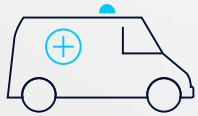


Merre tart a rádiós vasúti távközlés, mi jön a GSM-R után?

Olasz Péter
okleveles villamosmérnök
TEPS CTO Railways, NOKIA

Küldetéskritikus üzemeltetők kihívásai

Közbiztonság



Közbiztonsági
szolgáltatások



Hatékony kommunikáció



Vasúti szolgáltatás



Légi üzemeltetés



Autonóm
járművek

Biztonságos üzemeltetés

Ultra-megbízható | Kb. 0 késleltetés

Ipar és egészségügy



Ipari irányítás /
automatizálás



Távoli robotika /
sebészet

Hatékony folyamatok

Sokrétű IoT

Energia és erőforrások



Erőmű és elosztó
vezérlés



Természeti
erőforrások



Bányászati
műveletek

Küldetéskritikus üzemeltetők kihívásai - Vasutak

Közbiztonság



Közbiztonsági
szolgáltatások



Hatékony kommunikáció

Biztonságos üzemeltetés

Ultra-megbízható | Kb. 0 késleltetés

Hatékony folyamatok

Sokrétű IoT

Közlekedés és autóipar



Vasúti szolgáltatás

- A **biztonság** a legfontosabb
- **Pontos / hatékony** üzemeltetés
- Vonatozás vonzóbbá tétele **új szolgáltatásokkal / alkalmazásokkal**

Ipar és egészségügy



Ipari irányítás /
automatizálás



Táv- robotika /
sebészet



Erőmű és elosztó
vezérlés



Természeti
erőforrások



Bányászati
műveletek

Új szereplők

1. ATO

2. ETCS L3,CBTC

3. Műholdas pozicionálás

4. FRMCS (köv. generációs rádió)

5. Fékezési görbék

6. Kiberbűnözés

Forrás:: [ETC Conference](#)

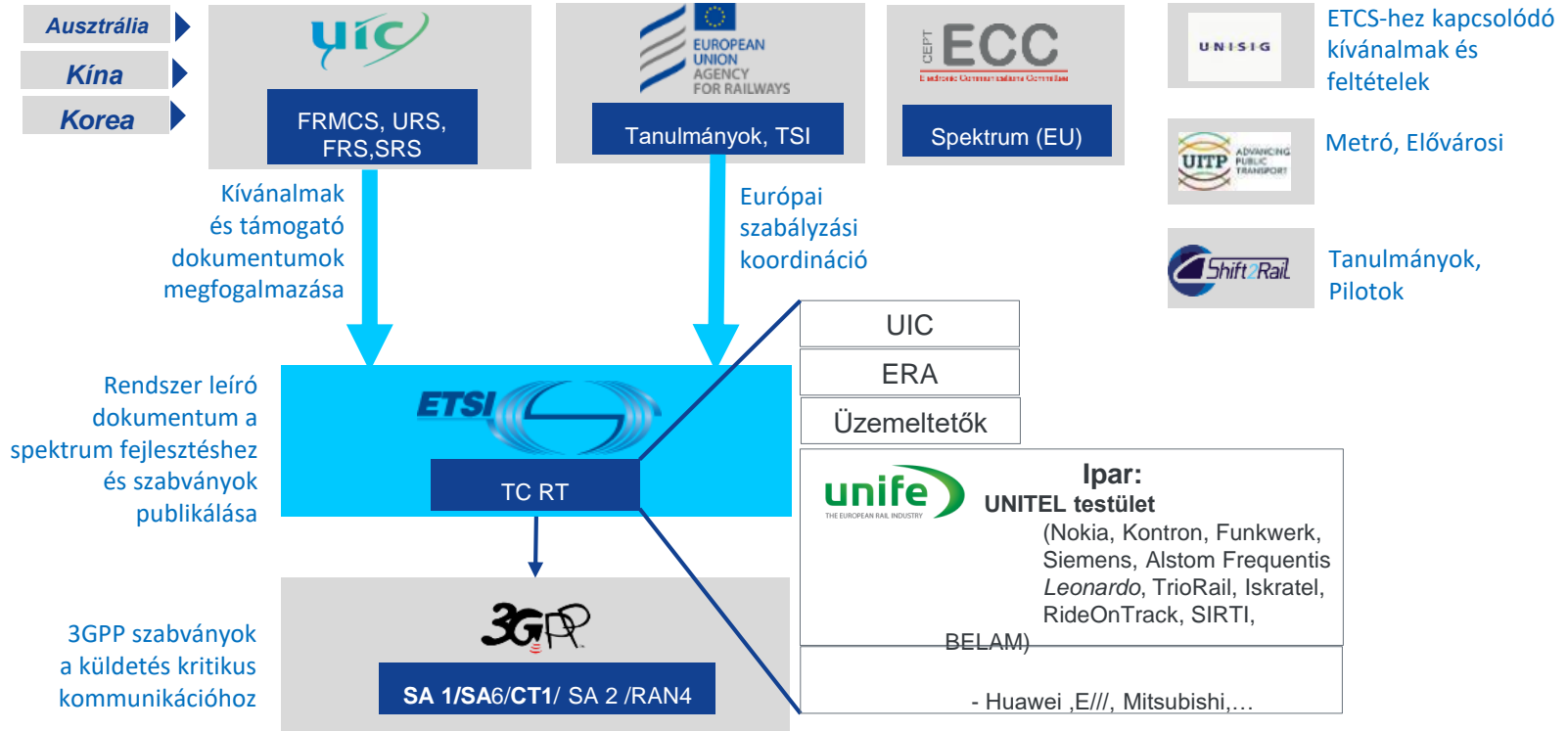


> 80 új felhasználói eset



Szabványosítás – Bevont testületek és tevékenységek áttekintése

EU vasúti ügynökség: Koordinációs MCS



3GPP kritikus kommunikáció: szabványosítási ütemterv

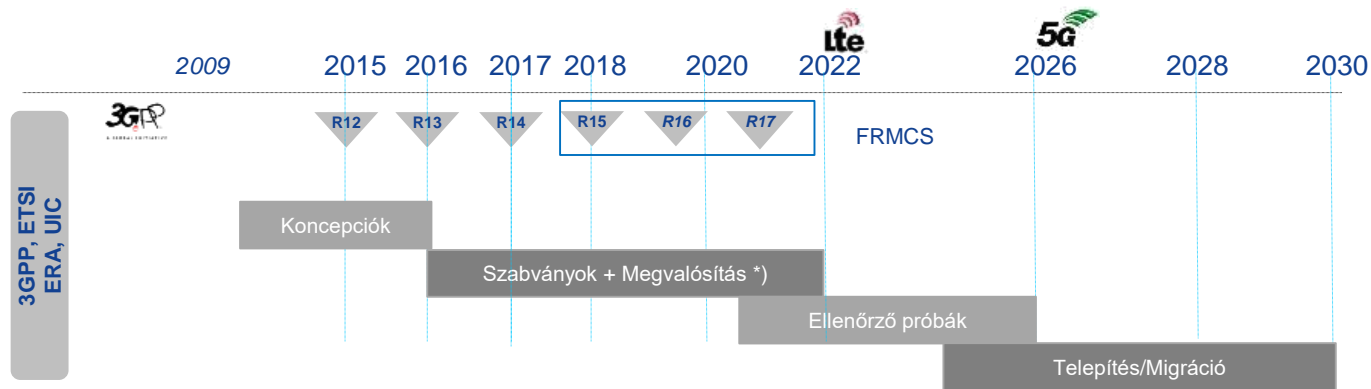
Küldetéskritikus kommunikáció a 3GPP-ben
Eredetileg a közbiztonság / polgári védelmi piacra, kiegészítve a vasúttal

Befagyasztva:	2016	2016	3/2017	3/2019	3/2020	2020/2021
	Release 12	Release 13	Release 14	Release 15	Release 16 <i>(nem vételees tartalom)</i>	Release 17 <i>(nem indult el)</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Csoport-kommunikációs szolgáltatások (GCSE) Közelségi szolgáltatások (ProSe) Küldetéskritikus QoS osztályok (QCI) 	<ul style="list-style-type: none"> Fejlesztett közelségi szolgáltatások Küldetéskritikus Push To Talk (MCPTT) Elkülönített E-UTRAN működés (IOPS) Multimédia szórás fejlesztés (eMBMS) 	<ul style="list-style-type: none"> Küldetéskritikus videó Küldetéskritikus adat MCPTT fejlesztés (roaming, priorítás, folyamatosság) IOPS fejlesztés 	<p>FRMCS küldetés-kritikus kommunikáció:</p> <ul style="list-style-type: none"> Funkcionális számok (csoporthívás) Több beszélős vezérlés 	<p>FRMCS fejl. (I) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Funkcionális számok (p-p hívásokra) Vasúti vész-kommunikáció Hely információ Biztonsági követelmények 5G: nagysebességű vasút 	<p>FRMCS fejl. (II)</p> <ul style="list-style-type: none"> MCx 5G-n Funkc. számok kiterjesztése GSM-R együttműködés Hálózat nélkül Videó használat Spektrum: (E)R-GSM sáv LTE/5G-nek 5G: Szórás 5G: Műhold

Egységes hálózati technológia és funkcionalitás a közbiztonság, egyéb szegmensek és vasutak részére: méretgazdaságossági előny
3GPP Rel. 16 cél: zöldmezős fejlesztések a GSM-R-hez hasonlítható funkcionalitással

Követező generációs migráció - Időterv

GSM-R párhuzamos működés – Európában minimum 2033-ig



3GPP, ETSI
ERA, UIC

Európ



europa.eu

a
Kína



Korea



Ausztrália



India



Korai 3GPP
LTE alapú
telepítések /
nemzeti
kívánalmak

1. kereskedelmi üzemek

Próbák. 2019-ben eldöntendő spektrum

450 MHz

Próbák és korai telepítés – egyedi megoldások

700 MHz

PTA LTE telepítés, mások az FRMCS-t követik

1800 MHz

LTE-R tervek, nyitott spektrum

700 MHz



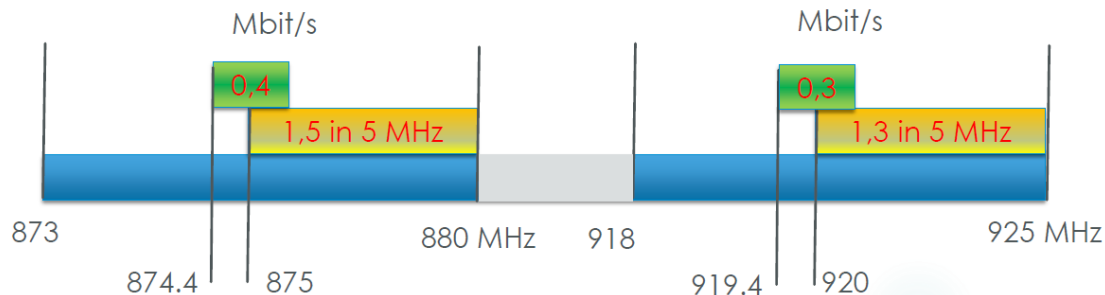
FRMCS spektrum – átviteli igények

Teljesítmény / átvitel igények

Megkívánt adatátvitel referencia vonatonként (FW-ATwG 1903 v.2.2.0)

Mbit/s	Felfelé	Lefelé	Mbit/s	Felfelé	Lefelé
Migráció után	3,46	0,42	Migráció után	7,42	4,39
Migráció	0,19	0,20	Migráció	3,49	3,50

Garantált átvitel 900MHz-en (TR 103 554 v.1.2.1 és nagy sűrűségű eset)



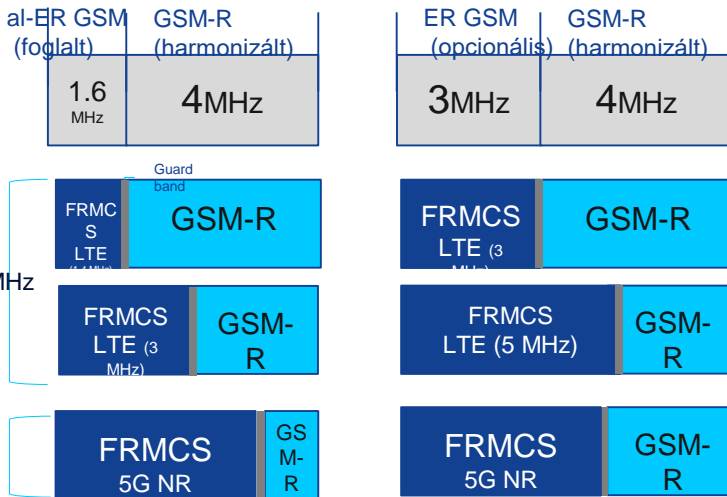
Kiegészítő sávok
szükségesek

1900-1910 TDD

2290-2300 TDD

FRMCS spektrum – európai vita az ECC/CEPT-ben, ETSI/UIC támogatással

GSM-R spektrum Európában – FRMCS újrahaznosítás?
4+1.6 MHz foglalt, 4+3 MHz elérhető néhol



Egyéb analizált opciók: 5G réteg ugyanazon spektrumban

Azonos sávi FRMCS és GSM-R interferencia vizsgálat alatt

Kihívások:

LTE 1.4, 3 és 5 MHz, az 5G-nek 5 MHz kell (3.6 MHz optimalizált), kimenő telj. korlátozása, szomszédos csatorna interferencia...

Spektrum döntési időterv közepe

ECC FM56: műszaki jelentés: 2019

ECC/CEPT: EU jelentés:

2020

Kiegészítő sávok

1900-1910 TDD

2290-2300 TDD

5G ipari spektrum
(pl. 3,7 GHz Németo.)

Nyilvános szolgáltatói spektrum
Megosztás / 5G hálózat szeletelés

Közbiztonsági spektrum
Megosztás

Konklúzió:

- Európában dedikált hálózat a GSM-R sávban a kritikus alkalmazásokra
- Megosztás, 5G szeletek, alternatív hozzáférés (WiFi), nem licenszelt, nyilvános roaming a nem kritikus és utas szolgáltatásokra
- Kerülni kell a túl sok opciót a túl sok ráfordítás (pl. tanúsítás) és karbantartás miatt

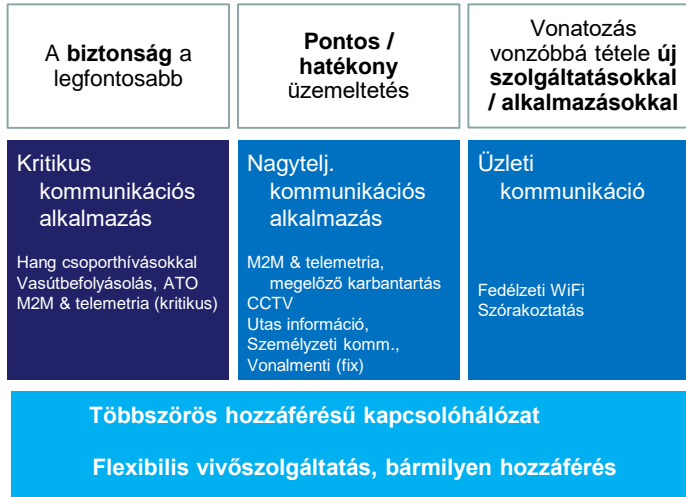
FRMCS - a digitális vasút gerince

Új felhasználói esetek és alkalmazások

GSM-R



FRMCS



Az FRMCS kommunikációs rendszerként segíti a vasutakat az automatizálás szintjének növelésében, a szolgáltatások fejlesztésében és a digitális vasút felé vezető út építésében.

FRMCS

URS – Felhasználói Igények Specifikációja

Alapelvek (kb. 30 kiemelt igény)

- Az FRMCS-nek támogatnia kell a vívőszolgáltatások vagy hálózatok közötti automatikus átmenetet, miközben a vasút működését biztosító hang- és adat alkalmazásokat támogatja.
- Az FRMCS-nek támogatnia kell a gép-gép kommunikációt.
- A kommunikáció akkor is lehetséges, ha az infrastruktúra sérül / elvesz.
- Kezelnie kell a téves kommunikáció veszélyét
- A telepített berendezések (pl. GSM-R) újrahasonosítását támogatnia kell
- Az FRMCS biztosítson előzetes intézkedéseket az illetéktelen hozzáférés megakadályozására.

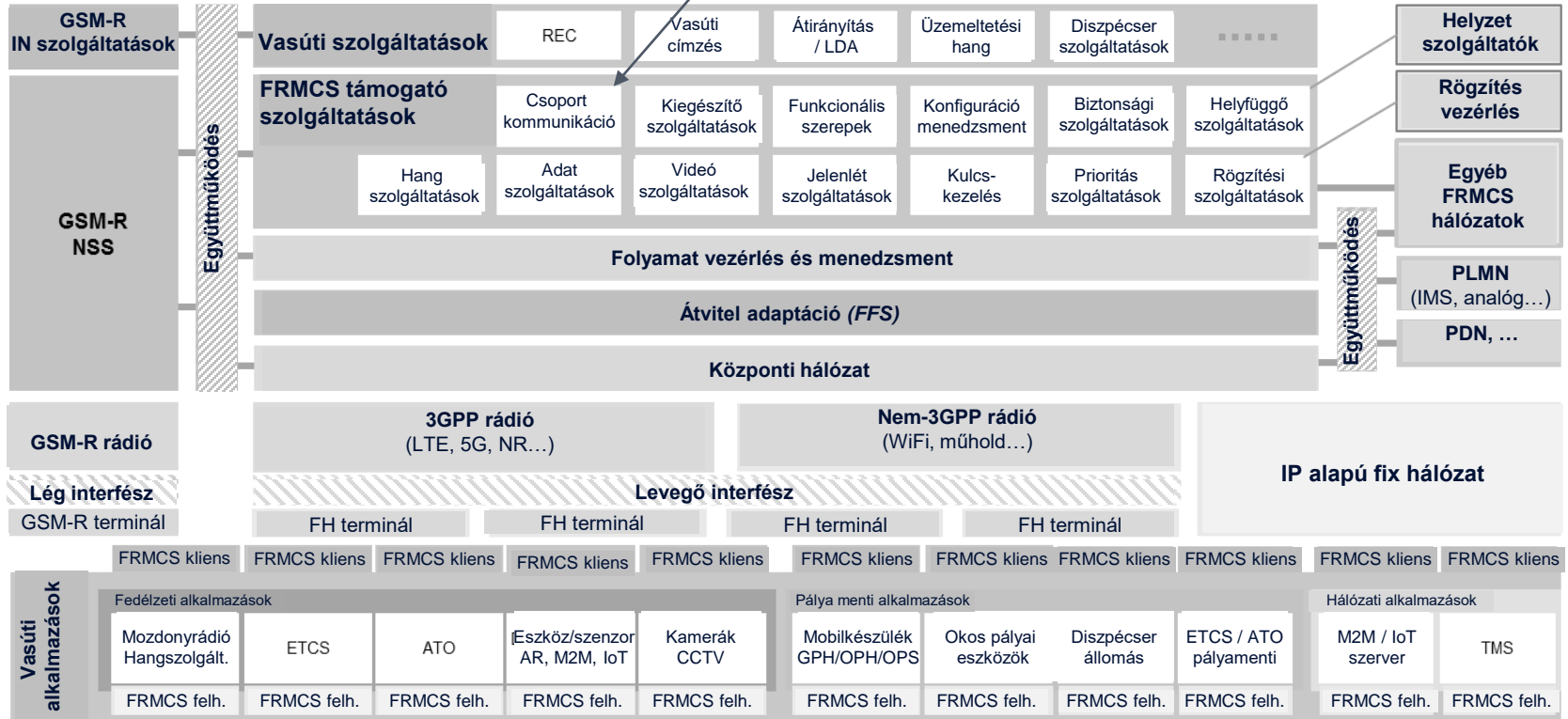
	Kritikus kommunikációs alkalmazások			Nagyteljesítményű kommunikációs alkalmazások			Üzleti kommunikációs alk.	
	Hang (csoport-hívással)	Adat & Üzenetek	M2M & telemetria (kritikus)	Személyzeti hang	Adat & Üzenetek	M2M & telemetria (nem kritikus)	WiFi internet utazóközönség	..
	ATO/ATC (ETCS)	Egyedüli munkavégzések	Rögzítés	Valós idejű video	Vonat menesztés			
Támogató Alkalmazás	Biztonságos hang & adat	Többszörös felhasználó	Szerep kezelés & jelenlét	Információs segédpont				
	Helymeghat. szolgáltatás	Autorizáció						

Funkcionális architektúra

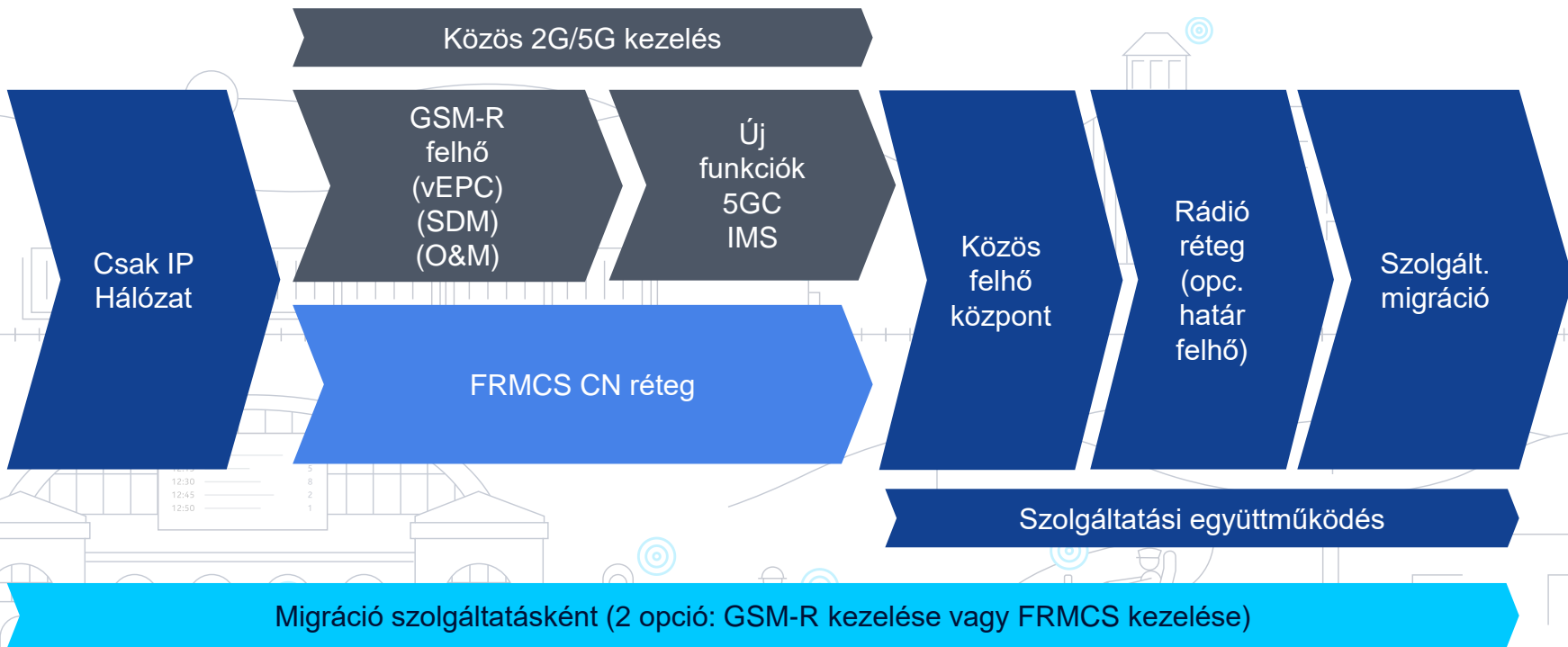
Az ETSI TC RT jelenlegi definíciója

3GPP MCx szolgált.

Alkalmazás központú, vivőfüggetlen

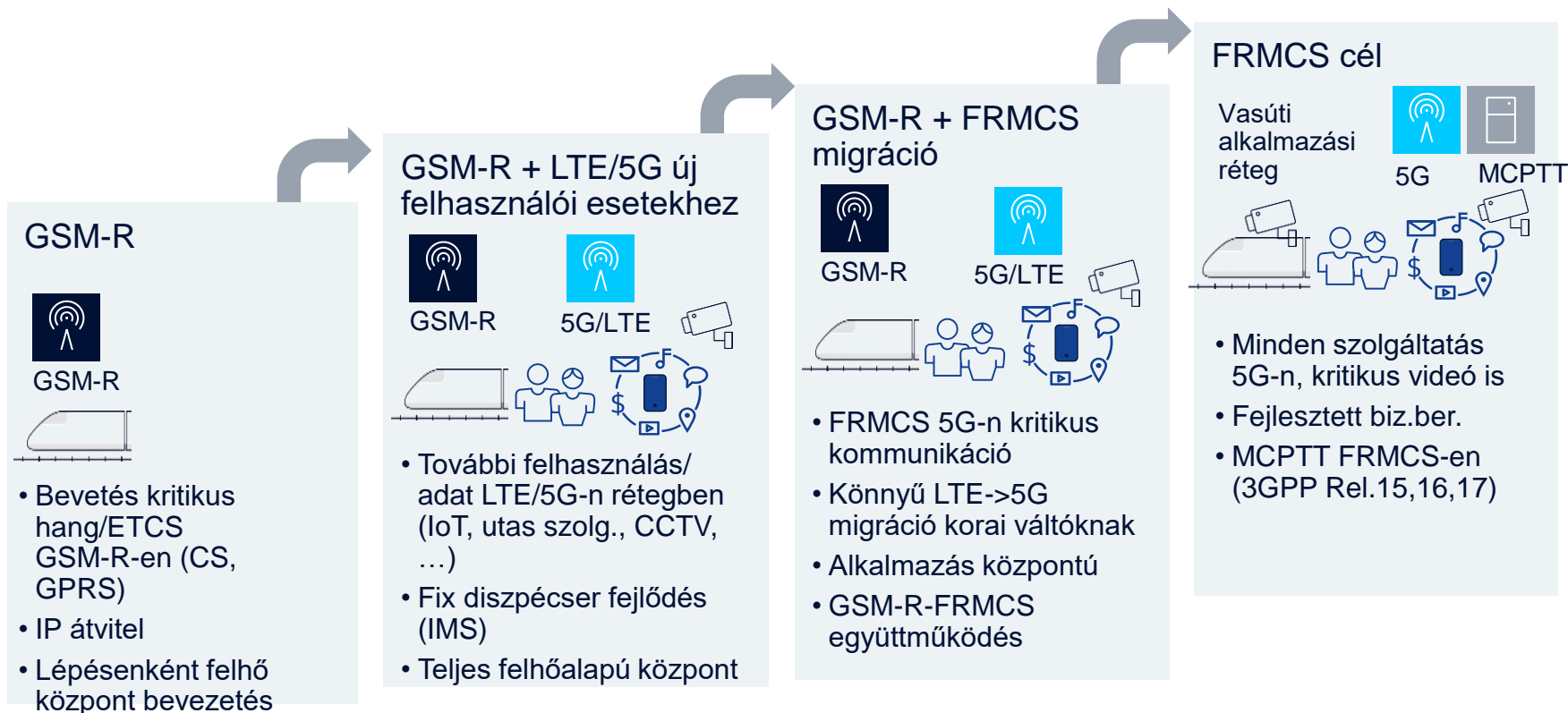


Migrációs irányvonal



GSM-R-től a teljes FRMCS/5G migráció felé

Lépésenkénti megközelítés, rugalmasan a különböző esetekben



4G vagy 5G?

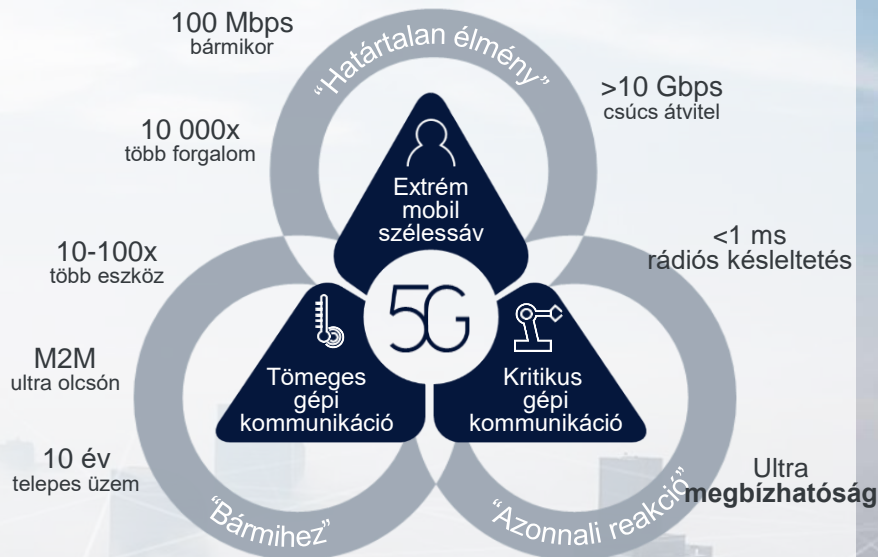
- Számos ügyfél az 5G-t látja FRMCS technológiaként, különösen a bevezetés és migráció várt időterve miatt (2025-től 2030 utánig)
- Európa minden szektorban Európa vezető 5G szerepét erősíti (pl. Horizon 2020, Industry 4.0)
- Az ERA prezentációja szerint 5G a cél technológia

Ugyanakkor:

- Európán kívül és a cargo/metró vonalon az LTE-t tekintik az igényeknek megfelelő technológiának >> hasonlít a nagyvasúthoz
- Az 5G és a 4G egyébként is kiegészítik egymást, békés migráció esetén több technológiás központ valósul meg, a mobilok is támogatják mindkettőt
- A migráció „cipőkanalas” opciója (1,6 MHz az ER-GSM sávban) nem lehetséges 5G rádióval (nincs 5 MHz-nél keskenyebb sáv)

Az 5G előnyei a vasúti automatizáláshoz, működéshez és üzemeltetéshez

Az 5G célpontja a mobil operátorok és a vertikális piac



Automatizált vasúti működés



Utás információs rendszerek



Okos állomás



Okos vasúti üzemeltetés



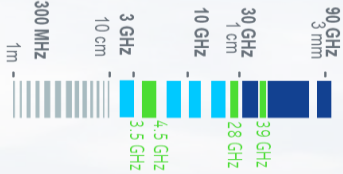
Üzemeltetés támogató rendszerek



Okos infrastruktúra

Az 5G szépsége vasutaknak

Frekvenciasávok sokrétűsége*



* Az Európai ER GSM sáv még hiányzik, Konceptió értékelés alatt

Magas megbízhatóság és rendelkezésre állás

99.9% .. 99.9999%

- Redundáns útvonalak
- Állapot alapú virtualizáció / felhőalapú központ koncepció

Többszörös hozzáférés

- 3GPP és nem 3GPP
- 4G, 5G, WiFi, műhold
- Sima migráció (4G->5G)



Bevetés kritikus kommunikáció alkalmazás

- Vivőtől független
- 4G és 5G QoS támogatás
- Alkalmazás integráció

Elosztott rugalmas architektúra

- Központi és elosztott
- Alacsony késleltetés



Biztonság & QoS

- Rugalmas folyamat alapú QoS
- Különválasztott kritikus és nem kritikus adat – garantáltan
- Kimerítő vég-vég biztonsági megoldás

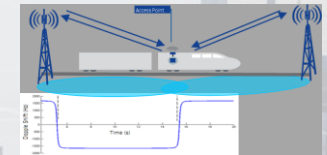
Szeletelés

- Egyedi hálózati szeletek
- Megosztás nyilvános hálózattal (nem kritikus)



Nagy sebesség

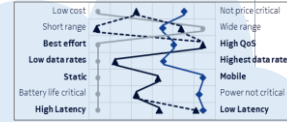
- Doppler hatás kompenzáció
- >500 km/h



Hálózat szeletelés

Egy kiegészítő hálózat a nem kritikus FRMCS esetekre

5G hálózat
(hálózatok hálózata = több rádiós technológia támogatása)



Rugalmasság különböző igényekhez

Ipari vertikum példák

Közmű

Jármű

Önki-szolgáló

Közbiztonság

Nem kritikus fedélzeti szolgáltatások



Tolatas



Okos állomások

5G RAN
LTE
2G/3G
WiFi

Rádiós termék

Felhő RAN

Felhő megoldások

Felhő közp.

Router termék

Vertikális hálózati szeletek

Ipari vertikum specifikus vég-vég megoldások

Teljes automatizálás és ön-optimalizálás

SLA a hálózati erőforrások hatékony kihasználásával

NOKIA