

# Transformacija industrija kroz 5G privatne mobilne mreže

## Praktične primene

**Milena Mikić**

Sektor za razvoj B2B digitalnih ekosistema

**Nemanja Ognjanović**

Sektor za *core* i tehnološku strategiju



Telekom Srbija

Beograd, 26.11.2024. godine

# Vreme je za 5G i...

mts

**Privatne mobilne mreže**

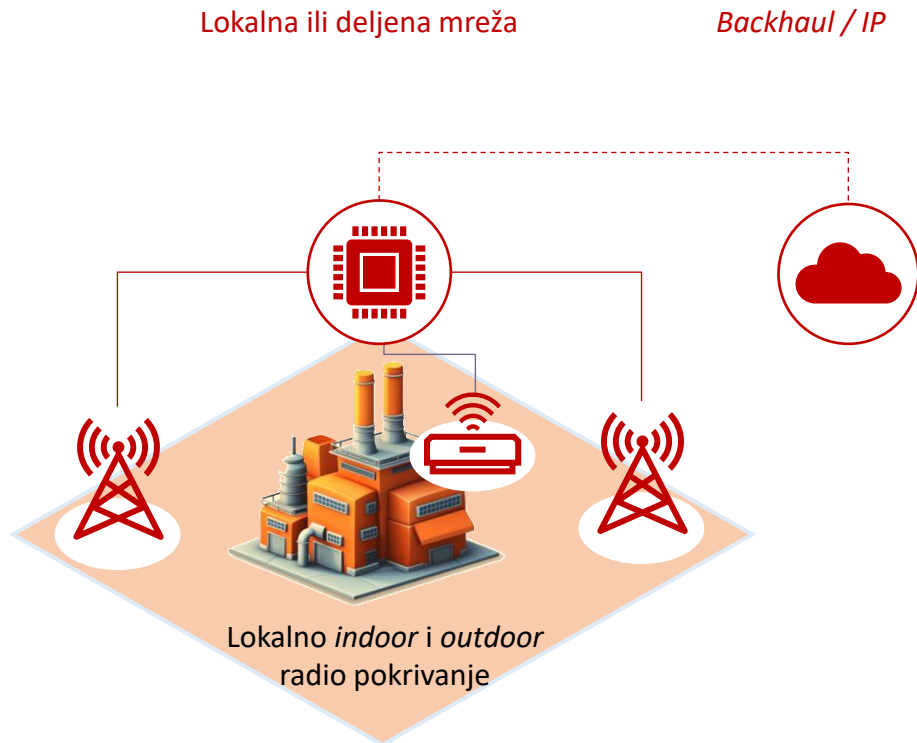
**Praktične primene**

**Uloga operatora**



# Šta je privatna mobilna mreža?

## Osnovni elementi



## Karakteristike



**Bezbednost**



**Namenski kapacitet i visoke performanse**



**Mobilna 5G tehnologija**



**Licencirani spektar**



**Operativna kontrola**

# Faktori koji podstiču potražnju za privatnom mobilnom mrežom

mts

- **Konkurentne tehnologije:** PMR / TETRA, DECT, GSM-R
- **Uređaji:** (pametni) telefon ili specijalizovani radio uređaj
- **Ključne vertikale:** rudarstvo, nafta i gas, državne institucije, železnice
- **Slučajevi korišćenja:** *push-to-talk*, specifični senzori sa malom količinom podataka, bez integracije u javne mreže
- **Ključna vrednost:** visok nivo sigurnosti neophodan za kritičnu komunikaciju

## Kritična komunikacija

## Faktori koji podstiču potražnju za PMN

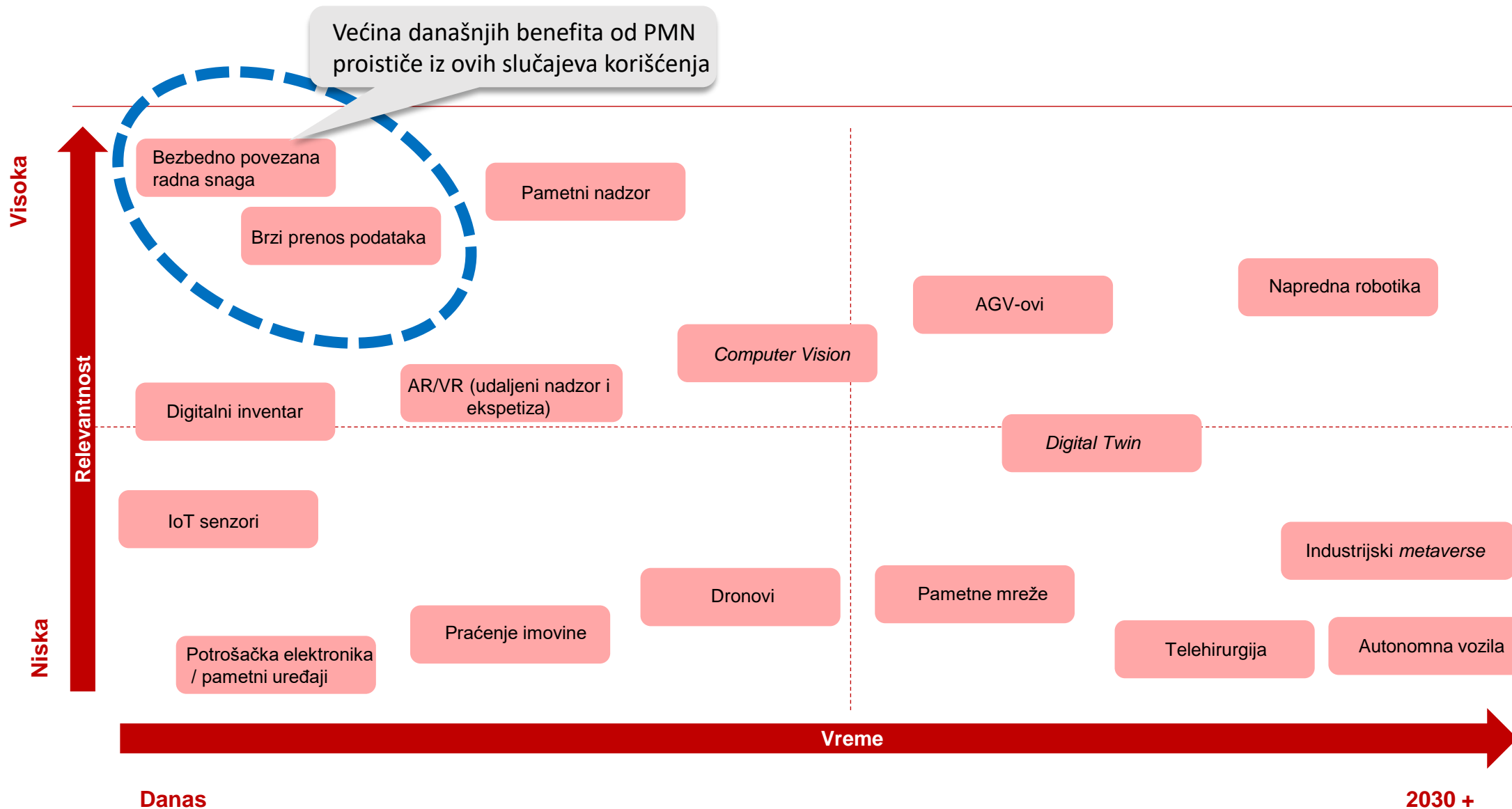
## Indoor / Outdoor pokrivanje u kampusu

- **Konkurentne tehnologije:** Wi-Fi, DAS
- **Uređaji:** pametni telefoni, tableti
- **Ključne vertikale:** različite
- **Slučajevi korišćenja:** govorni pozivi uključujući integraciju sa javnom mrežom, prenos podataka
- **Ključna vrednost:** poboljšana pokrivenost, ultra brzi prenos podataka

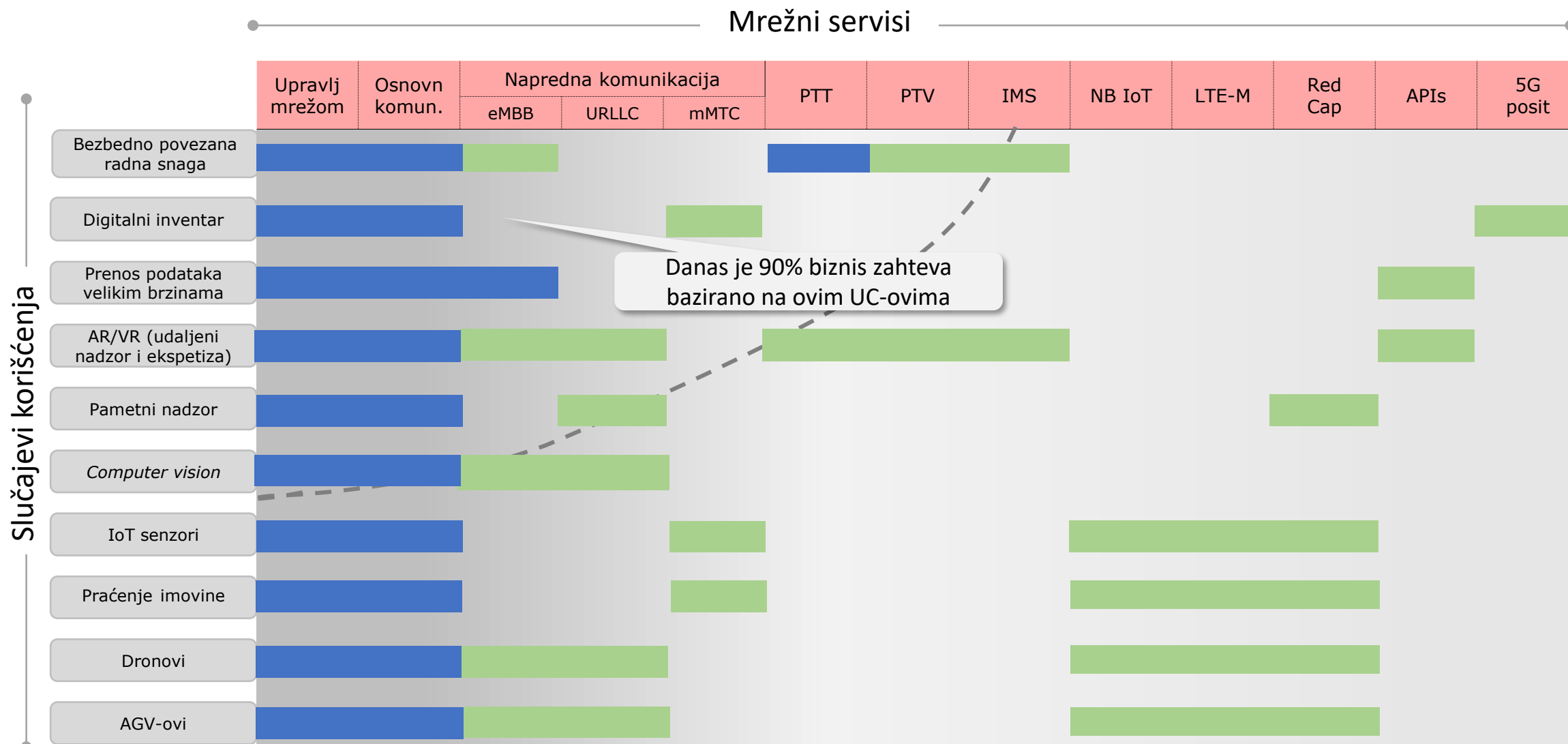
- **Konkurentne tehnologije:** Wi-Fi, optika/ethernet
- **Uređaji:** OT povezani uređaji i *edge-clouds*
- **Ključne vertikale:** proizvodnja, pametni gradovi
- **Slučajevi korišćenja:** AGV-ovi, AR/VR, video analitika, senzori
- **Ključna vrednost:** QoS ključan za performanse aplikacija i procesa u realnom vremenu

## Povezani OT

# Slučajevi korišćenja



# Slučajevi korišćenja vs. mrežni servisi



\*AGV – automated guided vehicle, eMBB – Enhanced mobile broadband, URLLC – Ultra reliable low-latency communication, mMTC – Massive machine type communication PTT – Push to talk; PTV – Push to video; IMS – multimedia service (voice); RedCap – 5G IoT service; UC – Use Case (slučaj korišćenja); AR – Augmented Reality; VR – Virtual Reality

■ Zahtevani    ■ Poželjni

# Slučajevi korišćenja ::: **Komunikacija i bezbednost radnika** mts

## ❑ **Komunikacija**

- *Push to Talk* (PTT):
  - šifrovana komunikacija
  - slanje upozorenja zaposlenom
  - mapiranje lokacije zaposlenog
  - grupno slanje poruka
  - indikacija prisustva na mreži
  - multimedijalne poruke

## ❑ **Bezbednost radnika**

- Pozicioniranje ljudi u zatvorenom prostoru gde GPS nije izbor:
  - mikro *tracker*-i za praćenje lokacije i detekciju pokreta
  - vidljivost i bezbednost ljudi u proizvodnji
  - dashboard sa prikazom trenutne lokacije osoblja kao i alarma u slučaju detekcije pada
  - brza i odgovarajuća precizna reakcija u hitnim slučajevima



5G Privatna mobilna mreža omogućava privatnu govornu, data i video komunikaciju osoblja u realnom vremenu

# Slučajevi korišćenja ::: **AR/VR udaljeni nadzor i ekspertiza** mts

## ❑ **Udaljena dijagnostika i popravka**

AR/VR omogućavaju brzu identifikaciju problema putem 3D modela i vizuelnih instrukcija

## ❑ **Simulacije u virtuelnom okruženju**

Pružaju praktičan trening bez rizika u realnim uslovima uz uštedu vremena i resursa

## ❑ **Interaktivne obuke**

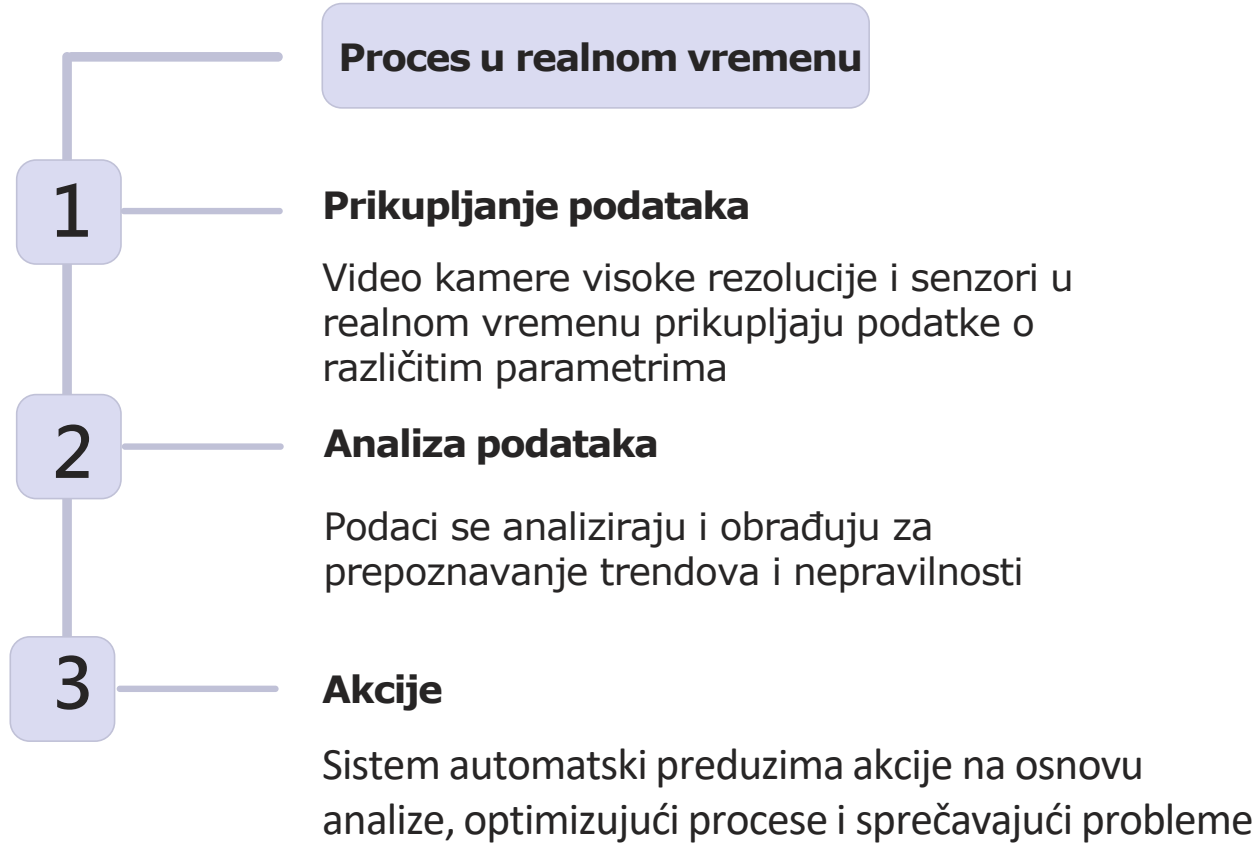
AR/VR omogućavaju interaktivno učenje i poboljšavaju razumevanje kompleksnih procesa

Uz bezbednu i pouzdanu komunikaciju sa visokim performansama, AR/VR tehnologije su ključni faktor u optimizaciji udaljenog nadzora i ekspertize



# Slučajevi korišćenja ::: Pametni nadzor

mts



5G privatna mobilna mreža otvara nove mogućnosti za video nadzor u realnom vremenu pružajući visoku rezoluciju, malo kašnjenje i velike brzine prenosa podataka

# Slučajevi korišćenja ::: *Computer Vision*

## ❑ Nadzor i detekcija

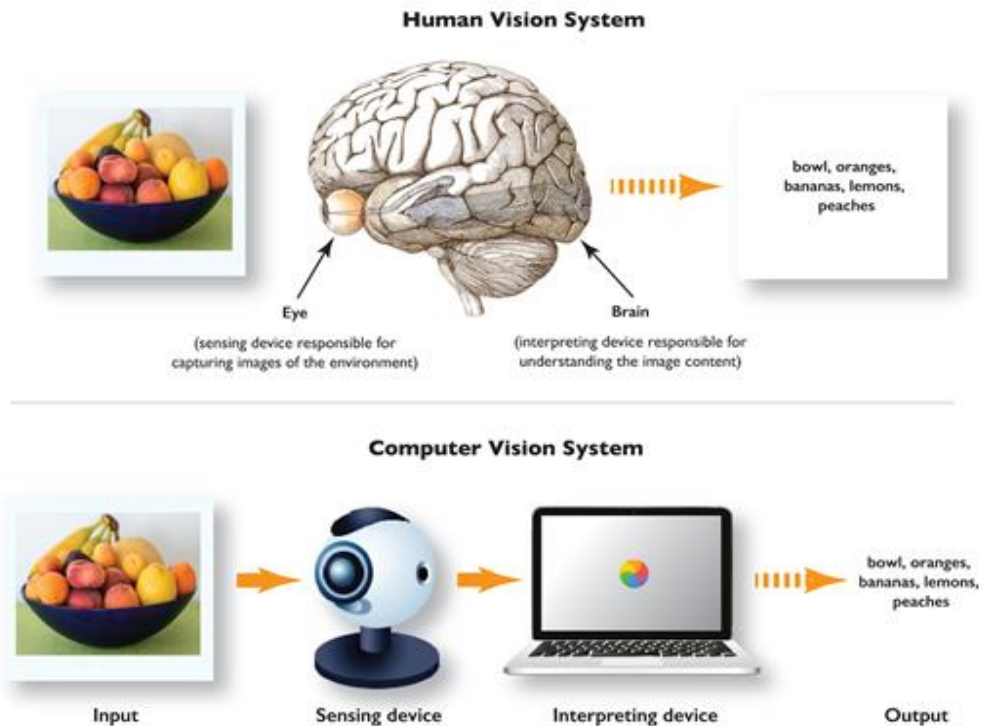
Nadzor kritične infrastrukture i detekcija potencijalnih pretnji u realnom vremenu

## ❑ Prepoznavanje lica

Bezbednosni sistemi za kontrolu pristupa i prepoznavanje lica

## ❑ Upozorenja i obaveštavanja

Brza reakcija na incidente, upozorenja i obaveštavanja u realnom vremenu



Moderne *Computer Vision* (CV) aplikacije izvršavaju se na „edge-u“. *Edge computing* zahteva velike brzine i malo kašnjenje za prenos velikih količina podataka u realnom vremenu. To je upravo ono što 5G pruža najbolje.

# Primeri primene u različitim industrijama

mts

**Rudarstvo i naftna industrija**

**Proizvodnja**

**Logistika, pametna skladišta, pametne luke**

**Sportske i druge manifestacije**

**Zdravstvo**



# Primena PMN ::: Rudarstvo i naftna industrija



- **Komunikacija i bezbednost radnika**
- **Autonomna vozila i daljinsko upravljanje mašinama**
- **HD video nadzor**
- **Korišćenje AR šlemova za preventivno održavanje, za podršku na terenu ili za obuku kadrova**
- **Monitoring dronovima**
- **Nadzor ventilacionog sistema u podzemnoj eksploataciji**
- **Nadzor transportnih traka**
- **Automatizacija procesa bušenja i miniranja**



5G PMN donosi bržu, pouzdaniju i sigurniju konektivnost na udaljenim rudarskim poljima, mogućnost povezivanja velikog broja senzora, *video-streaming* visokog kvaliteta, značajno unapređenu komunikaciju između radnika i bezbednost

# Primena PMN ::: **Proizvodnja**

- **Komunikacija i bezbednost radnika**
- **Automatizacija proizvodnih procesa**
- **Primena robota**
- **Preventivno održavanje**
- **Video-nadzor i analitika u realnom vremenu**
- **Nadzor imovine uz korišćenje odgovarajućih senzora**
- **Autonomna vozila za transport**



Visokopouzdana komunikacija sa ultra-malim kašnjenjem ključna je za razmenu podataka u realnom vremenu - okosnicu pametnog proizvodnog okruženja. Sa ovom vrstom povezivanja, fabrike mogu u potpunosti da iskoriste IoT senzore, autonomnu robotiku i naprednu analitiku, a da ne budu ograničene mrežnim uskim grlima ili „mrtvim“ zonama.

- **Povezivanje i praćenje pošiljki i paketa**
- **AGV (*Automated Guided Vehicles*) – automatski vođena vozila za transport robe u okviru skladišta**
- **AMR (*Autonomous Mobile Robots*) za preuzimanje robe, ili za dopunu robe, ili za pakovanje**
- **Autonomna vozila za utovar i istovar**
- **Praćenje vozila sa rasporedom otpremanja/preuzimanja**



Da bi razvili svoje procese, operaterima skladišta je neophodna pouzdana bežična konektivnost kako u zatvorenom, tako i u otvorenom prostoru, a koja može podržati digitalne tehnologije i rešenja za automatizaciju koji štede vreme.

# Primena PMN ::: Pametne luke



- **Komunikacija i bezbednost radnika**
- **Praćenje proizvoda u realnom vremenu, brzo prijavljivanje ili odjavljivanje**
- **Praćenje i kontrola kontejnera**
- **Detekcija upada**
- **Geo-ograđene zone sa personalizovanim upozorenjima**
- **Praćenje vozila sa rasporedom otpremanja ili preuzimanja**
- **Roming za vozila koja napuštaju lokaciju**
- **Monitoring dronovima**



Velike brzine prenosa podataka u realnom vremenu neophodne su za vremenski osetljive aplikacije i servise, kao što su praćenje pošiljki i logističkih podataka u realnom vremenu. Pored toga, 5G PMN omogućava efikasnu primenu IoT-a, jer brodarske kompanije mogu pouzdano rasporediti ogromnu mrežu senzora i povezanih uređaja u svom lancu snabdevanja.

# Primena PMN ::: **Stadioni**



- **Distribucija TV sadržaja**
- **Video-nadzor i analitika u realnom vremenu**
- **e-karta i beskontaktni ulaz**
- **Beskontaktno plaćanje**
- **Različiti servisi i aplikacije (npr. bazirane na informaciji o lokaciji, prepoznavanju lica i sl.)**
- **Komunikacija i bezbednost za zaposlene**



Napredne aplikacije zahtevaju naprednu mrežu. To znači maksimalno vreme rada, ultra-nisko kašnjenje i besprekornu sigurnost. Takođe, to znači veliku brzinu, visoku propusnost mreže koja može da podrži veliki broj ljudi u zatvorenom prostoru, kao i pokrivenost visoke rezolucije u realnom vremenu za emitovanje i poboljšane mobilne aplikacije. Pametne aplikacije su ključne za efikasnost i profitabilnost.

- **Monitoring pacijenata**
- **AR / VR za obuku i simulaciju**
- **AR za daljinsku pomoć stručnjaka**
- **Unapređena komunikacija osoblja**
- **Praćenje ambijentalnih parametara, parametara životne sredine**
- **Siguran pregled poverljivih informacija**



Propusni opseg i brzina koju nudi 5G privatna mobilna mreža obezbeđuje brzo prenošenje velikih količina podataka, kao što su medicinske slike ili kartoni pacijenata, omogućavajući bržu i efikasniju dijagnozu i lečenje i štedeći vreme lekarima na klinikama. Privatne mreže takođe predstavljaju mnogo sigurniju alternativu javnim mrežama, pomažući u sprečavanju kršenja privatnosti i zaštiti osetljivih podataka od sajber pretnji.

# Uloga mrežnih operatora u PMN

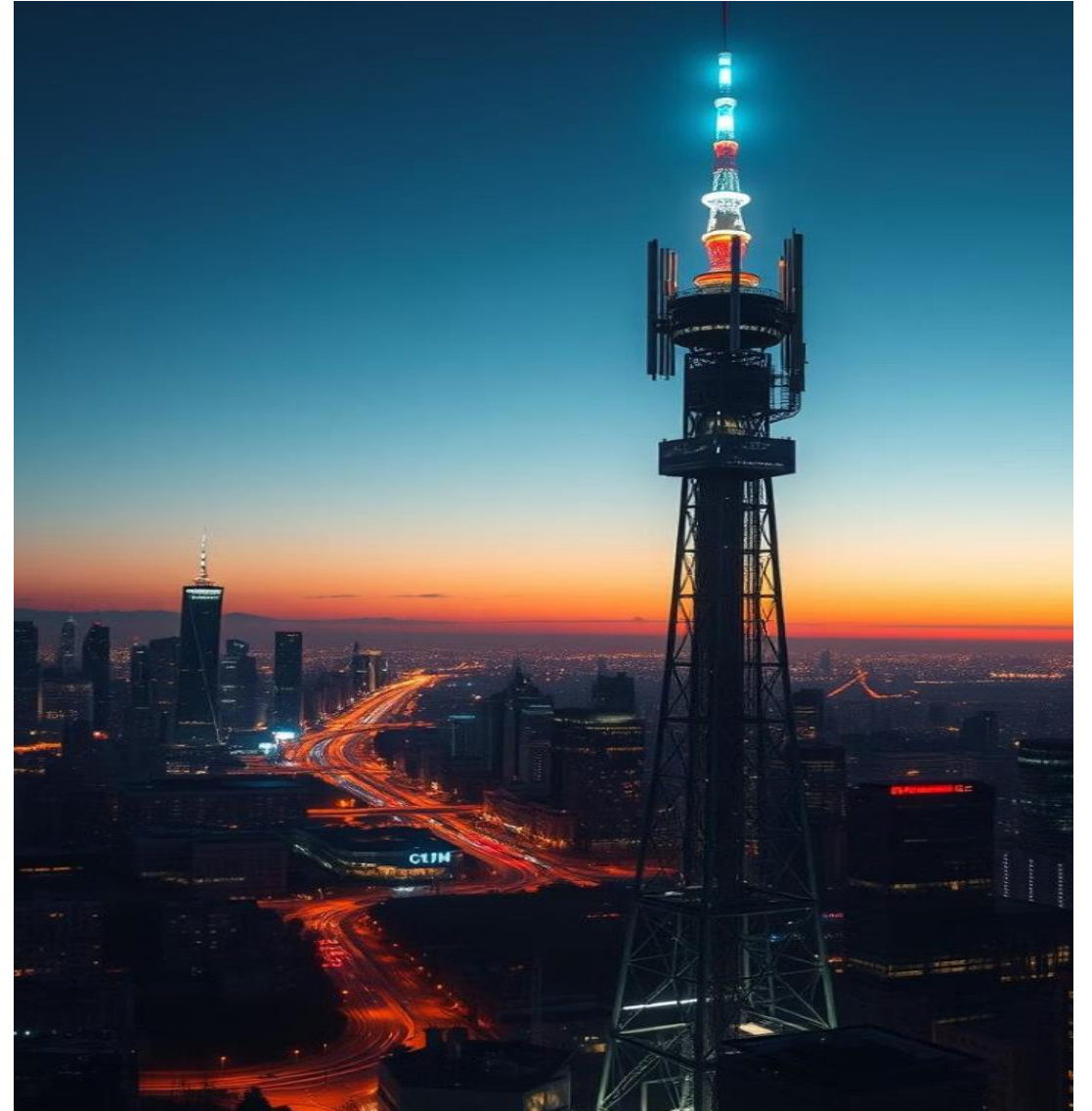
mts

Zahtevi industrije

Mogućnosti mrežnih operatora

Vrste PMN

Frekvencije



# Zahtevi industrija za mrežnom infrastrukturom

mts

- 1. Sigurnost** – Stroga kontrola pristupa mreži i podacima, enkripcija, zaštita od pretnji
- 2. Visok kvalitet servisa** – Pouzdana i neprekidna konektivnost, sa malim kašnjenjem i velikim protokom
- 3. Kapacitet i skalabilnost** – Podrška za veliki broj uređaja i brzo povećanje kapaciteta



# Uključivanje mrežnih operatora u izgradnju PMN

mts

- ✓ **Infrastruktura** – stabilna i skalabilna mrežna infrastruktura koja može da podrži PMN
- ✓ **Stručnost** – iskustvo u projektovanju, implementaciji i upravljanju mrežama
- ✓ **Integracija** – mogućnost integracije sa javnim mrežama radi komunikacije ka „spoljnom svetu“
- ✓ **Podrška** – celovita podrška, od dizajna do održavanja, kako bi obezbedili nesmetano funkcionisanje



# Usluge i mogućnosti mrežnih operatora

mts



## Projektovanje

Dizajn PMN prilagođene i optimizovane za specifične potrebe korisnika.



## Implementacija

Implementacija PMN i integracija sa postojećom infrastrukturom.



## Upravljanje

Napredni alati za nadzor, konfiguraciju i otklanjanje problema.



## Bezbednost

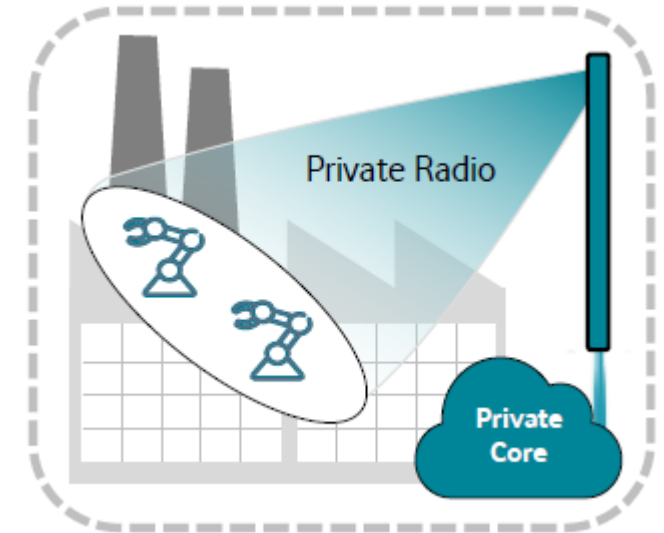
Sveobuhvatne sigurnosne mere za zaštitu kritičnih podataka i aplikacija (kontrola pristupa, enkripcija...).



## Vrste PMN ::: **Namenska (*dedicated*) PMN**

mts

- **Samostalno kontrolisana infrastruktura** – pod potpunom kontrolom korisnika (podaci ostaju na lokaciji)
- **Bolje performanse** – veći protok, manje kašnjenje i optimizovani resursi (ključno za kritične aplikacije i IoT uređaje)
- **Neprekidnost rada** – kontinuitet poslovanja čak i u slučaju problema u javnoj infrastrukturi



✓ **Visoka bezbednost**

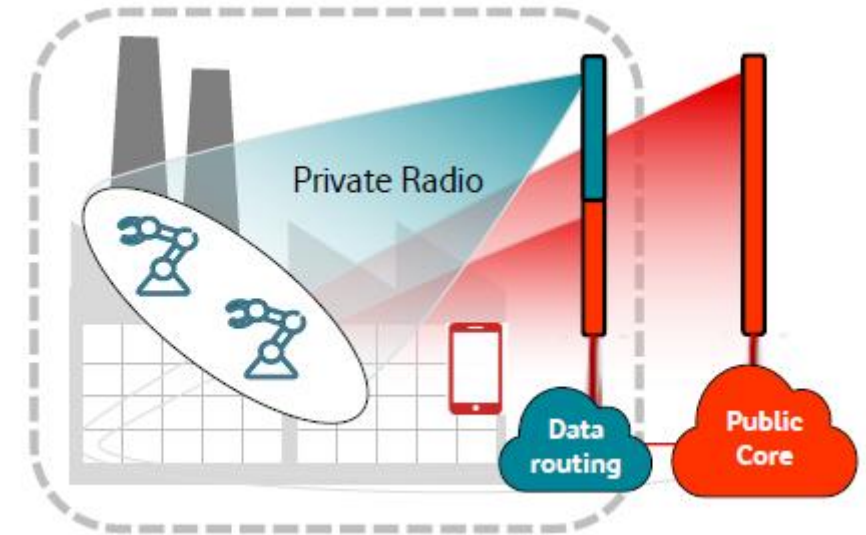
✓ **Prilagodljivost**

✓ **Pouzdanost**

× **Nema komunikacije izvan mreže**

## Vrste PMN ::: **Hibridna PMN**

- **Kombinovani pristup** – kritični delovi mreže i podaci ostaju u privatnoj kontroli, manje kritični se oslanjaju na javnu infrastrukturu pružaoca usluga
- **Veća fleksibilnost** – korišćenje javnih resursa po potrebi
- **Optimizovani troškovi** – smanjenje investicije zbog korišćenja javnih resursa



✓ **Visoka bezbednost**

✓ **Prilagodljivost**

✓ **Skalabilnost**

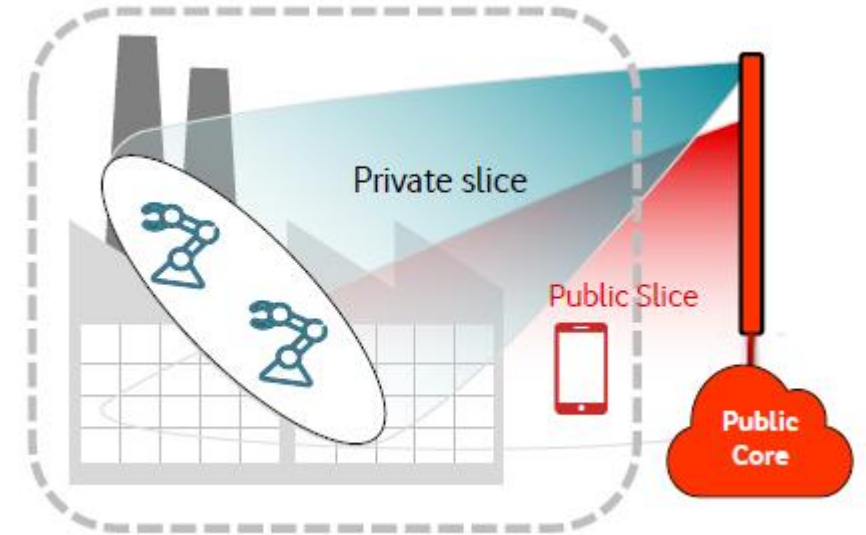
✓ **Pouzdanost**

× **Nije samostalna kontrola**

## Vrste PMN ::: **Virtualna PMN (Network Slicing)**

mts

- **Agilnost** – brza implementacija i prilagođavanje funkcionalnosti
- **Pristupačnost** – pristup poslovnim resursima je moguć sa bilo koje lokacije
- **Najmanji troškovi** – smanjenje investicije zbog korišćenja javnih resursa



✓ **Bezbednost**

✓ **Prilagodljivost**

✓ **Skalabilnost**

✓ **Pouzdanost**

× **Nije samostalna kontrola**

× **Podaci ne ostaju samo na lokaciji korisnika**

# Upotreba spektra u PMN

- **Nelicenciran**

- WiFi, CBRS...
- Problem – interferencija
- Koristi se samo kada je cena kritičan faktor




- **Licenciran**

- **Javni**
  - Upravljaju mrežni operatori (MNO)
- **Sharing/leasing**
- **Namenski (izdvojen opseg)**
  - Tipično u okviru 3,3-4,2 GHz i 24,25-27,5 GHz

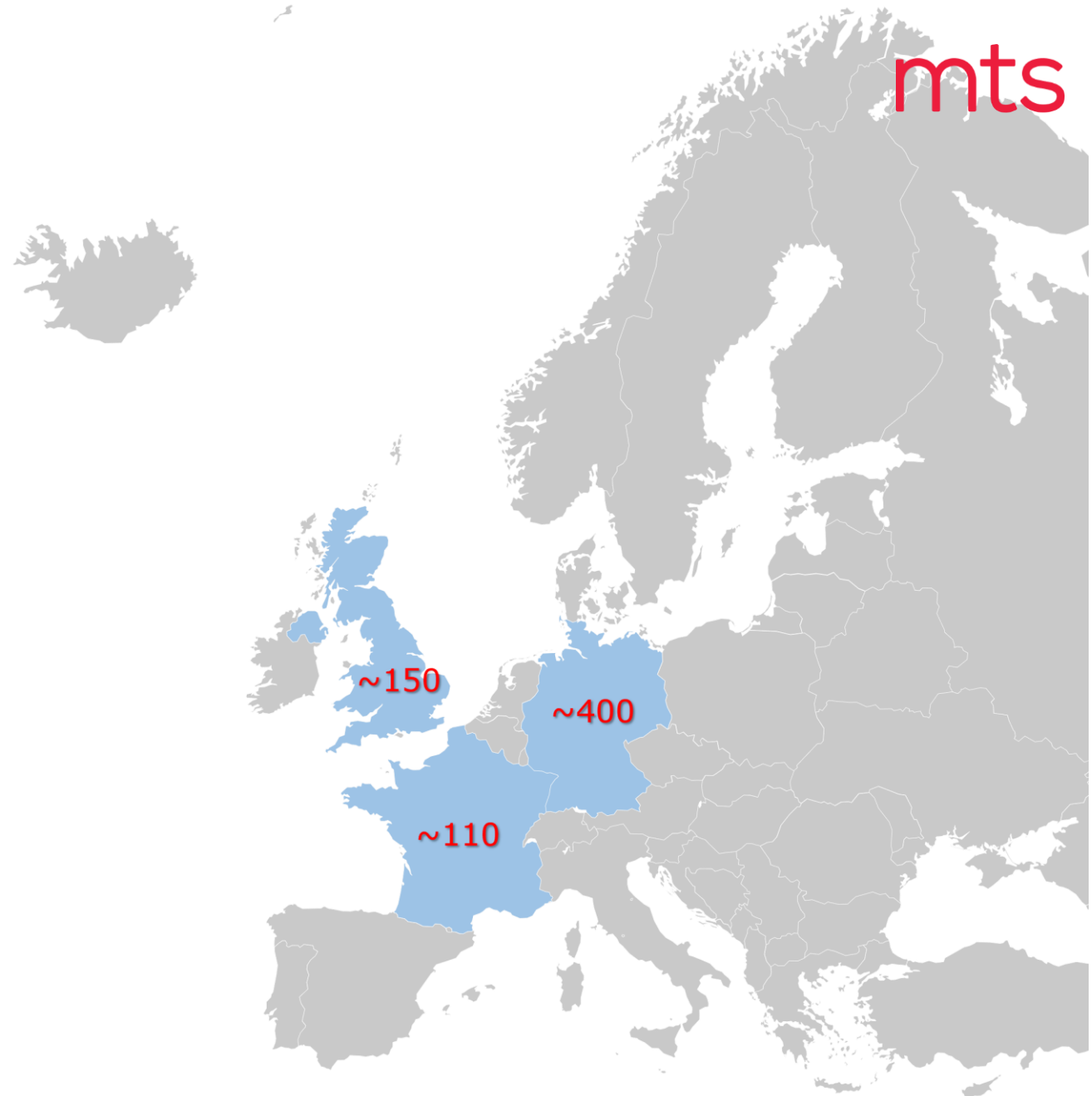


# Primeri iz Evrope

mts

GHz	Low-mid	High-mid	mm
		3,7-3,8	24,25-27,5
	2,3-2,7	3,3-3,8 3,8-4,2	24,25-26,5
	2,5-2,7	3,5-3,8 3,8-4,0	26,5-27,5

- Javni spektar
- Privatni/industrijski spektar



# Uticaj izdvojenog spektra

- Izdvajanje spektra nije preduslov za veći broj PMN implementacija
- Negativan uticaj na prosečan protok!

**Figure 3**  
The relationship between set-aside policy, the adoption of private networks and example confounders



### Confounding effects

New enterprise-oriented 5G capabilities create interest in set-asides among regulators



5G technology became available in the same period, resulting in adoption by enterprises

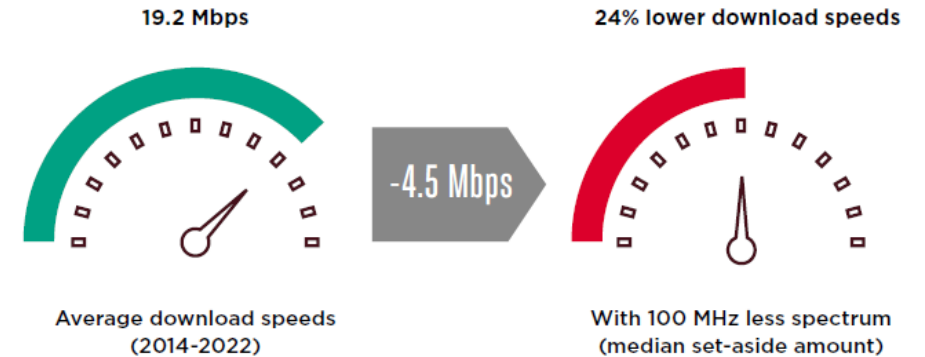
Larger, more advanced countries were early to introduce set-asides



Larger, advanced countries naturally have more high-tech enterprises, skewing comparisons

Izvor: GSMA Intelligence

**Figure 11**  
The impact of a 100 MHz difference in IMT spectrum on public network speeds



**Figure 12**  
Set-asides as a spectrum licensing option

### Impact on industry users:



- ✓ Geographic (local) licensing
- ? Protection from interference
- ? Uncertain impact on digitalisation of enterprises

### Impact on consumers:



- ✗ Reduced spectrum availability
- ✗ Reduced speeds
- ✗ Associated economic cost

*"The deployment of 5G private networks is not just a technological shift; it is a strategic enabler for enterprises to create more agile, intelligent, and secure operations in a hyperconnected world."*

— **Accenture, Building the Future with 5G Networks**

*„With 5G, private networks will form the backbone of Industry 4.0, enabling faster, more secure, and more reliable communication between billions of connected devices and systems."*

— **McKinsey & Company, The Promise of 5G for Manufacturing**

HVALA

mts

