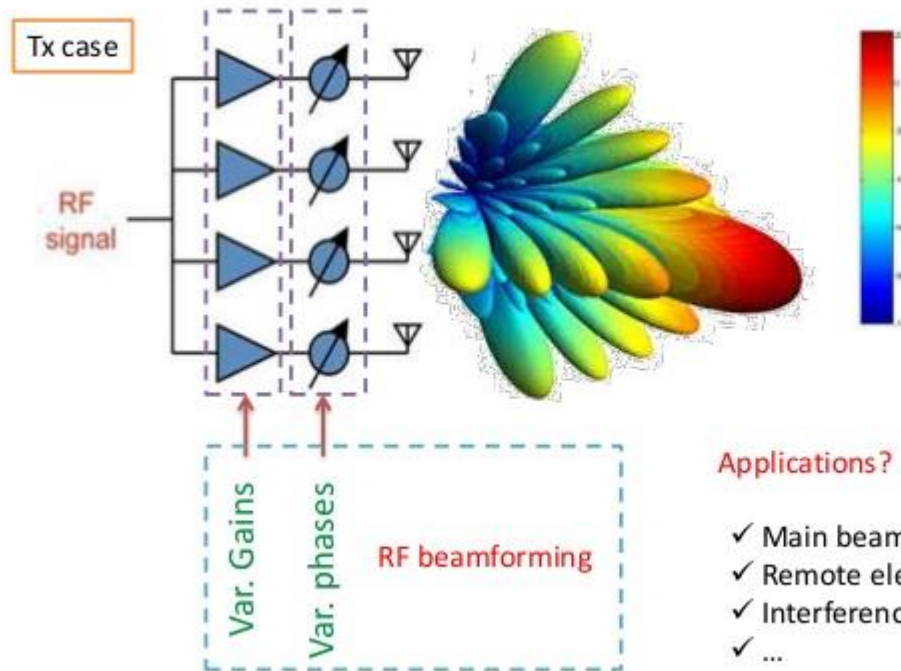
MIMO – Spatial Multiplexing (2x2)



Nyalábképezés - BeamForming

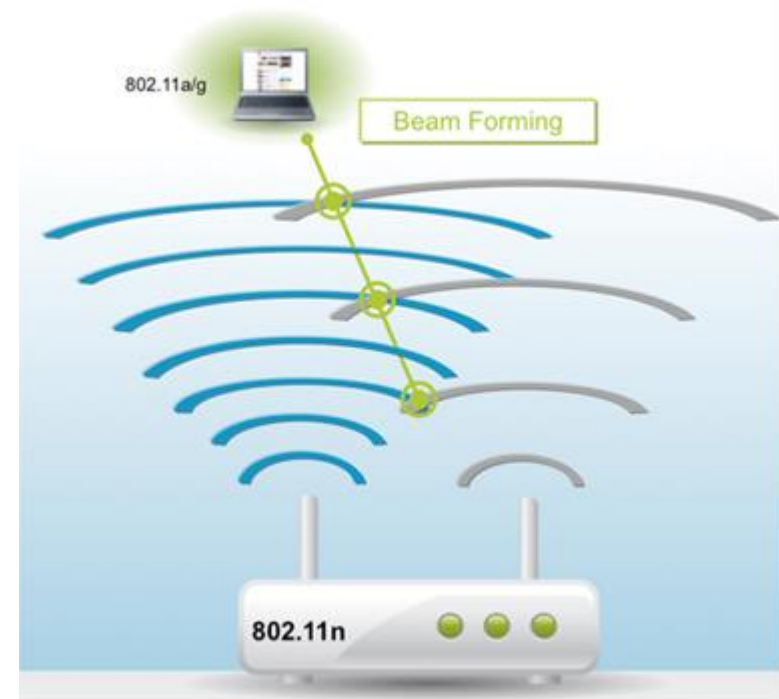
- Több antenna térben
- Különböző fázissal és jelszinttel
- MultiUser MIMO

Adaptive beamforming



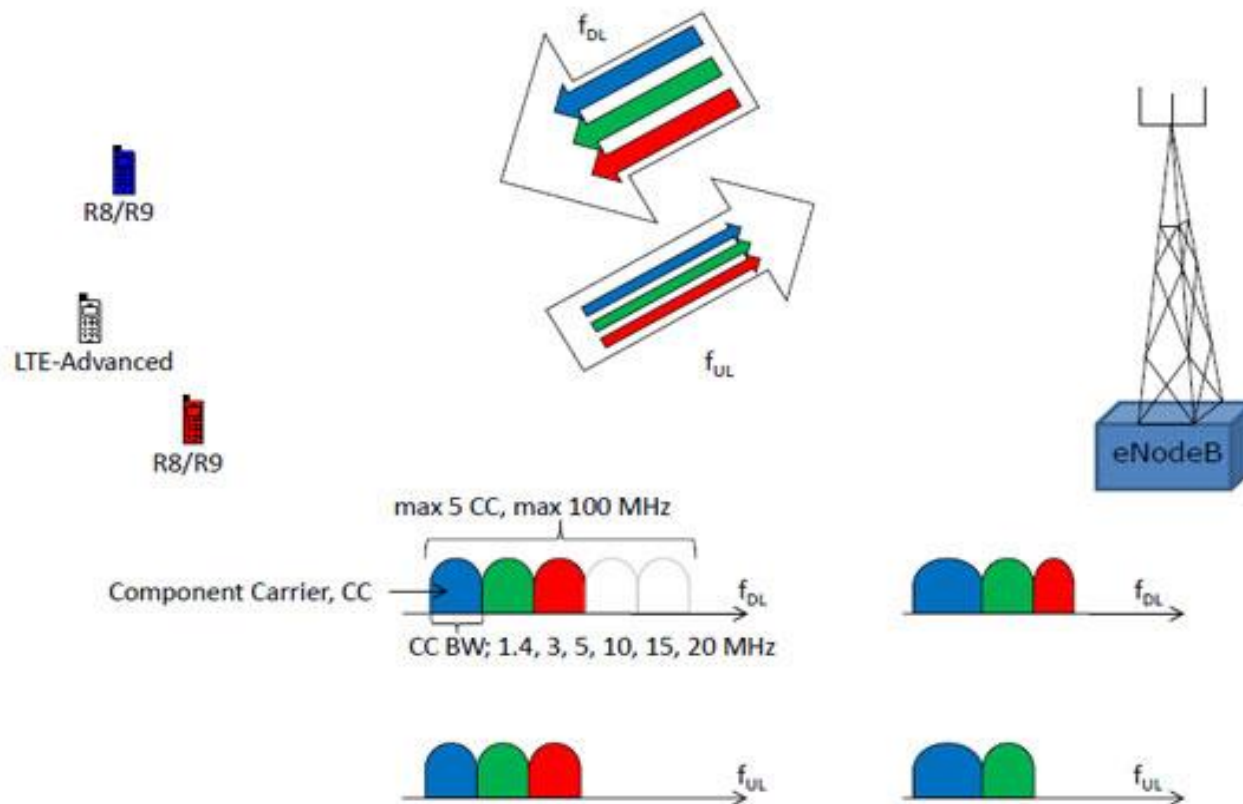
Applications?

- ✓ Main beam steering
- ✓ Remote electrical tilting
- ✓ Interference reduction
- ✓ ...



Több vivő: Multi Carrier

- <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/97-lte-advanced>
- Carrier Agregation – vivő-aggregálás – max 5

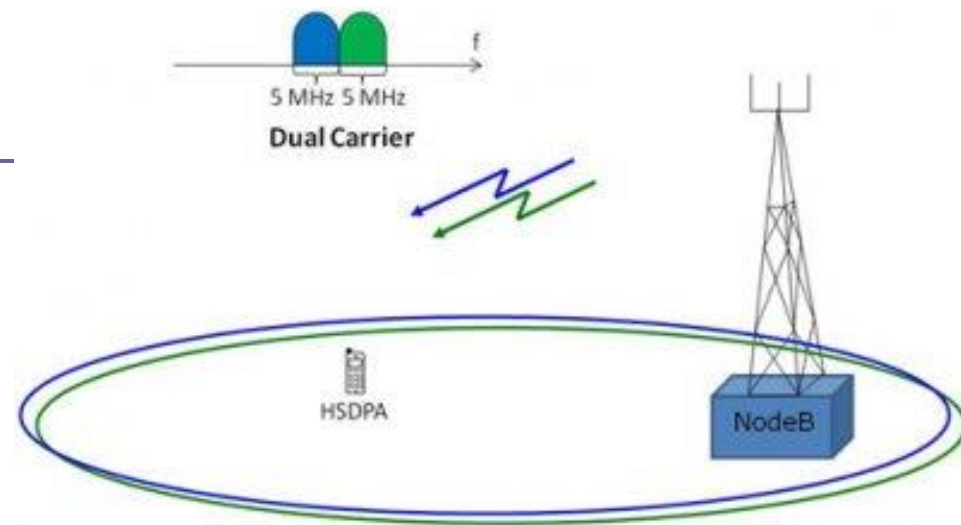


Több vivő

□ <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/97-lte-advanced>

□ Sávon belül?

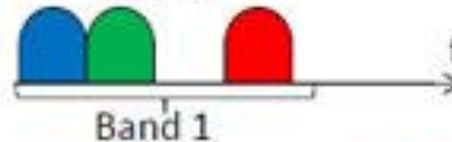
□ Folytonos?



Intra-band, contiguous



Intra-band, non-contiguous



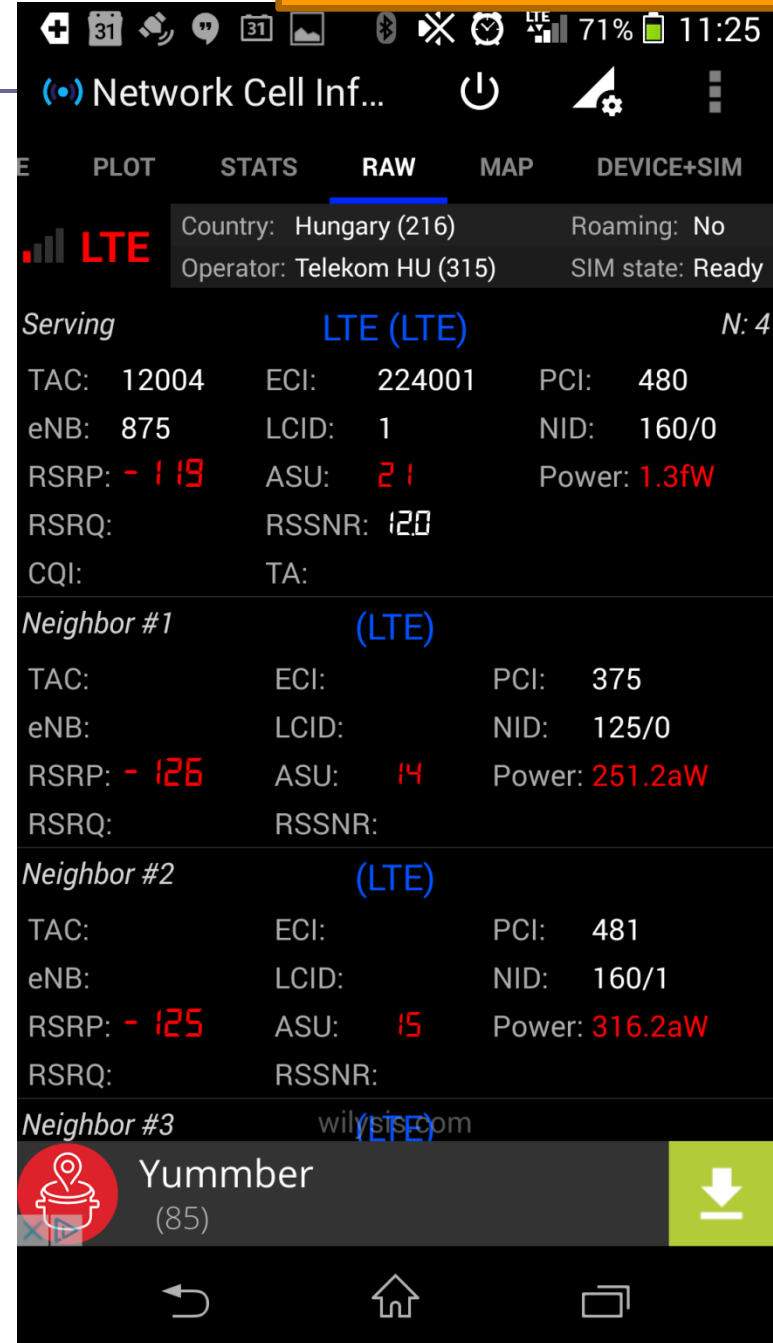
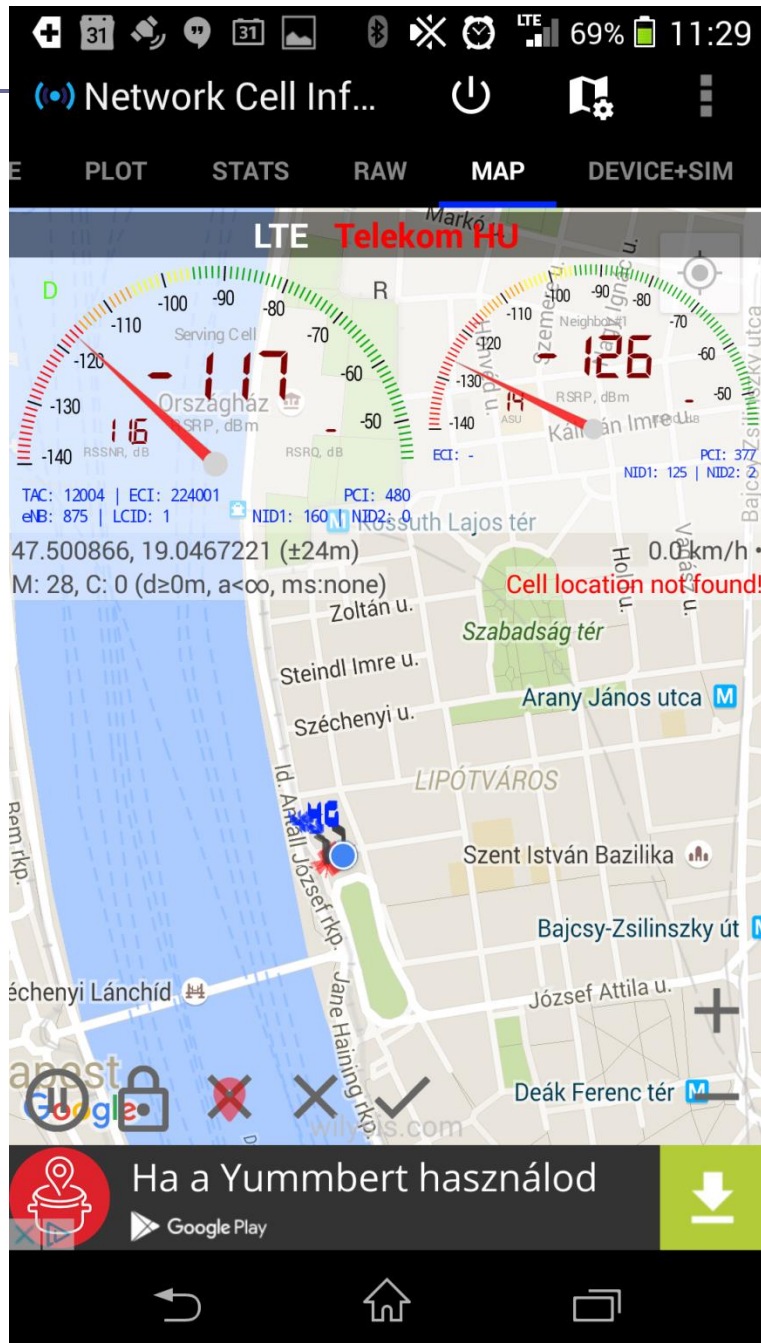
Inter-band, non-contiguous

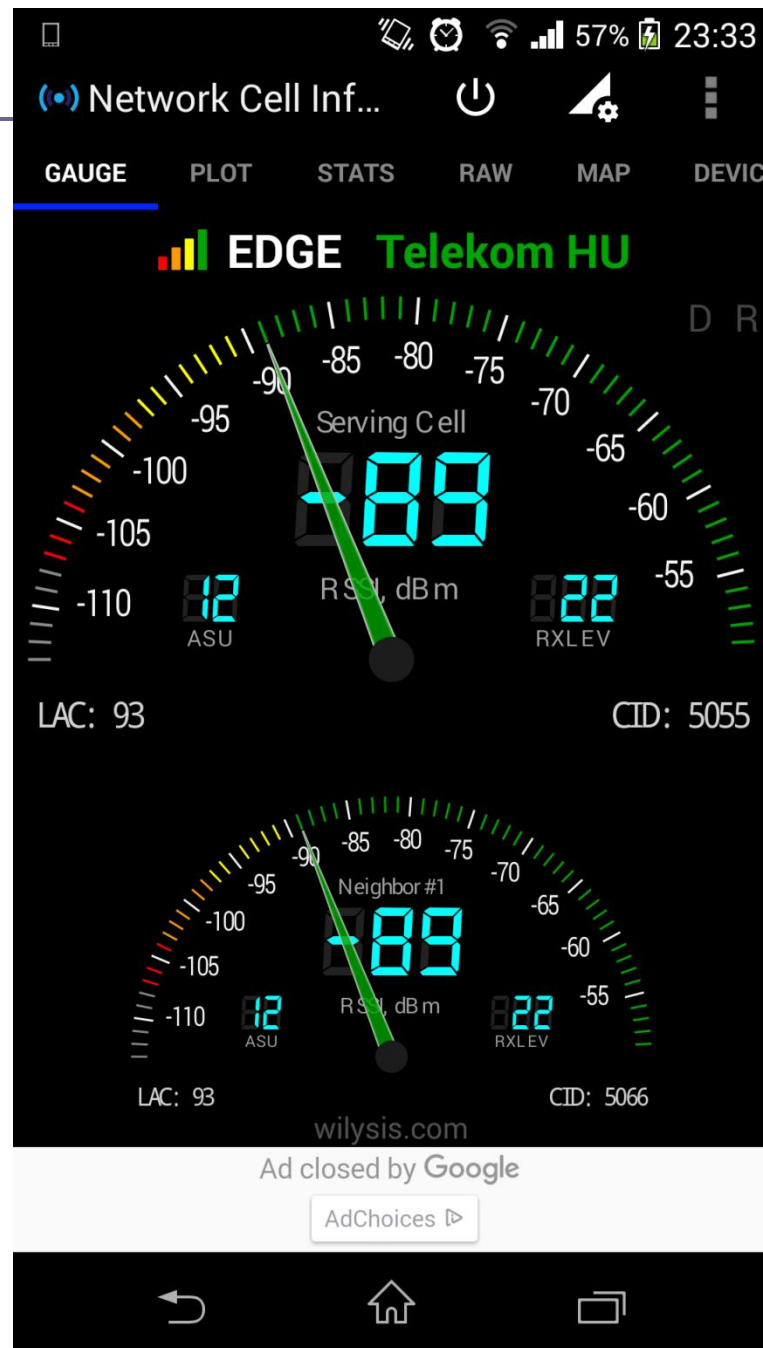



LTE-Advanced



Nem kell vizsgára!





Nem kell vizsgára!