



Az 5G bevezetésének kezdeti tapasztalatai a Vodafone Magyarországnál



Agenda

- Mire lehet használni az 5G-t mennyivel jobb, mint a 4G?
- Egy kis történelem: milyen lépéseken keresztül jutottunk el az első magyarországi 5G kereskedelmi hálózat elindításához?
- Milyen előzetes felkészülés kellett a mobiltelefon gyártók, illetve a hálózati berendezés szállítók és a Vodafone Magyarország részéről az induláshoz?
- Milyen hálózati implementációk lehetségesek és melyik lett implementálva?
- Milyen hálózati sebességet, illetve késleltetést lehet elérni az egyes felhasználóknak?
- Mit látunk az autós mérések során? Hogyan kellett paraméterezni a hálózatot a lehető legjobb ügyfélélményhez?
- Hogyan tovább? Milyen tovább lépési lehetőségek vannak?





Mire jó és mire való az 5G



4G-5G letöltési sebesség különbségek

- 60MHz 3CC LTE 2x2-es MIMO 256QAM -> 0,584 Gbit/s
- 60MHz 3CC LTE 4x4-es MIMO 256QAM -> 1,092 Gbit/s
- 60MHz NR 4x4-es MIMO 256QAM -> 1,188 Gbit/s 1,1 szeres szorzó
- 60MHz NR 8x8-es MIMO 256QAM -> 2,378 Gbit/s

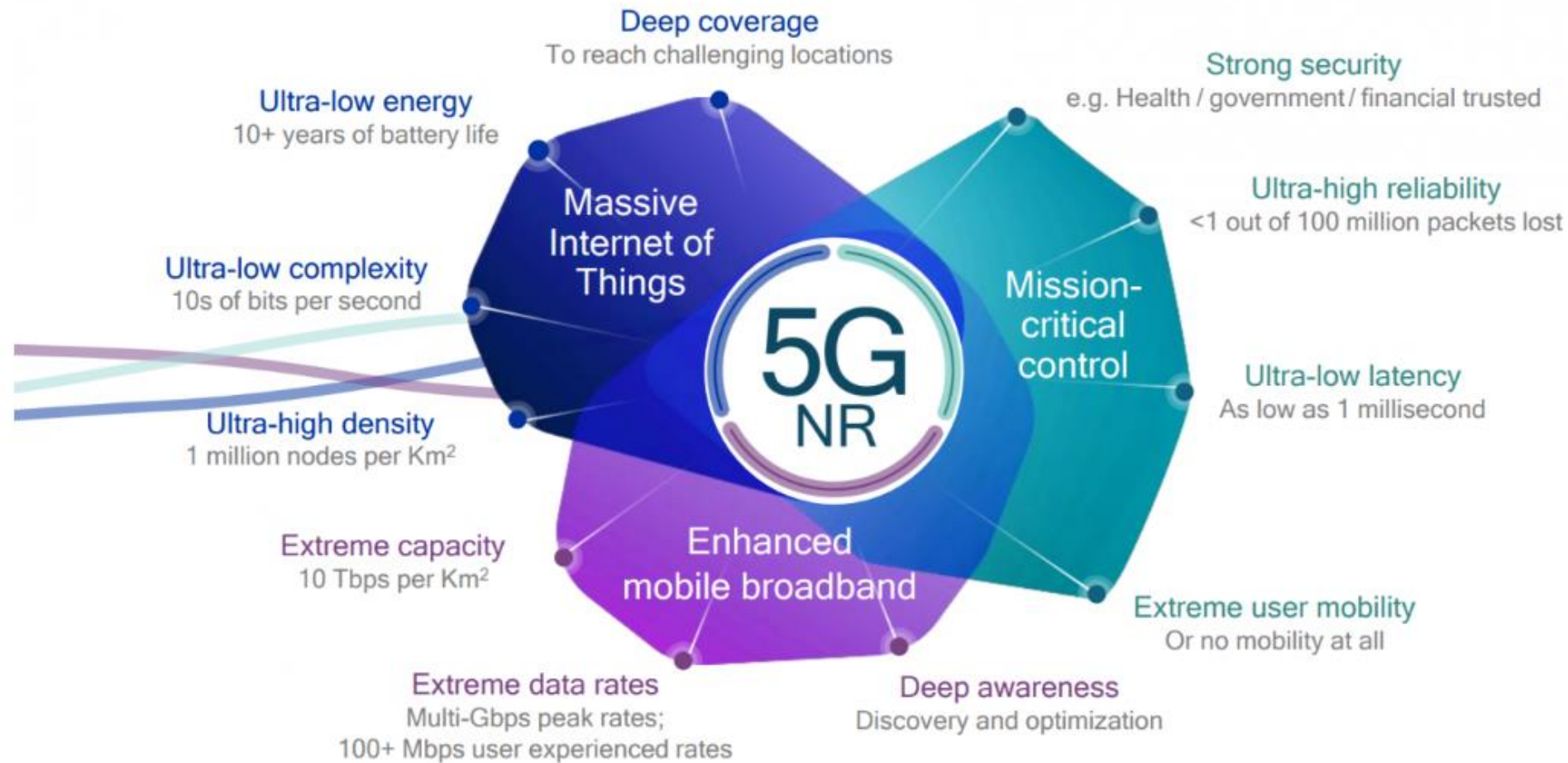


Miért jó az 5G illetve mik voltak az eredeti célok

- Több kapacitást ad 10Mbit/s/m²
- MA-MIMO technológia felhasználói átlagos sebesség 100Mbit/s csúcssebesség $n \times$ Gbit/s
- Csökkentett késleltetés
- Akár 500 km/h sebesség
- Kis komplexitású hálózati struktúra
- Nagy megbízhatóság
- Energiahatékonyság



Miért jó az 5G illetve mik voltak az eredeti célok

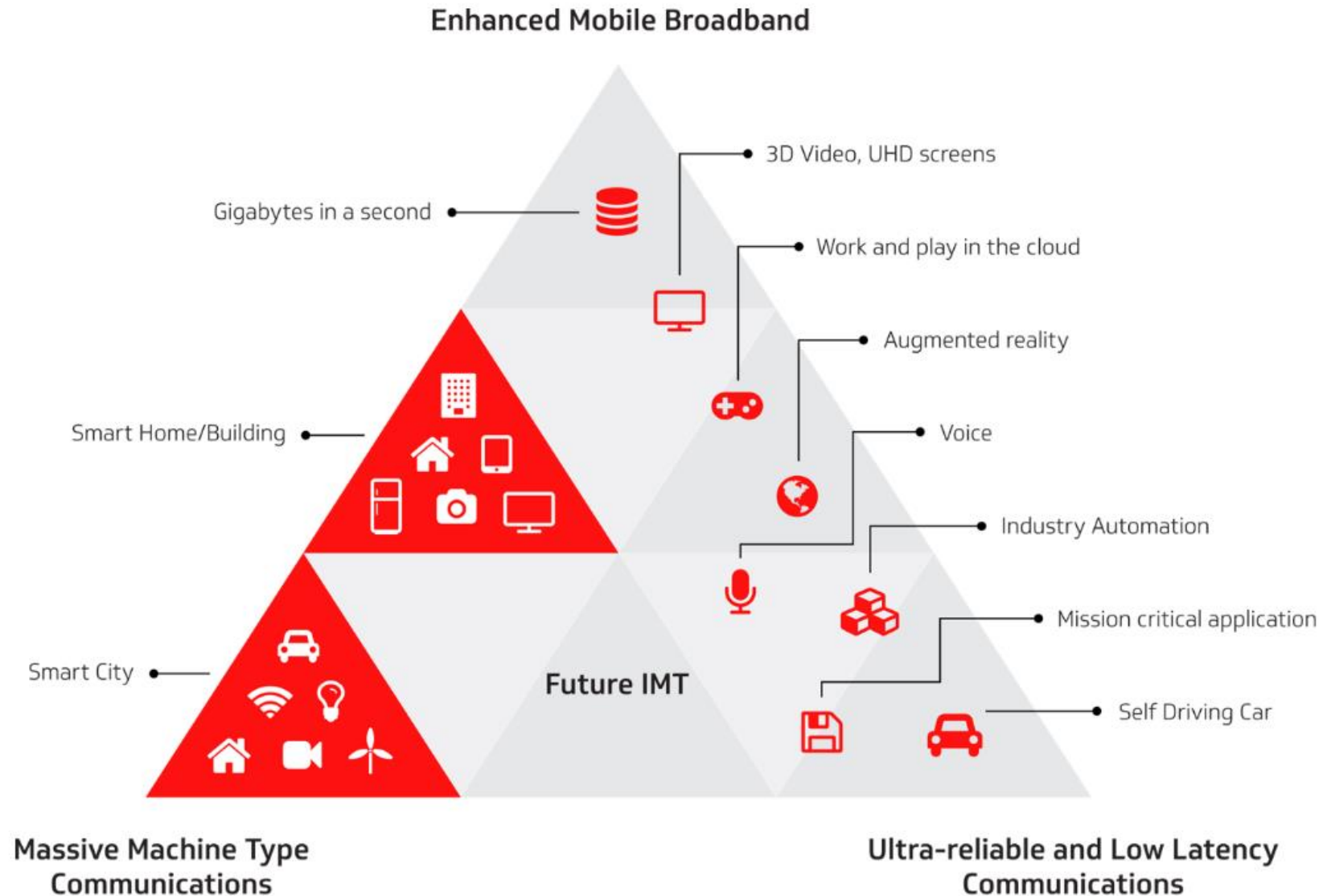


Milyen felhasználási területekre kell figyelniünk

- Egészségügy
- Logisztika
- Drónok
- Önvezető járművek
- Ipar 4.0
- Nagy felbontású videók közvetítése
- Virtual/Augmented reality
- IoT mint gyűjtőfogalom



Milyen felhasználási területekre kell figyelniünk





**Egy kis történelem: milyen
lépéseken keresztül jutottunk el
az első magyarországi 5G
kereskedelmi hálózat
elindításához?**



2018.04.26 1Gbit/s



Első 5G-s adathívás

2018. szeptember 25-én, az Internet Hungary konferencián

- A bemutató:
 - Esport Universeum szervezésében a Vodafone budapesti székházában zajló HearthStone Magyar Kupa videó közvetítését a siófoki kihelyezett stúdióban valós időben megvágták és hivatásos kommentátorok közvetítették élőben, az adás pedig 5G tesztkapcsolaton keresztül került fel a világhálóra, ahol az érdeklődők a Twitch felületén, a Fusion TV csatornáján követhették az élő, HD minőségű videó streamet
- Teszt frekvencián 100MHz-es sáv szélességgel



Első 5G-s adathívás

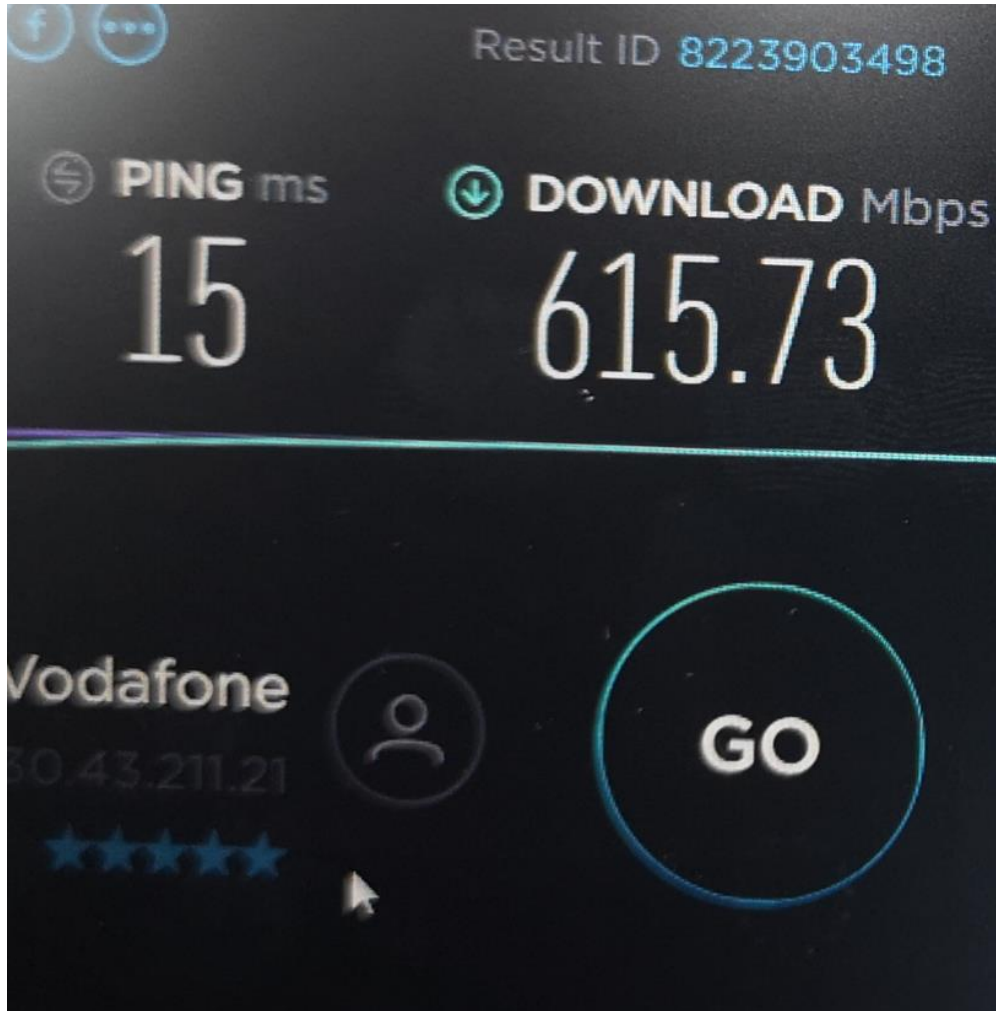
2018. szeptember 25-én, az Internet Hungary konferencián



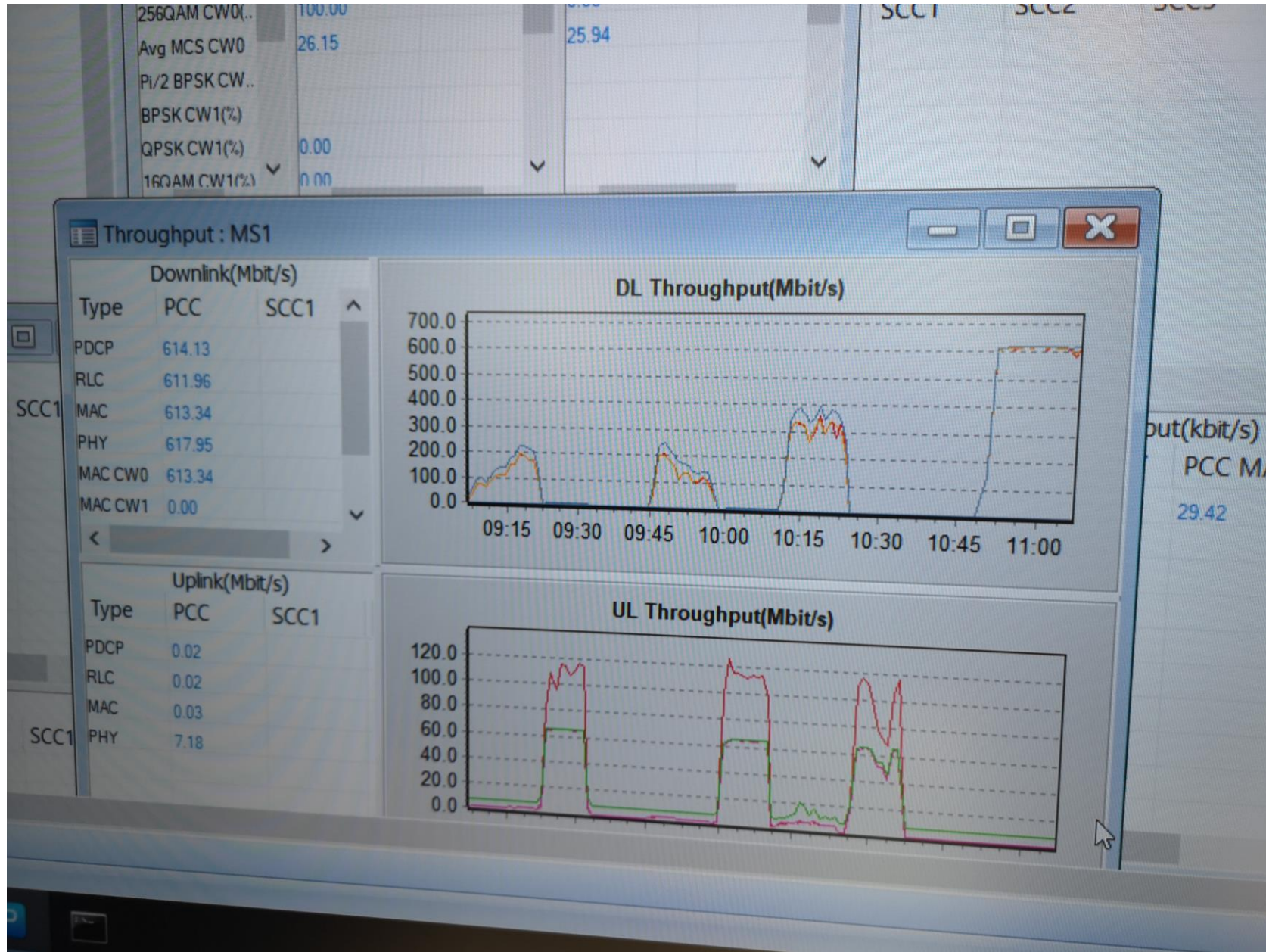
Első kereskedelmi 5G mobil hálózat Koreában 2019.04.04.



Első tesztek a hálózatban 2019 április



Első tesztek a hálózatban 2019 április



Zalaegerszeg 2019. május 20: első állandó 5G-s bázisállomás





Távrolról vezethető autó

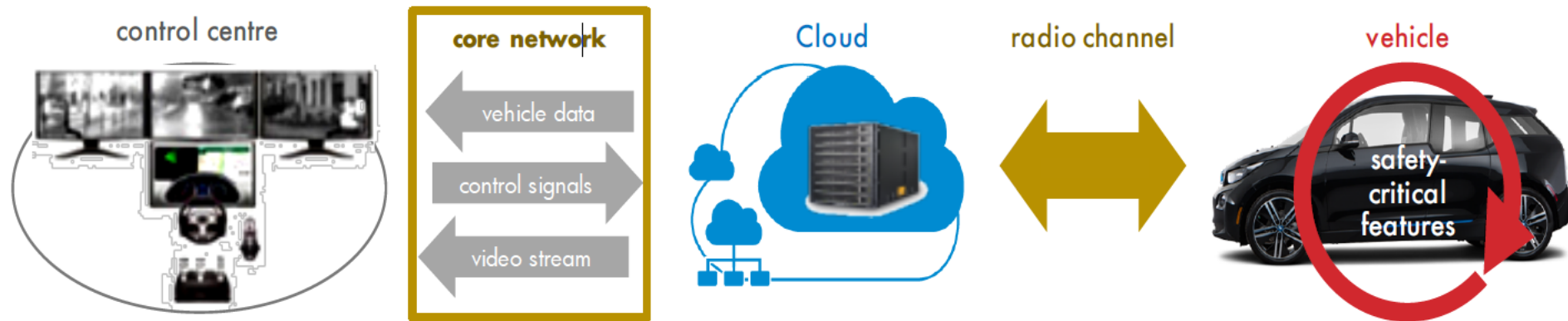


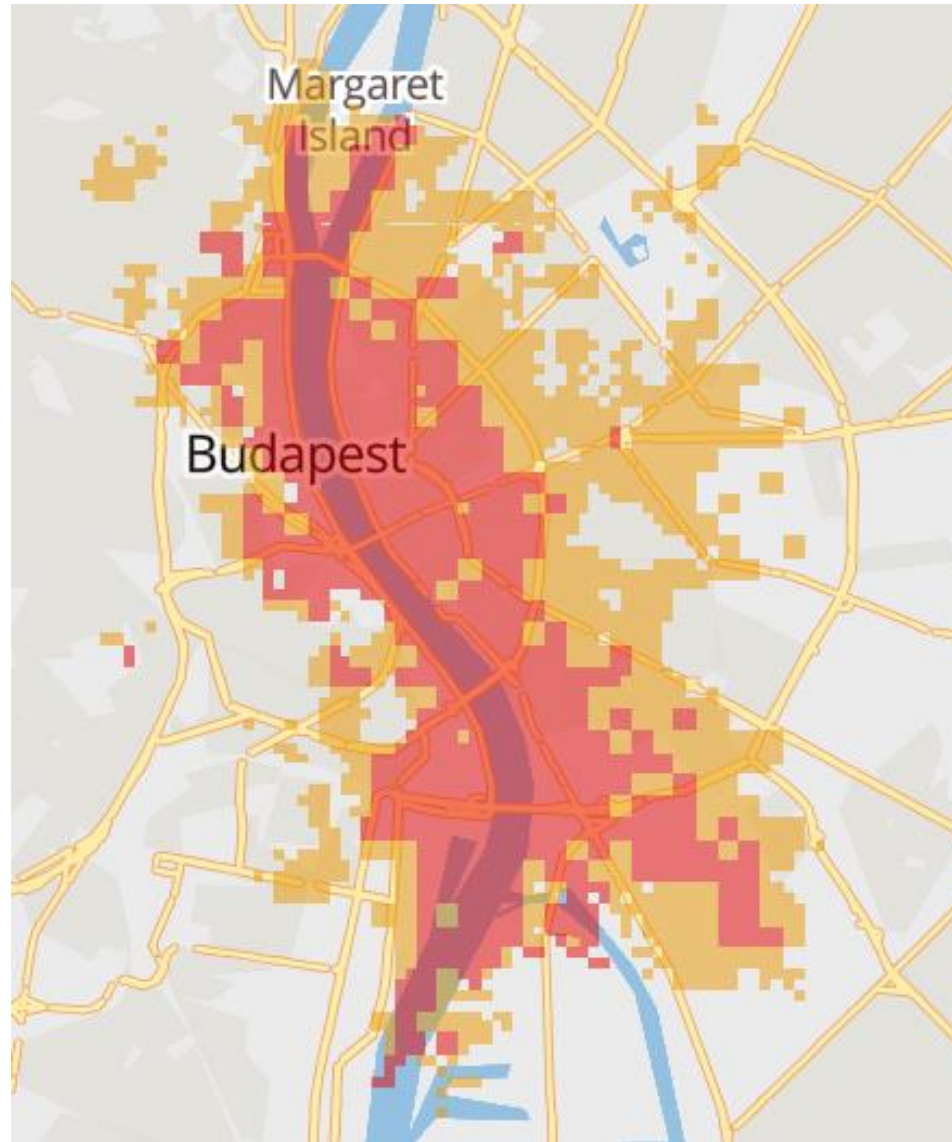
Figure 1. System overview



Budapest első 5G-s állomása a Dunaparton 2019. május 21



Első kereskedelmi 5G hálózat Magyarországon 2019.10.17.



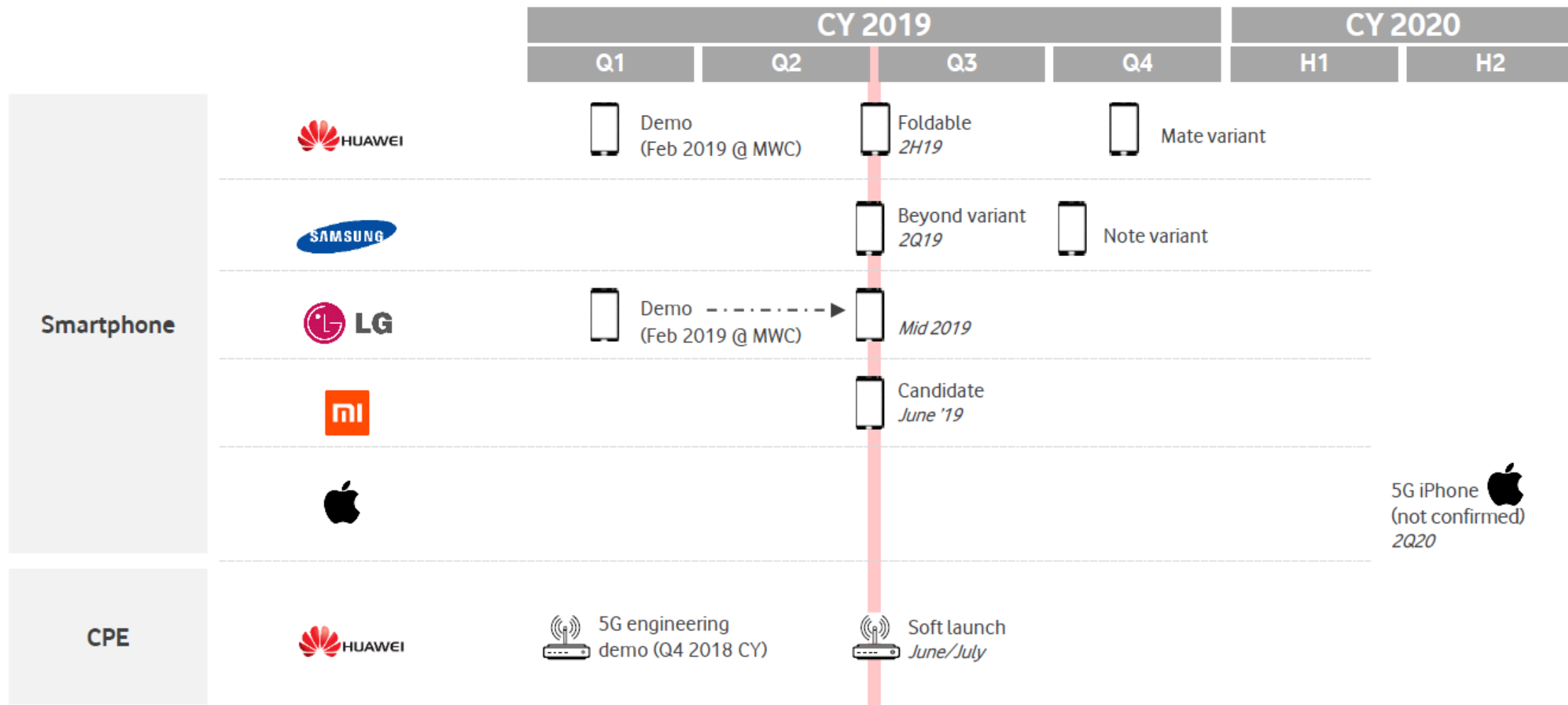


Milyen előzetes felkészülés kellett a mobiltelefon gyártók, illetve a hálózati berendezés szállítók és a Vodafone Magyarország részéről az induláshoz?



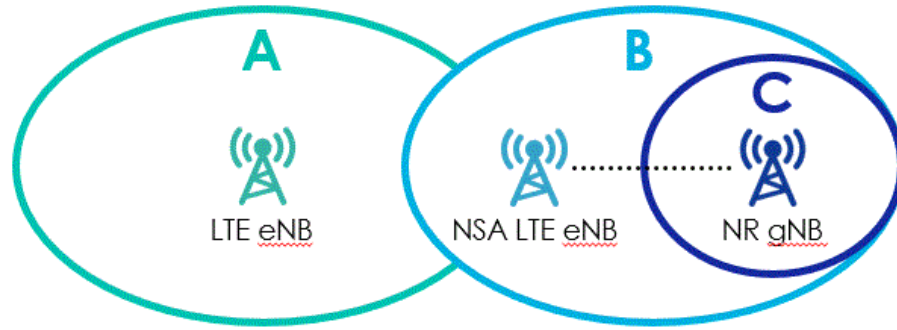
Terminálok elérhetősége 2019 Január

5G | Devices



Terminal implementációk

4G/5G Connections & Status Bar Indicator Options



NETWORK COVERAGE & DESCRIPTION

A	Covered only by legacy 4G LTE site Connected to 4G LTE Only
B	Non-Standalone LTE but not covered by 5G NR (Capable of connection between 4G LTE and 5G NR)
C	Covered by 5G NR (Determines connection to 5G NR)

CONSUMER EXPERIENCE

4G LTE Speeds
4G LTE Speeds
5G Speeds

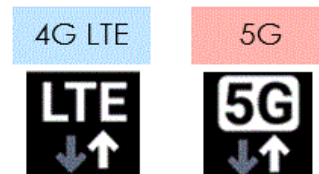
Device Status	Connection	Network Coverage		
		A	B	C
Idle	4G LTE	4G	4G	4G
Connected	4G LTE	4G	4G	4G
	4G LTE + 5G NR	N/A	N/A	5G

PROS

- Provide users true information that matches with the real status of 5G connection
- Matches consumer expectation for 5G experience on device

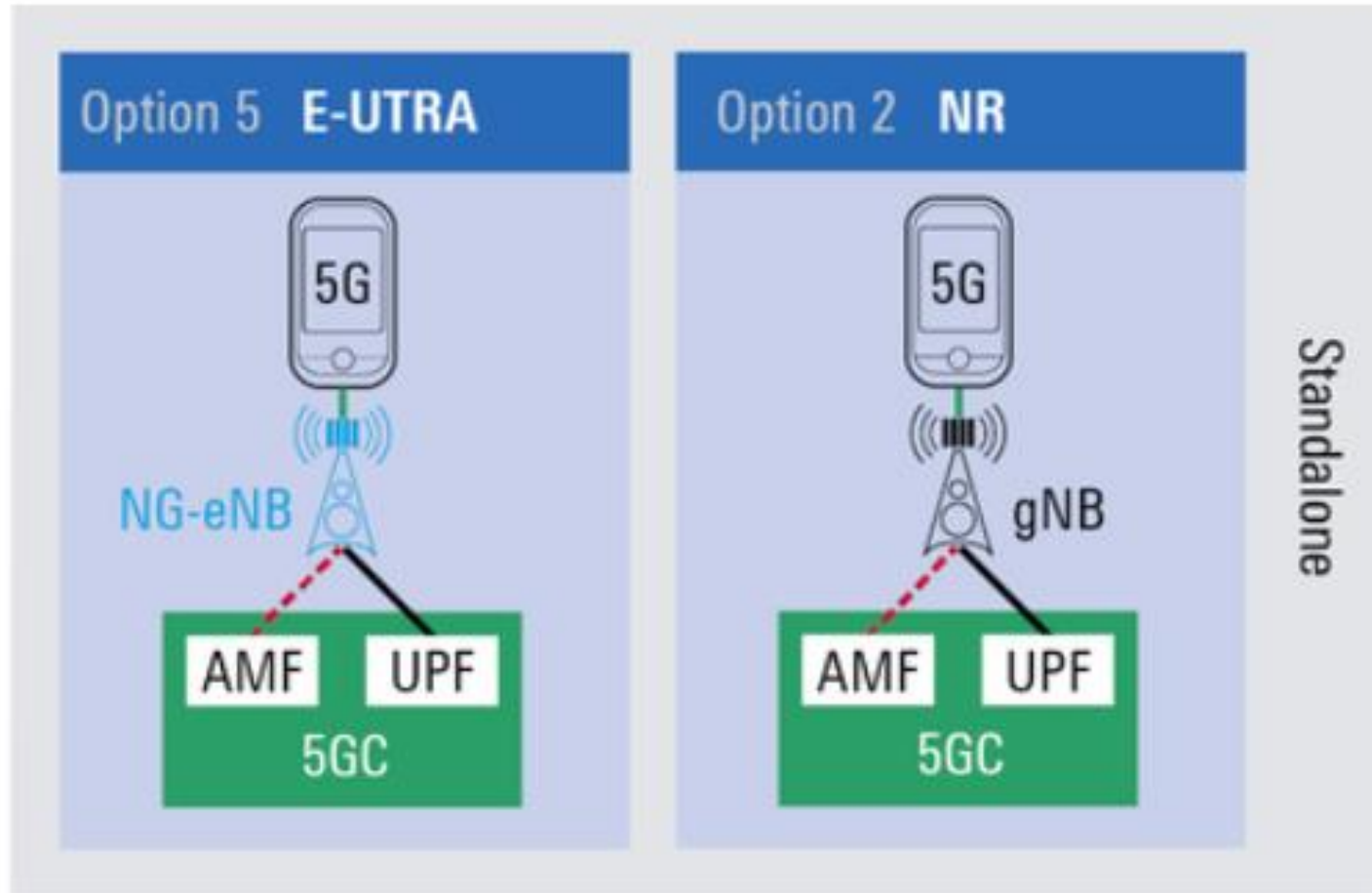
CONS

- Consumers on a 5G device will see have a 4G connection most of the time, due to limited roll-out
- While idle, phone will display 4G, even if it can connect to 5G



Hálózati implementációk

Standalone - korai

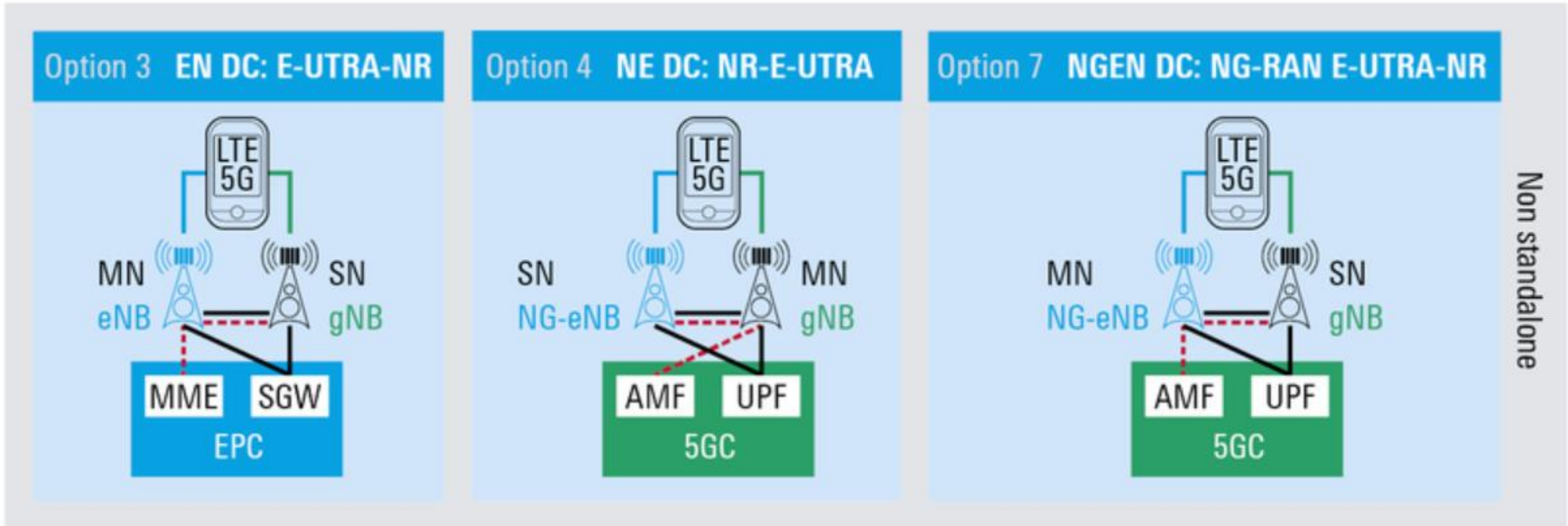


----- Control
———— Data



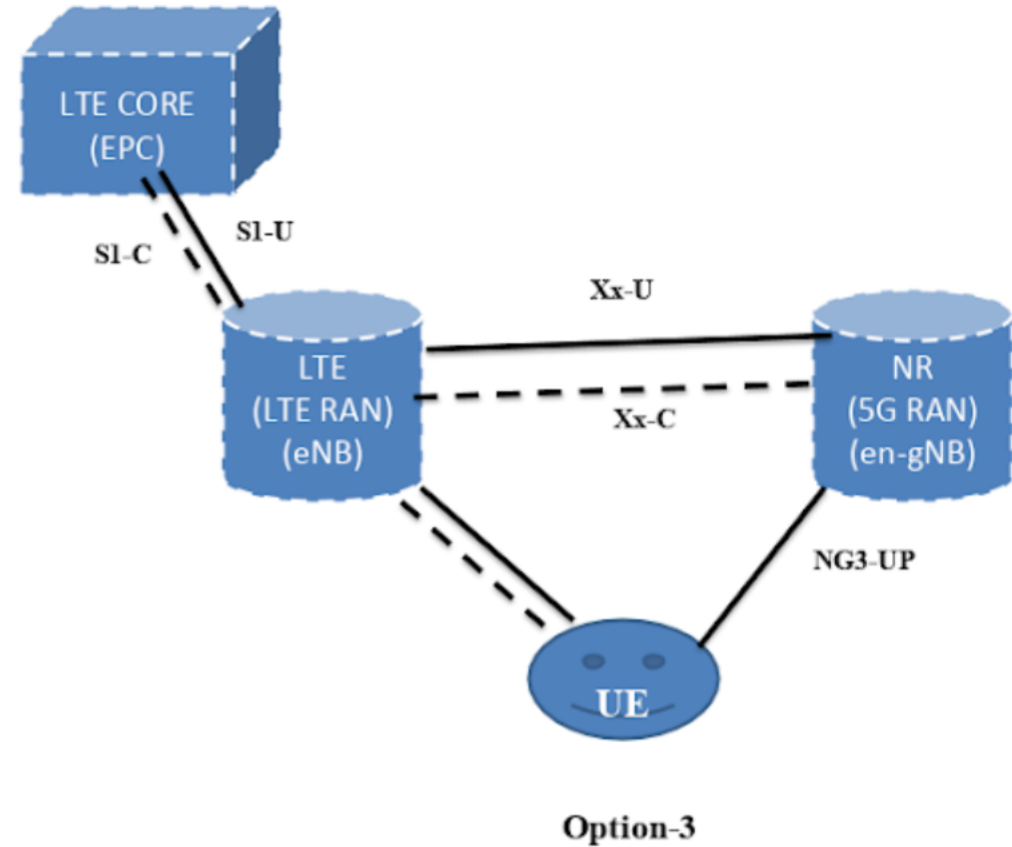
Hálózati implementációk

Non-standalone - melyik



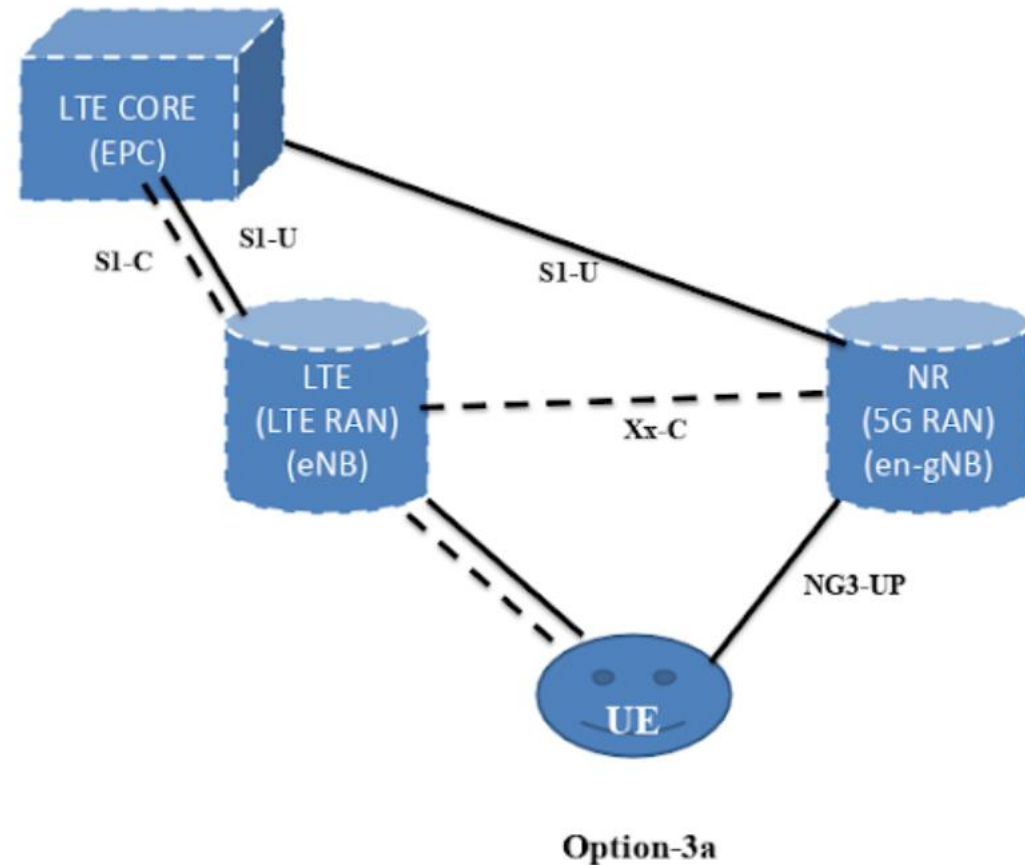
Implementációk Option-3

- A forgalom az eNodeB-ban választódik szét
- Felhasználható a régi core hálózat
- VoLTE lehetőség némi változtatással
- Bonyolultabb terminálok (DC)
- Új interface-k a gNodeB és eNodeB-k között
- Kis késleltetésű backhaul



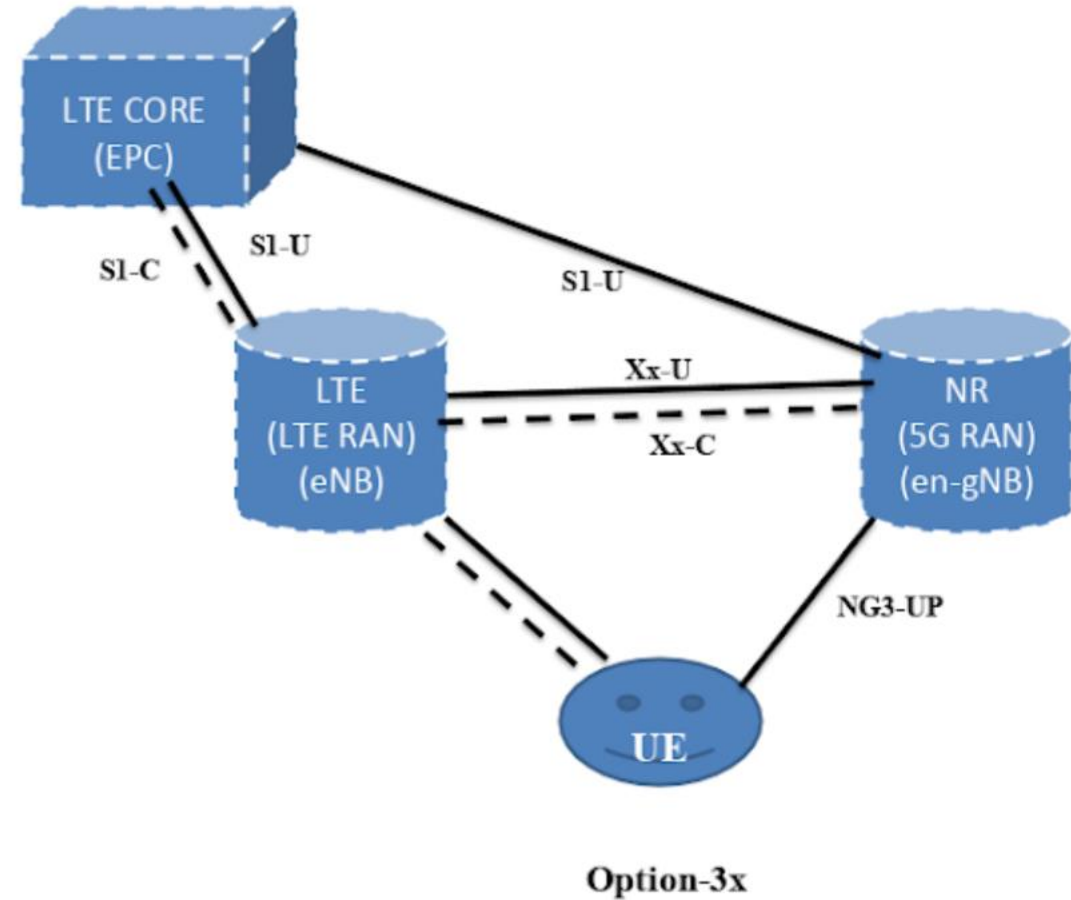
Implementációk Option-3a

- A forgalom a core hálózatban választódik szét
- Bonyolult implementáció a mobility miatt
- 5G és 4G állomások között nincs közvetlen kapcsolat



Implementációk Option-3x

- A 3x a 3 és a 3a kombinációja
 - Szinte folyamatos mobility
 - Magasabb frekvenciákon is robusztus lefedettség
 - Magasabb csúcssebesség a DC miatt
 - Beszéd technológia váltás nélkül
-
- Mi kellett ezen kívül az elinduláshoz:
 - Core-hálózat egyes részeinek modernizációja
 - Rádiós hálózat szoftver csere



Optimalizációs kihívások

- Anchor vivő kiválasztása egyeztetve a hálózat terelési elvekkel
- LTE TDD vs NR TDD schema
- Subcarrier spacing 15kHz, 30kHz, FR1-ben

5G NR PARAMETERS FOR DIFFERENT FREQUENCY BANDS

5G NR PARAMETER	FR1	FR2
Bandwidth options per carrier	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 MHz	50, 100, 200, 400 MHz
Subcarrier spacing	15, 30, 60 kHz	60, 120, 240 kHz



Szabványos kiosztások frekvencia band-enként

Band number	Duplex mode	DL operating band	UL operating band	Channel bandwidths(MHz)		
				SCS-15 Khz	SCS-30 Khz	SCS-60 Khz
n1	FDD	2110 – 2170 MHz	1920 – 1980 MHz	5,10,15,20	10,15,20	10,15,20
n3	FDD	1805 – 1880 MHz	1710 – 1785 MHz	5,10,15,20,25,30	10,15,20,25,30	10,15,20,25,30
n7	FDD	2620 – 2690 MHz	2500 – 2570 MHz	5,10,15,20	10,15,20	10,15,20
n8	FDD	925 – 960 MHz	880 – 915 MHz	5,10,15,20	10,15,20	NA
n20	FDD	791– 821MHz	832 – 862 MHz	5,10,15,20	10,15,20	NA
n28	FDD	758 – 803 MHz	703 – 748 MHz	5,10,15,20	10,15,20	NA
n78	TDD	3.3 – 3.8 GHz	3.3 – 3.8 GHz	10,20,40,50	10,20,40,50,60,80,100	10,20,40,50,60,80,100

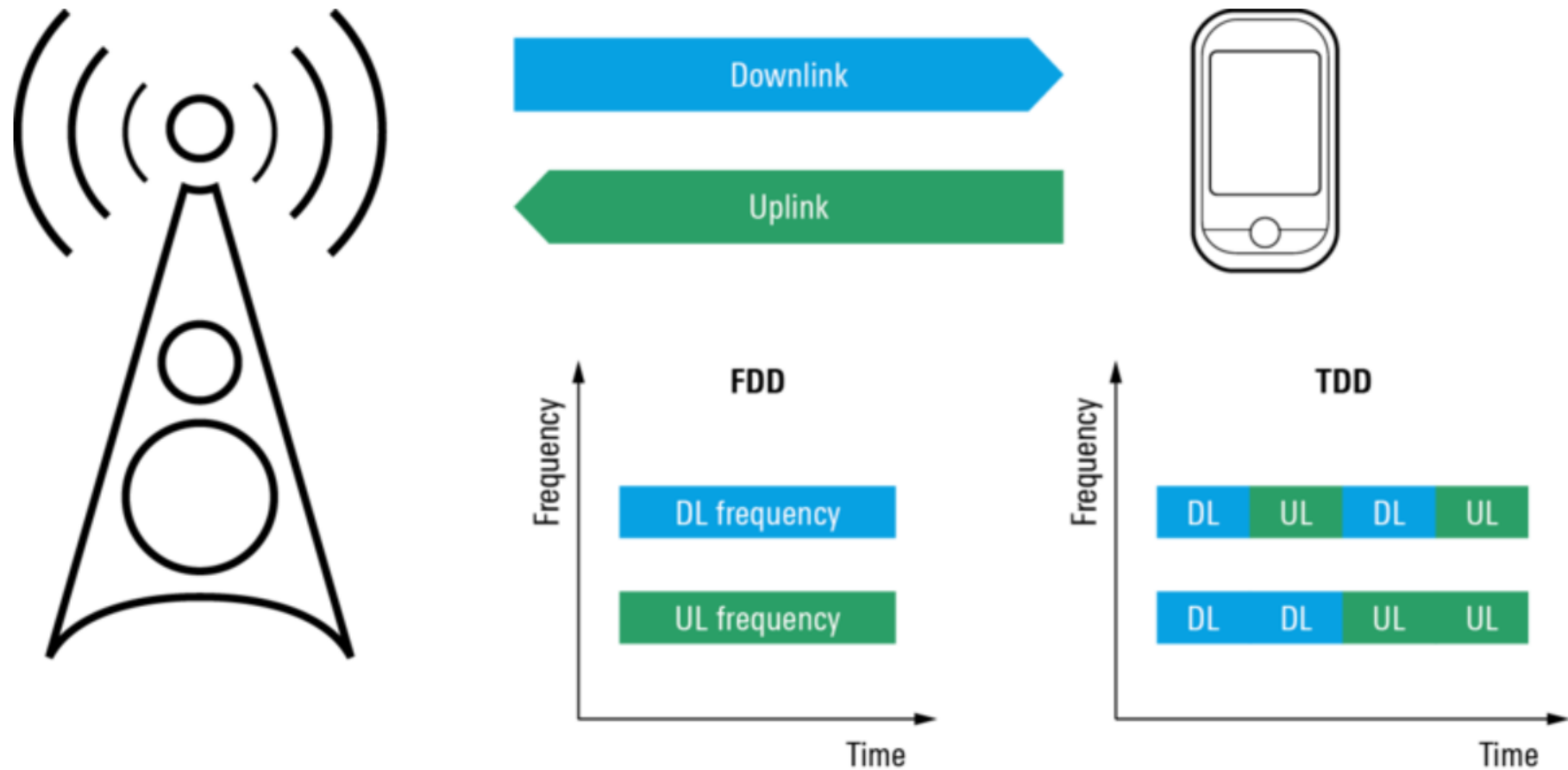


Anchor kiválasztás

- LTE kapacitás és lefedettségi layerek



Mennyi legyen az UL

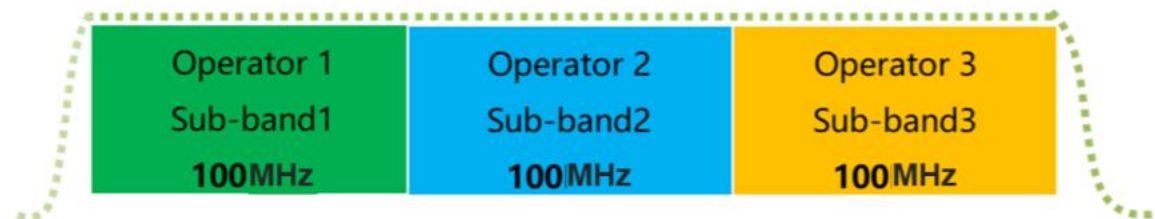
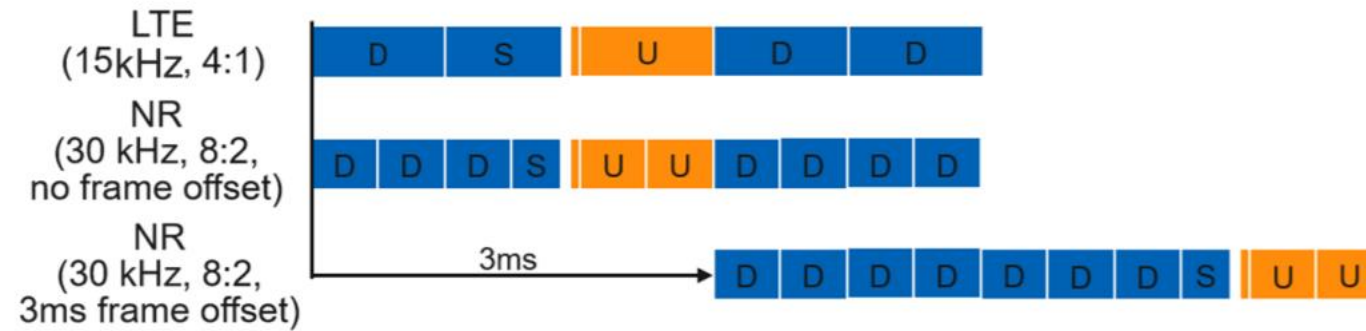
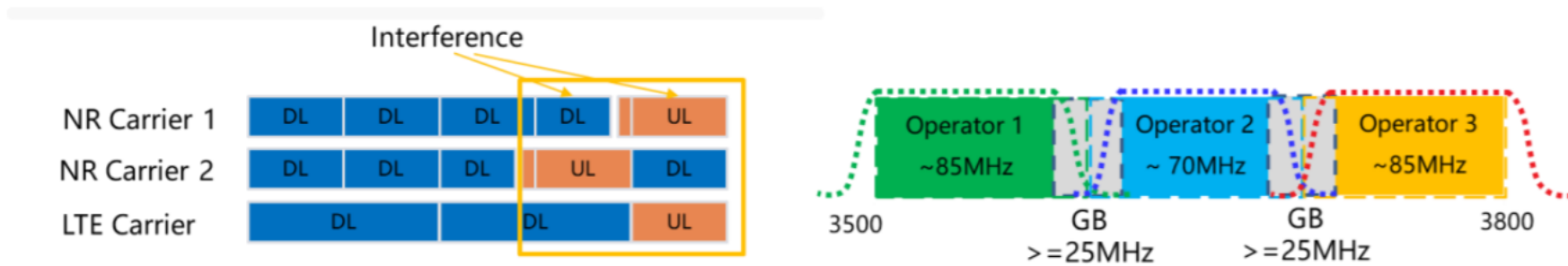


DL-heavy transmission with UL part																											
Slot (e.g, slot format 28)														Slot(e.g, slot format 28)													
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	F	U	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	F	U

UL-heavy transmission with DL Control																											
Slot(e.g, slot format 34)														Slot(e.g, slot format 34)													
D	F	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	D	F	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U



Szinkronizációs kihívások (LTE/NR)



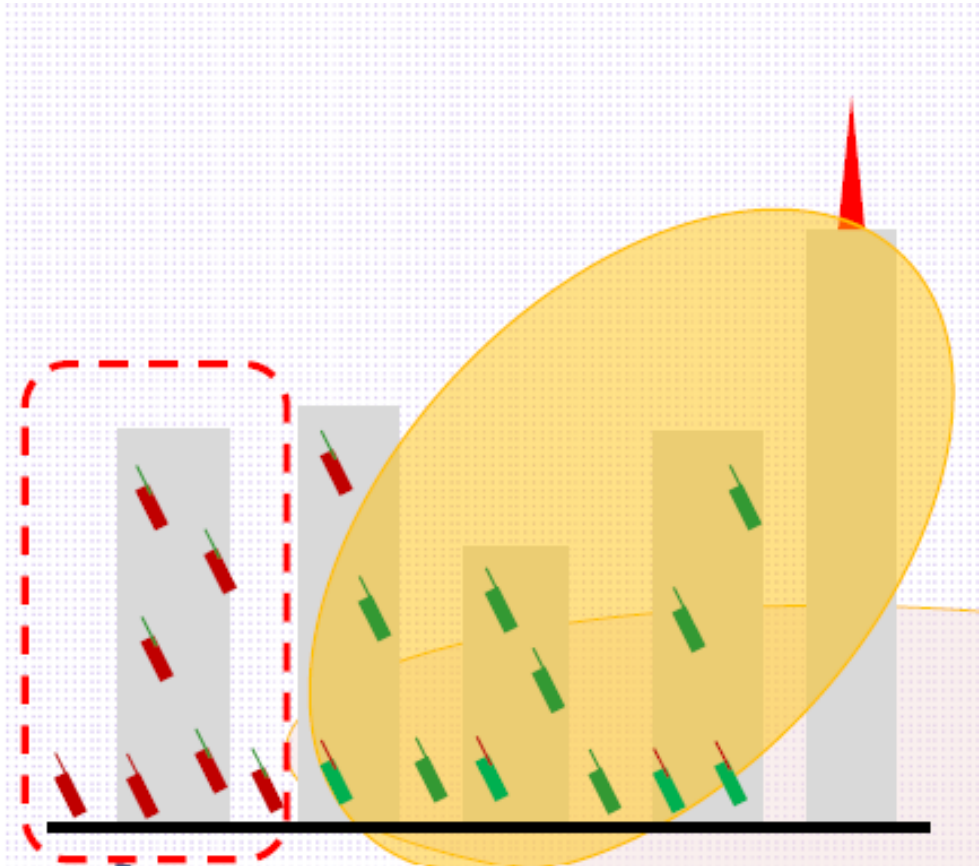
Optimalizációs kihívások

- Hálózat komplexitása több technológia együtt működtetése
- Drivetest/crowdsourcing-> feldolgozás AI
- Komplex KPI elemzés : Külön kell figyelni 4G anchor és az 5G NR KPI-t valamint a DC (LTE-NR)
 - KPI-ok a 4G oldalon:
 - RRC Setup Success Rate
 - ERAB Drop Rate
 - GNodeB Addition SR
 - NSA Incoming/Outgoing HO Success Rate
 - NSA SCG Change 4G/5G initiated
 - SCG Failure Rate
 - KPI-ok az 5G oldalon
 - NSA DC SG Addition SR/NSA DC DRB Addition SR
 - Különböző sebesség forgalom és felhasználói szám mutatók

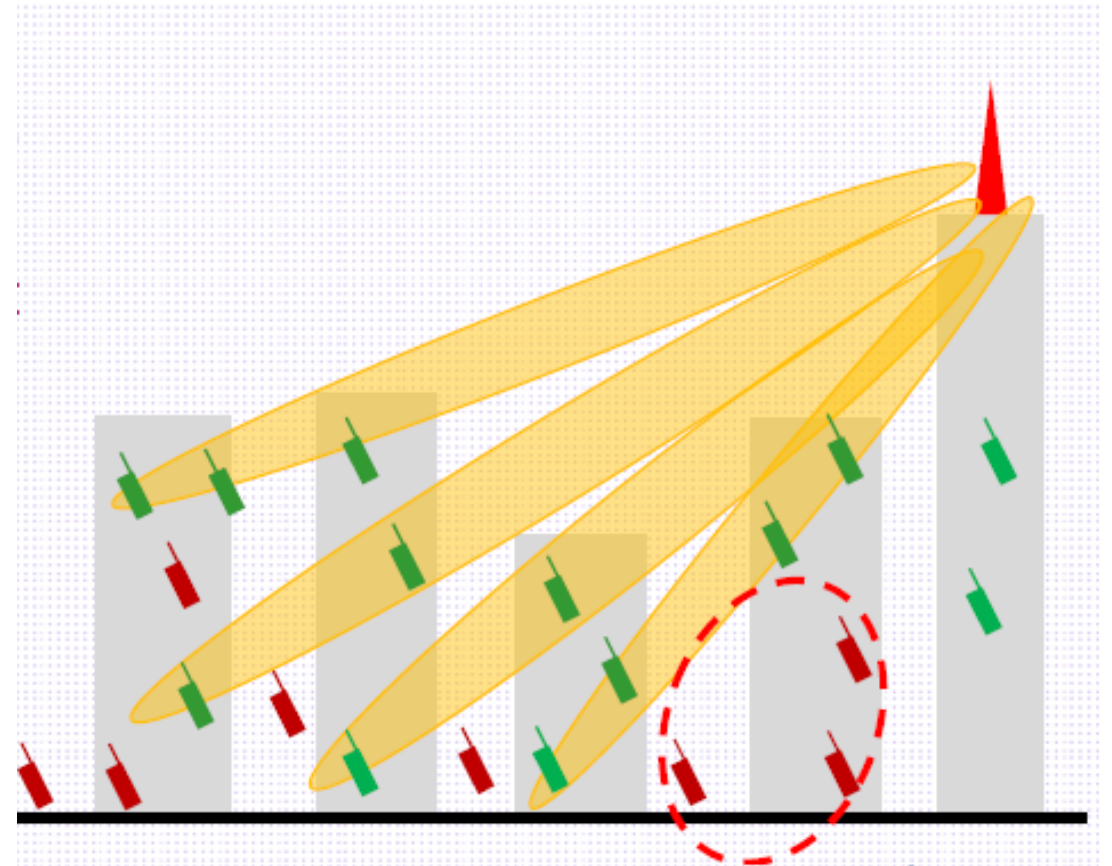


Cella szélek egy kicsit másként

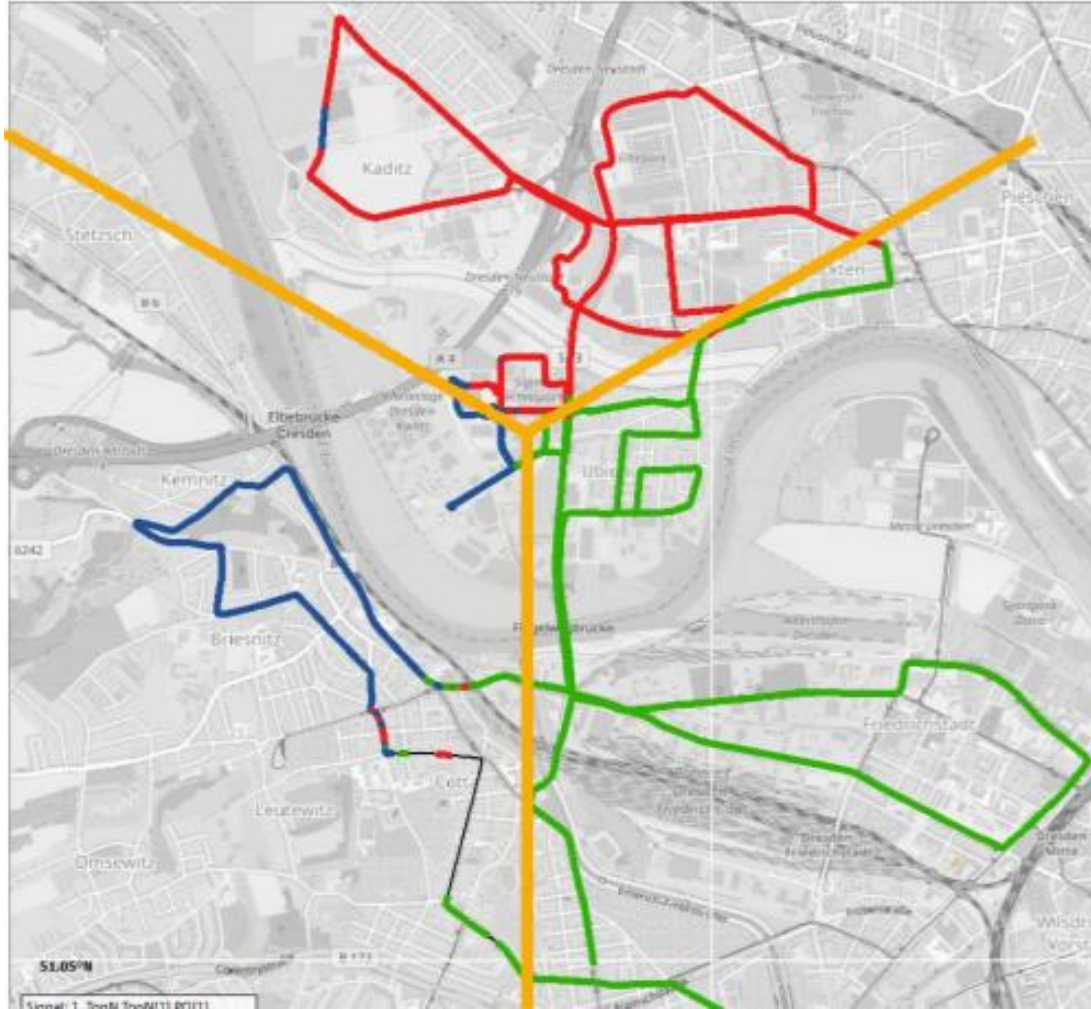
- Hagyományos antenna karakterisztika



MA-MIMO



Egy szektor, egy PCI, egy nyaláb/több nyaláb



Dual connectivity (DC)

PING ms

10

DOWNLOAD Mbps

1120.02

UPLOAD Mbps

31.96

Vodafone

GO

Vodafone
Magyarország Zrt.
Budapest



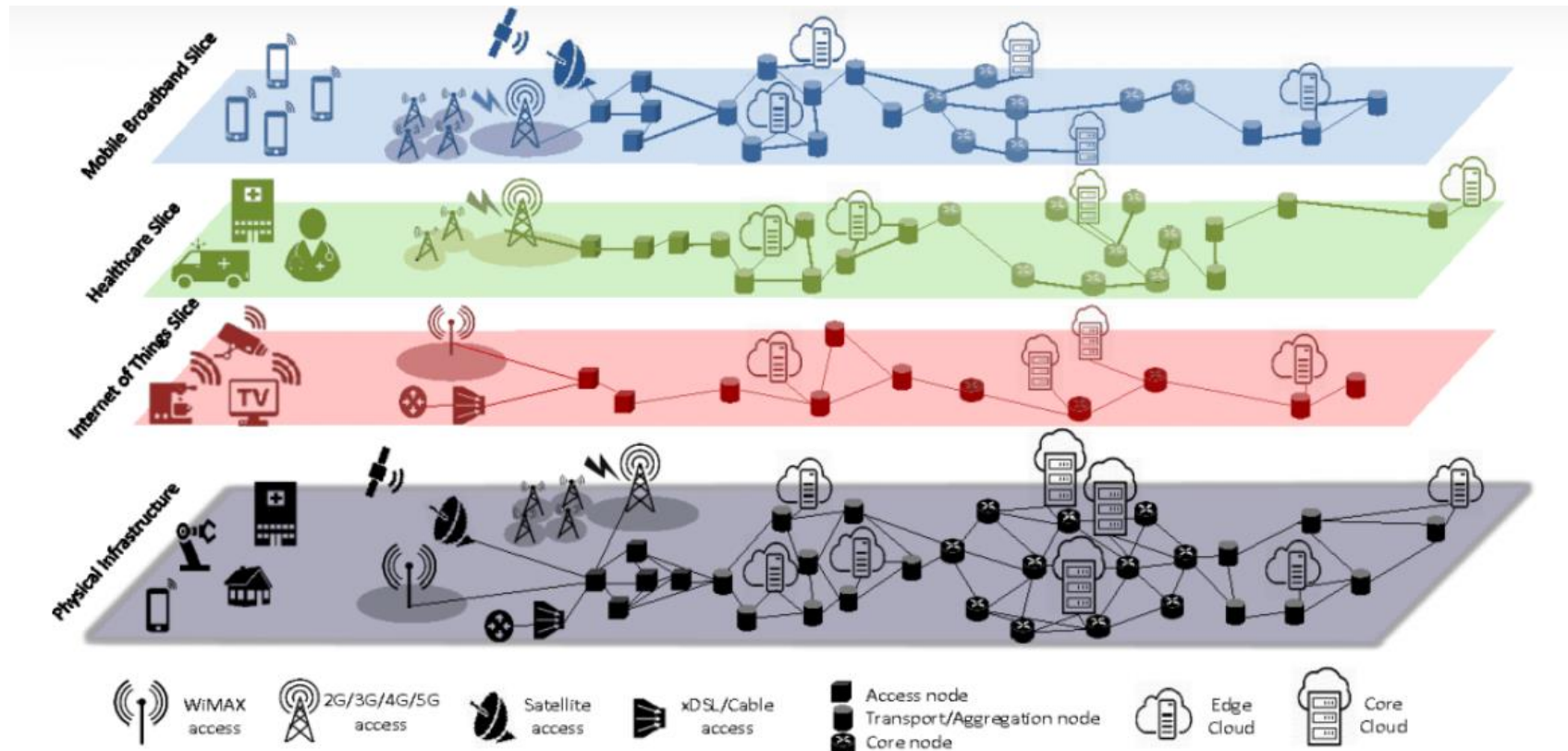
Latency késleltetés

- Távol vagyunk még az áhított 1-2ms-tól (5G SA/5G core, MEC kell)
- Nagyon függ jelenleg a készülékektől:
 - LG V50 10ms
 - Mate 20X 8-9ms
 - P40 7ms



Továbblépési lehetőségek

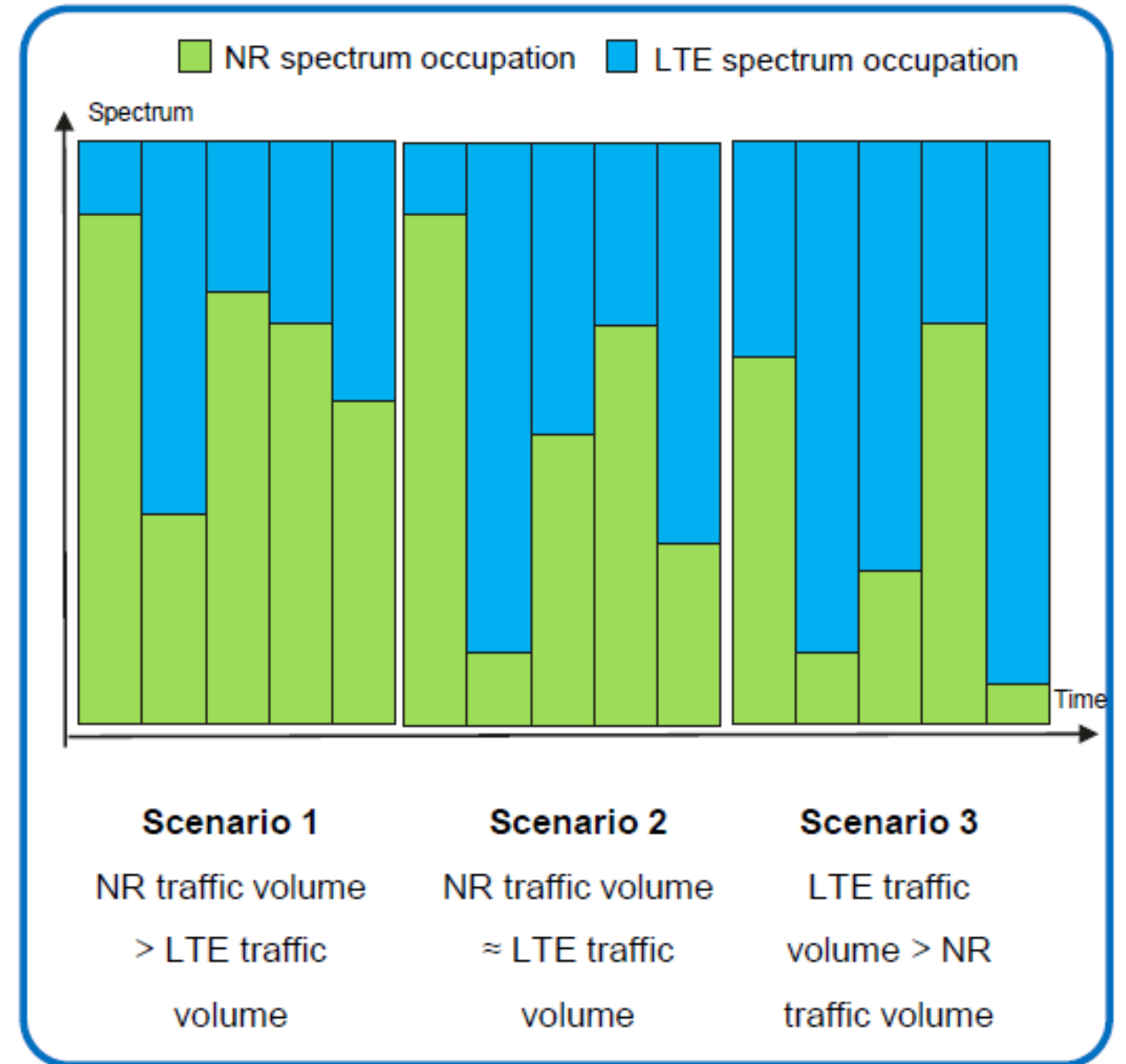
- NSA/SA // VoNR/VoLTE
- Network slicing
- Virtual Private Network (VPN)



Tovább lépési lehetőségek

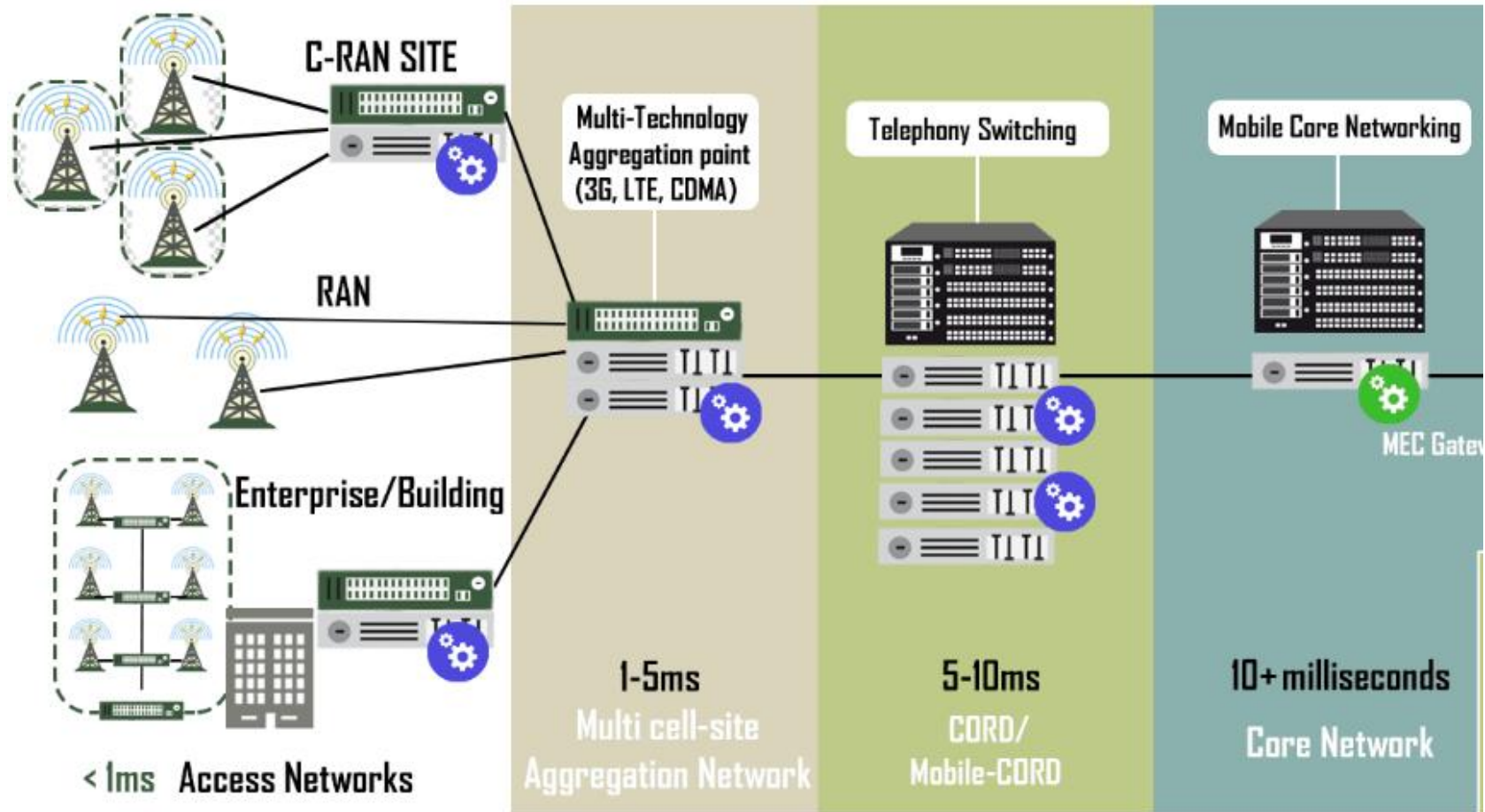
- NSA/SA
- VoNR/VoLTE
- Network slicing
- Virtual Private Network (VPN)
- DSS (Dynamic Spectrum Sharing)

LNR Flash Dynamic Spectrum Sharing



Továbblépési lehetőségek

- MEC (Multi-layer Edge Computing) Centralizált/Decentralizált



Mindenképpen tájékozódjunk az 5G-ről

Did you know that every tyre comes with a prebuilt GPS chip, so that you can be located in 5G networks?
If you don't want to be followed, you have to cut off the little antenna that sticks out.



23 July 2020



Köszönöm a figyelmet!

Kurucz Zoltán Network Optimization Manager

zoltan.kurucz@vodafone.com

