

Okrugli stol: Umjetna inteligencija – percepcija i stvarnost

PROF. DR. SC.
Gordan Šišul

Okrugli stol: Umjetna inteligencija – percepcija i stvarnost

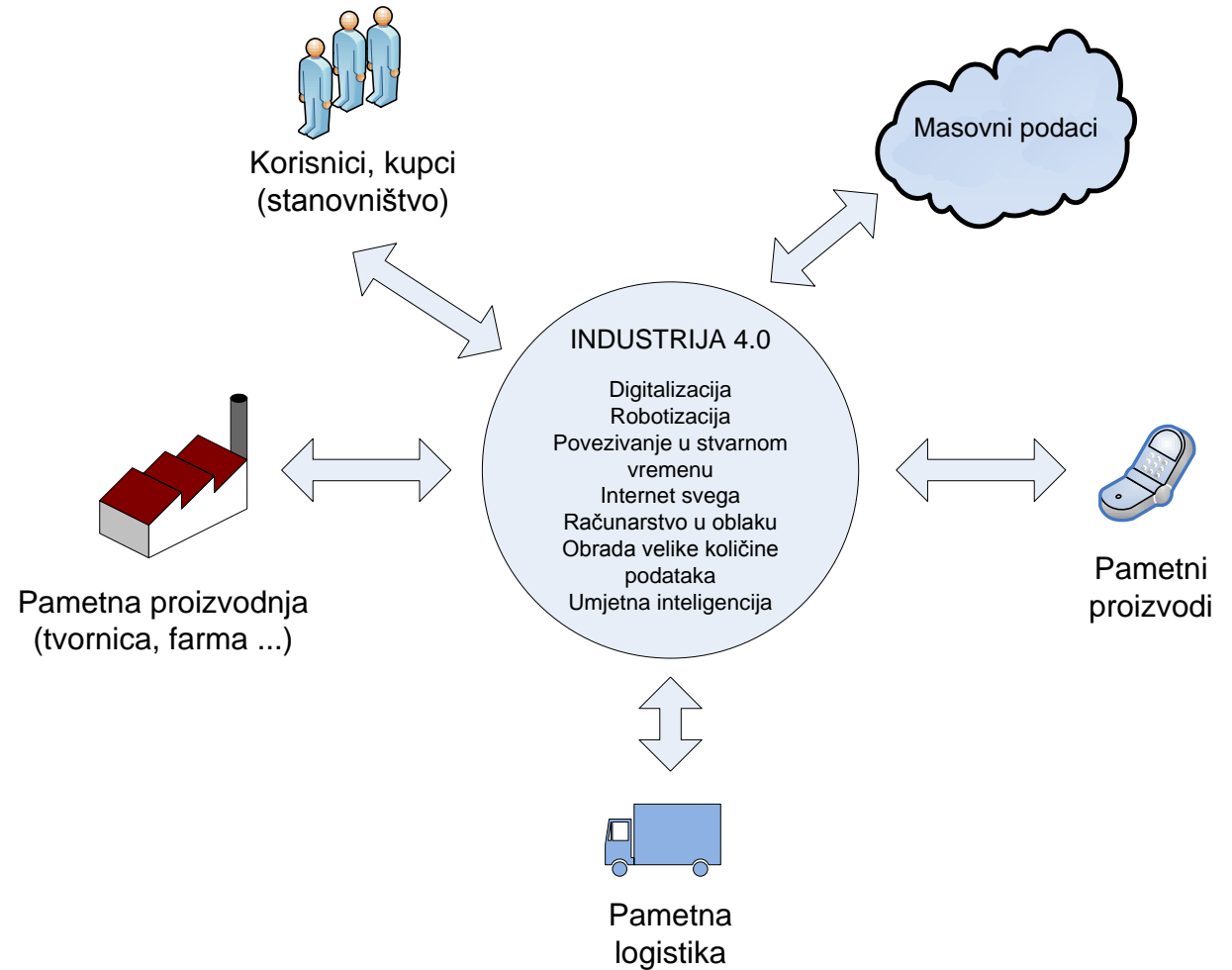
Može li se mobilna mreža pete generacije (5G) uspješno implementirati bez značajnog korištenja umjetne inteligencije?

Sadržaj

- Četvrta industrijska revolucija
- Mobilna mreža pete generacije (5G)
- Umjetna inteligencija u 5G mreži
- Sinergijski efekt upotrebe umjetne inteligencije i 5G mreže
- Zaključak

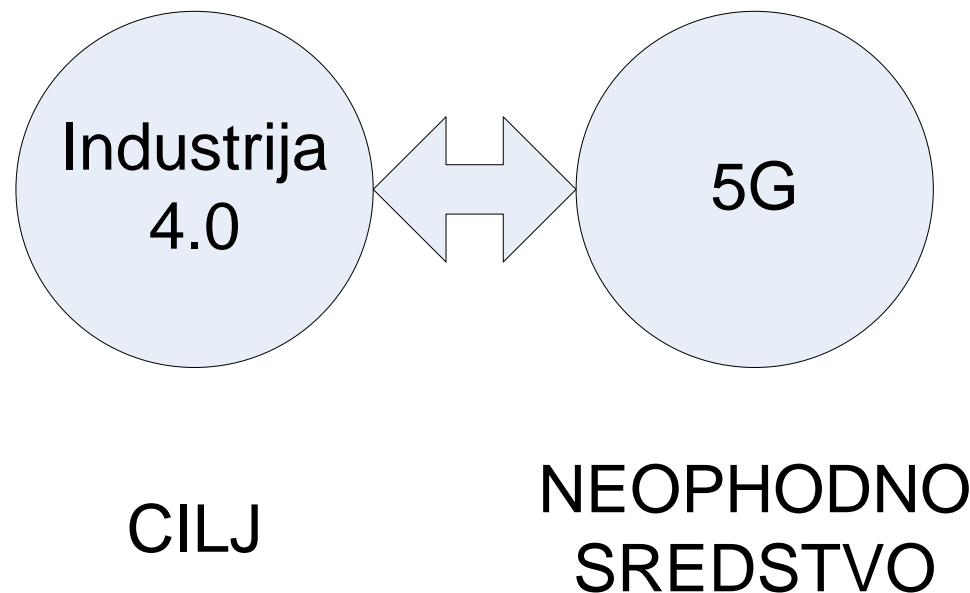
Četvrta industrijska revolucija

- Integracija informacijsko komunikacijskih tehnologija (*Information and Communication Technology*, skr. ICT) s fizičkom proizvodnjom i procesima.
- Internet „svega” (*Internet of Everything*, skr. IoE)
 - Stvari (*Internet of Things*, skr. IoT),
 - Usluga (*Internet of Services*, skr. IoS),
 - Ljudi (*Internet of People*, skr. IoP).



Četvrta industrijska revolucija

- **Trenutna povezivost svega** (skoro u stvarnom vremenu) **i svugdje**
- Neophodno sredstvo za ostvarenje je mobilna mreža pete generacije



Mobilna mreža pete generacije (5G)

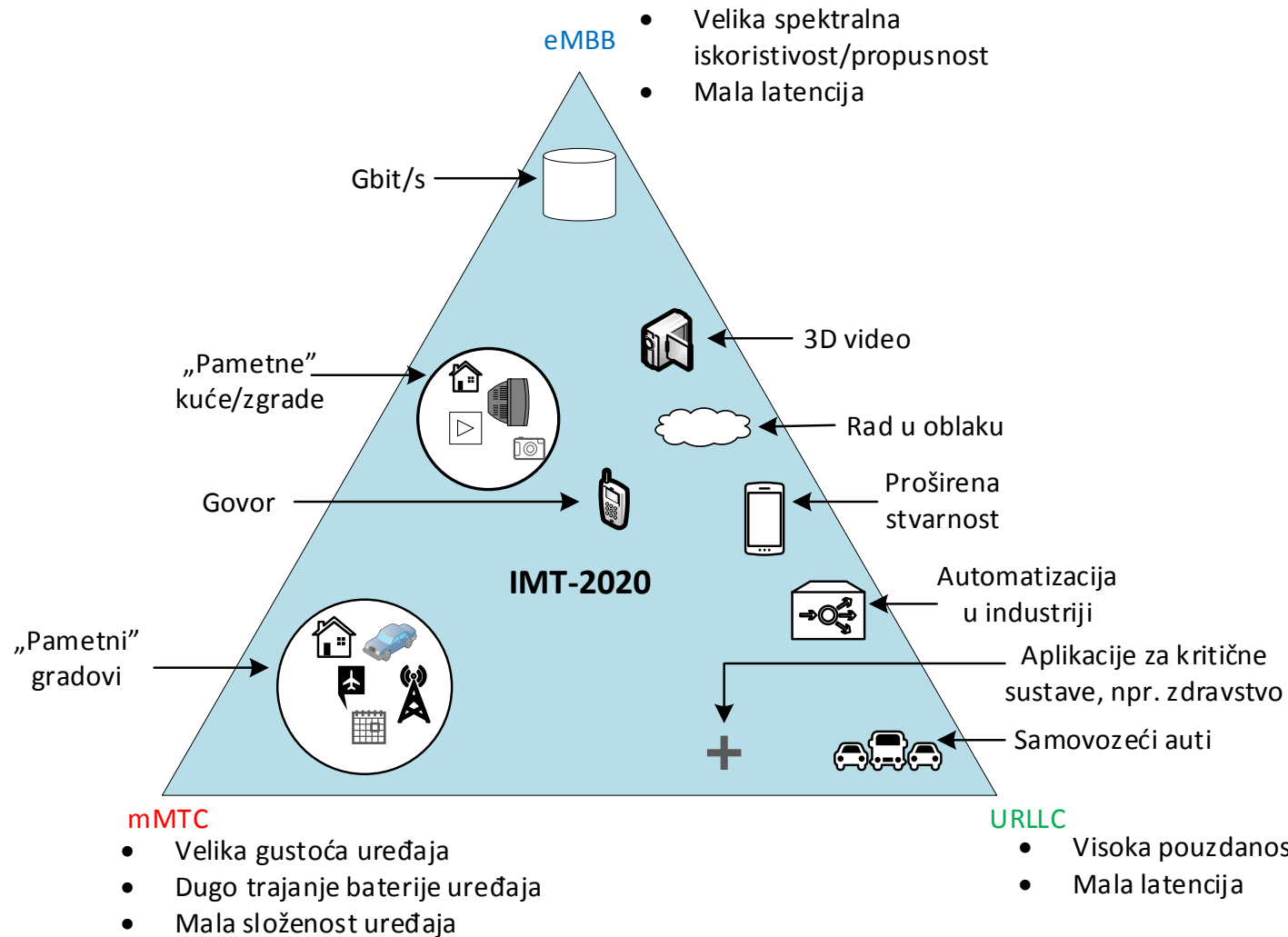
- Univerzalna integrirajuća mreža za različite vrste prometa (usluga) s mogućnošću prijenosa podataka gotovo u stvarnom vremenu (latencija reda 1 ms).
- Značajke:
 - Prijenosne brzine 1 ~ 10 Gbit/s;
 - Latencija od ~ 1ms;
 - Velika brzinu prijenosa po jedinici površine;
 - Veliki broj povezanih uređaja (IoT, M2M, D2D, IoV, itd.);
 - Raspoloživost mreže od 99,999% (to znači gotovo 100% pokrivenost „u svako vrijeme i bilo gdje”);
 - Smanjenje disipacije snage uređaja, itd.

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Upotreba (*use cases*) se može podijeliti u tri glavne skupine usluga
- Uz to, moći će se definirati specifična klasa usluge, odnosno potrebna vrsta prometa
 - Mreža kao usluga orijentirana prema korisniku
- Poboľšani mobilni širokopoasni pristup (*enhanced Mobile Broadband*, skr. eMBB);
- Masovna komunikacija strojeva (engl. *massive Machine-Type Communications*, mMTC) ili masovni Internet stvari (*Massive Internet of Things*, skr. MIoT);
- Ultra-pouz dane komunikacije s niskom latencijom (*Ultra-Reliable and Low-Latency Communications*, skr. URLLC).

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Izgraditi jedinstvenu mrežu (sustav) koja će biti optimirana za različite zahtjeve (različitu vrstu prometa) predstavlja veliki izazov
 - Optimizacija po više varijabli
 - Realizacija: *Network Slicing*



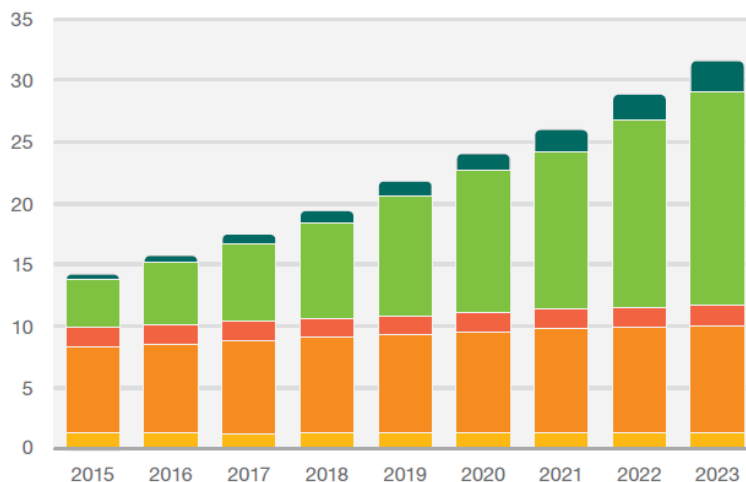
Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Izazovi u realizaciji
- Povratna kompatibilnost!
- Za koju svrhu optimirati mrežu?
- Još uvijek se traži „*killer application*”
 - Operatori će **dodatno naplaćivati IoT usluge i URLLC**
- Kako vratiti investiciju i dodatno zaraditi
 - Svakim danom treba pružati više (bolje usluge) korisnicima za „iste” novce
 - Ulaganje u nove tehnologije, nova infrastruktura – nove bazne postaje, kupovanje novog spektra, potrošnja energije
- **Strah ljudi od zračenja**
- Kibernetička sigurnost

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Pogled operatora
 - Zašto ulagati?
 - Nove usluge, novi korisnici, rast prometa
 - Rast zarade

Connected devices (billion)



	2017	2023	CAGR
Wide-area IoT	0.6	2.4	26%
Short-range IoT	6.4	17.4	18%
PC/laptop/tablet	1.6	1.7	0%
Mobile phones	7.5	8.8	3%
Fixed phones	1.4	1.3	0%
	17.5 billion	31.6 billion	

Izvor: Ericsson mobility report
<https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-november-2017-central-and-eastern-europe.pdf>

Mobilna mreža pete generacije (5G)



- Pogled regulatora (HAKOM)
 - Prodaja spektra (2021.):
 - 700 MHz, 3,5 GHz, 26 GHz
 - Mrežna neutralnost
 - Zaštita korisnika
 - Dijeljenje infrastrukture
- Pogled tvrtki
 - Industrija 4.0
 - Jeftinije poslovanje i jeftinija proizvodnja, veća zarada, konkurentnost
 - Pružanje novih usluga i novi poslovi
- Pogled korisnika
 - Cijeli svijet dostupan na dlanu („pametnom telefonu”)
 - Nove usluge koje olakšavaju i poboljšavaju život
 - **Otuđenost?**

Mobilna mreža pete generacije (5G)

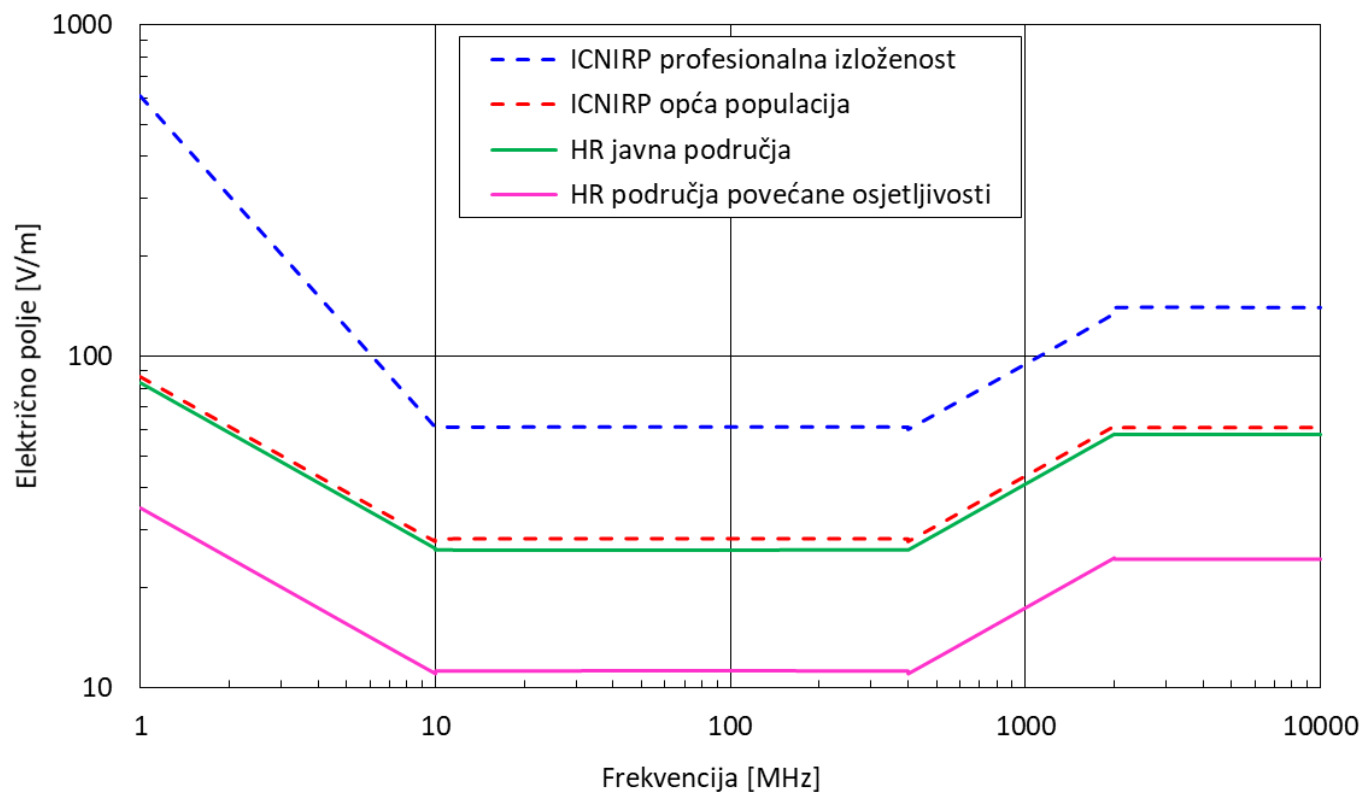
- Elektromagnetsko onečišćenje
- Postoje pravilnici i zakoni kojih se treba pridržavati
 - Ministarstvo zdravstva ima nadležnost
 - Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja („Narodne novine“, broj 91/10), Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja („Narodne novine“, broj 146/14 i 31/19).
- Tehnologija na fizičkom sloju između 4G i 5G je vrlo slična - slični oblici elektromagnetskih polja
- Zračenje ne ovisi o generaciji mobilnih mreža nego o frekvenciji i razini signala (elektromagnetskog polja, skr. EMP)
- Mobilne komunikacije - riječ je o neionizirajućem zračenju
- Utjecaj neionizirajućeg zračenja na predmet (tkivo) - zagrijavanje
- Porastom frekvencije (neionizirajućeg zračenja) dubina prodiranja EMP u predmet (tkivo) se smanjuje (misli se na 26 GHz područje) - dubina prodiranja u kožu $\approx 1\text{mm}$

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Elektromagnetsko onečišćenje
- Puno studija koje istražuju biološke efekte elektromagnetskih polja
- Teško odrediti utjecaj elektromagnetskog zračenja na ljudski organizam
 - Ne mogu se raditi eksperimenti na ljudima, a preslikavanje rezultata dobivenih istraživanjima na životinjama na ljude nije jednoznačno. Dovedi statističku analizu pojavljivanja oboljenja kod ljudi u vezu s utjecajem elektromagnetskog zračenja je isto zahtjevan postupak. Naime, teško je napraviti dovoljno veliku kontrolnu skupinu ispitanika kod koje će se moći isključiti ostali utjecaji na zdravlje (npr. zagađenost zraka i vode, zagađenost hrane).
- 5G nije ništa opasniji od ostalih bežičnih tehnologija.
- Provode se mjerenja i izračuni prilikom puštanja u rad baznih postaja - sve kontrolira HAKOM

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Elektromagnetsko onečišćenje
 - Granične vrijednosti u HR



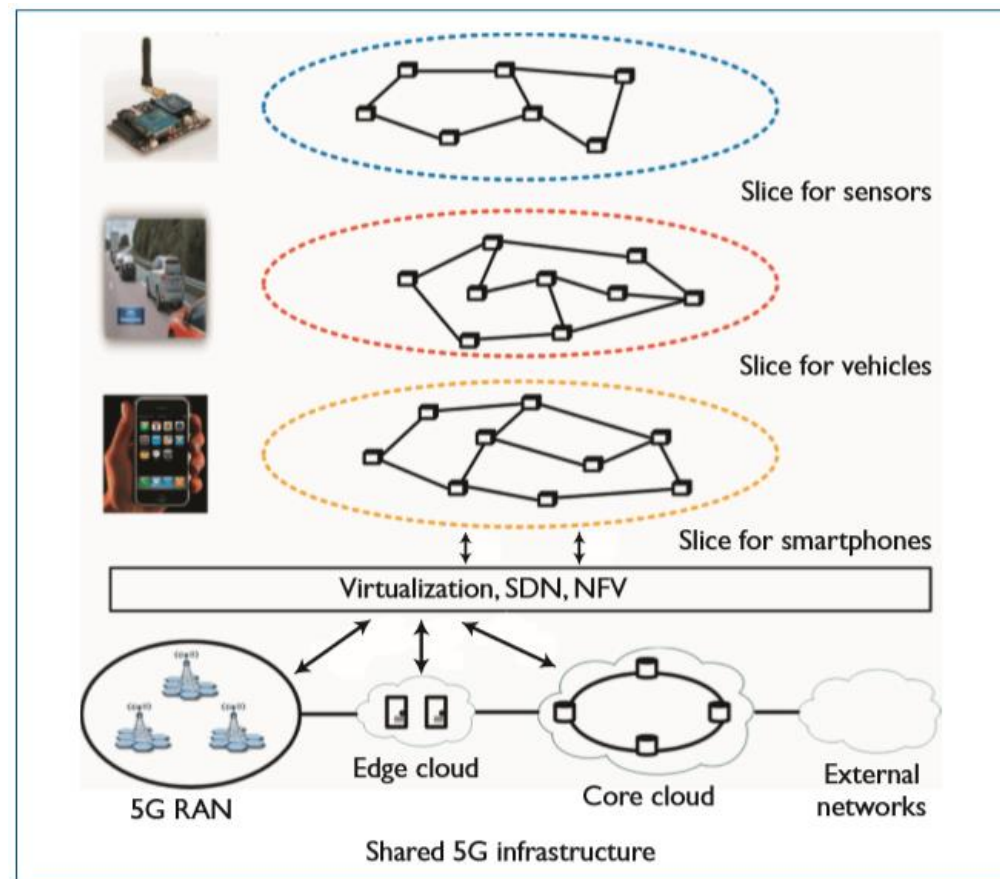
Izvor: prof. dr. sc. Davor Bonefačić: prezentacija "Elektromagnetska polja visokih frekvencija - izloženost, rizici i zaštita", FER, 2020

Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Kojim tehnologijama ostvariti 5G mrežu?
- 5G mreža je jedan kompleksan i skupocjen sustav koji ima na raspolaganju puno baznih postaja, razgranatu fiksnu pristupnu optičku mrežu na koju će biti povezane bazne postaje, sustav koji raspolaže s puno frekvencijskog spektra.
- Pametno odašiljanje signala (MIMO) prema aktivnom korisniku
- Nužno korištenje umjetne inteligencije (*artificial intelligence*) za upravljanje i obradu velike količine podataka.
- Potrebni su i novi koncepti u arhitekturi mreže, kao što su *Network Slicing*, centralizacija i virtualizacija, tj. programski upravljane mreže (*Software-Defined Networking*, skr. SDN) i virtualizacija mrežnih funkcija (*Network Function Virtualization*, skr. NFV), potom upotreba računarstva u oblaku (*cloud computing*) i još puno toga.

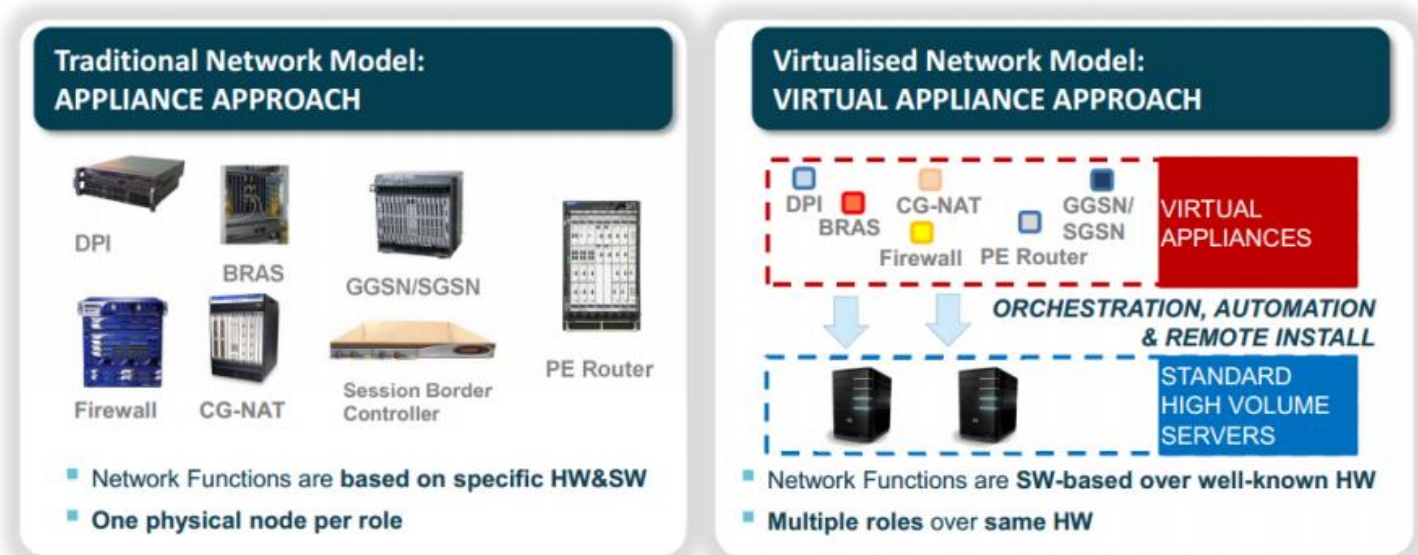
Mobilna mreža pete generacije (5G)

- *Network Slicing*
 - Osigurava stvaranje više virtualnih (logičkih) mreža na dijeljenoj fizičkoj infrastrukturi u skladu s raznolikostima korisničkih zahtjeva za uslugama
 - Mreža postaje kao usluga (*Network-as-a-Service, NaaS*), tj. moguće je prilagodljivo dodavati i uklanjati resurse mreže u skladu sa korisničkim zahtjevima



Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Virtualizacija mrežnih funkcija (NFV)
 - Ideja NFV-a: učiniti mrežu što je moguće više fleksibilnom i jednostavnom na način da se umanjuju ovisnosti o hardverskim ograničenjima
 - NFV osigurava zamjenski put za dizajniranje, implementaciju i upravljanje uslugama u mreži



Mobilna mreža pete generacije (5G)

- Programski upravljane mreže (*Software-Defined Networks*, SDN)
 - Koncept osmišljen s ciljem jedinstvenog i fleksibilnog upravljanja mrežnim elementima
 - Ideja: mrežne elemente se može konfigurirati tijekom njihovog rada
- SDN ↔ NFV
 - Ideja NFV-a je virtualizacija mrežnih elemenata, dok je ideja SDN-a programsko upravljanje mrežnim elementima
 - Međusobno se dopunjuju
- SDN + NFV: programsko upravljanje virtualiziranih mrežnih elemenata

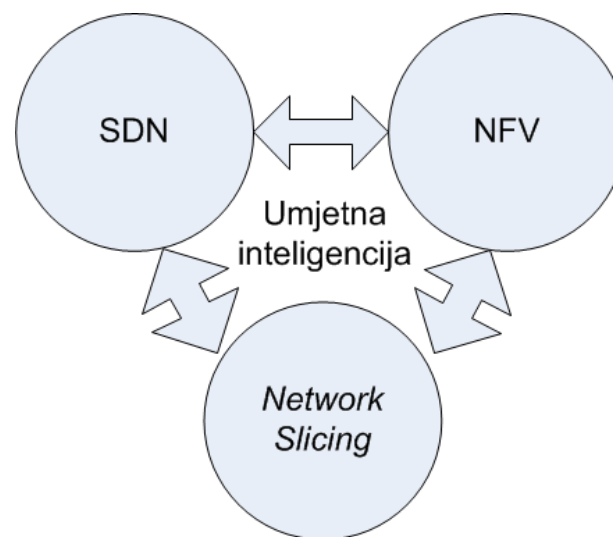
Umjetna inteligencija u 5G mreži

- Uloga umjetne inteligencije
- Vidjeli smo da 5G mreža postaje jako složena
 - Upravljanje samo ljudskim djelovanjem postaje neizvedivo
- Trebaju postati samoorganizirajuće mreže (SON - *Self-organizing networks*)
 - Od mreža se očekuje da uče i dinamički se prilagođavaju različitim okruženjima
- Optimiranje konfiguracije mreže – u bežičnom dijelu i jezgrenom
- Pametne bazne postaje
 - Dinamičko raspoređivanje frekvencije rada
 - Predviđanje točnijih propagacijskih modela (učenje komunikacijskog kanala)
 - Predviđanje ponašanja korisnika (zahtjev za prometom)

Umjetna inteligencija u 5G mreži

- Uloga umjetne inteligencije

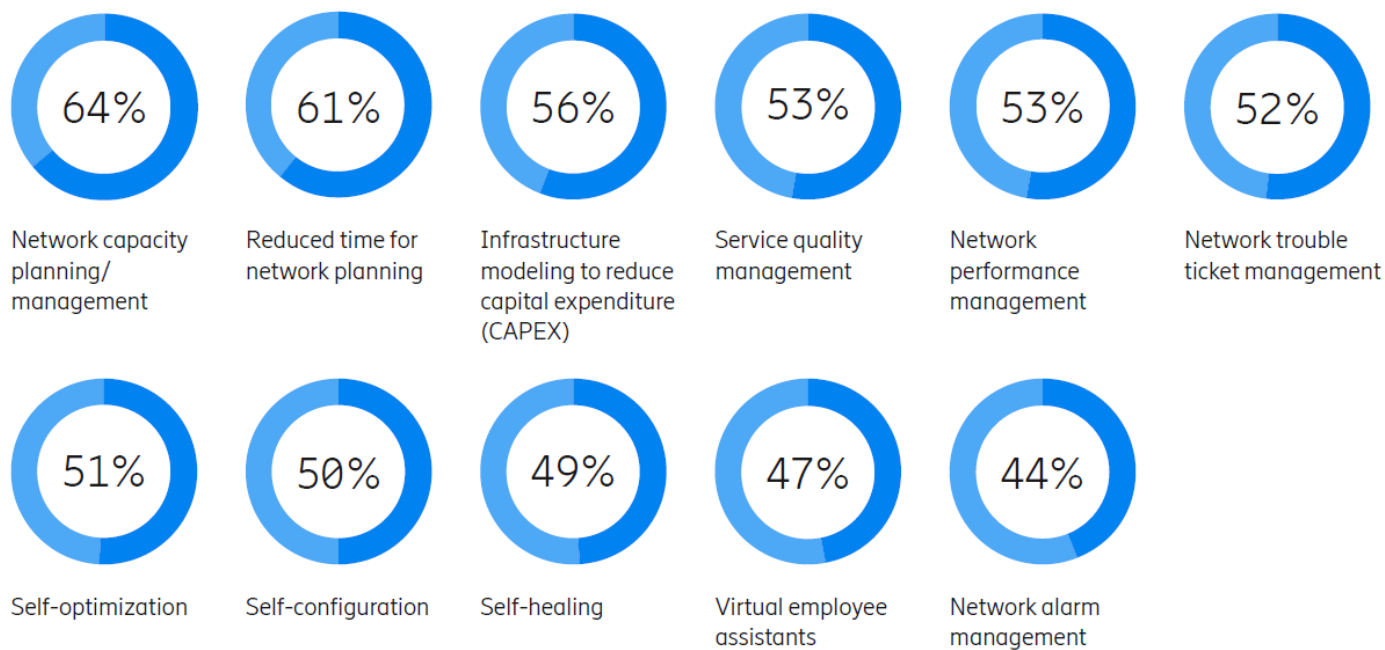
- Upravljanje s *Edge Computing* – ovisno o navikama približiti krajnjem korisniku neophodnu računalnu snagu, pohranu podataka, određene mrežne funkcije
 - Smanjivanje latencije
- Dinamička dodjela resursa
- Detekcija anomalija u mreži



Umjetna inteligencija u 5G mreži

- Kako davatelji usluge – operatori vide ulogu umjetne inteligencije

Figure 5: Areas where service providers will be focusing upon adopting AI in their networks



Izvor: Employing AI techniques to enhance returns on 5G network investments, Ericsson

<https://www.ericsson.com/49b63f/assets/local/networks/offerings/machine-learning-and-ai-aw-screen.pdf>

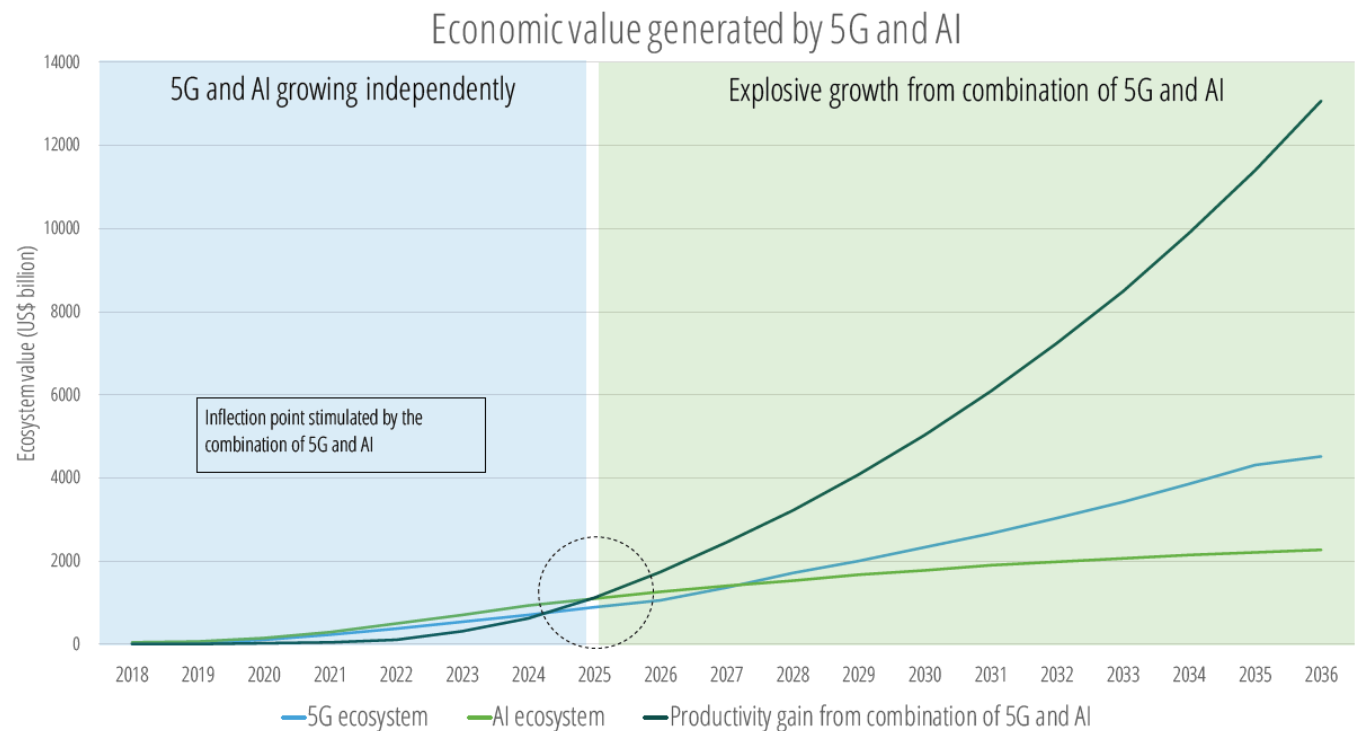
Sinergijski efekt upotrebe umjetne inteligencije i 5G mreže

- Umjetna inteligencija i 5G su možda najpropulzivnije tehnologije ovog desetljeća
- Predviđa se da će tehnologije 5G i umjetne inteligencije (AI) stvoriti vrijednost u iznosu od 9,2% globalnog bruto domaćeg proizvoda (*Gross domestic product* - GDP) u 2035. godini.
- Kombinacija (interakcija) upotrebe umjetne inteligencije i 5G mreže ima sinergijski efekt
- **Utjecaj korone?**

Izvor: 5G and AI, ABI research for Intel,
<https://www.intel.com/content/www/us/en/wireless-network/5g-ai-foundations-business-society-abi-report.html>

Sinergijski efekt upotrebe umjetne inteligencije i 5G mreže

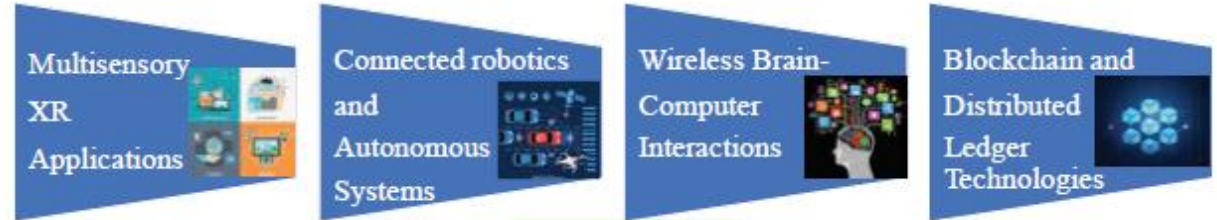
- Do 2025. godine predviđa se da ekonomska vrijednost generirana upotrebom tehnologija 5G i umjetne inteligencije ima linearan, mali i nezavistan rast
- Nakon 2025. se predviđa početak sinergijskog djelovanja ove dvije tehnologije i početak visokog ekonomskog rasta



Izvor: 5G and AI, ABI research for Intel,
<https://www.intel.com/content/www/us/en/wireless-network/5g-ai-foundations-business-society-abi-report.html>

6G: Driving Applications

XR - extended reality



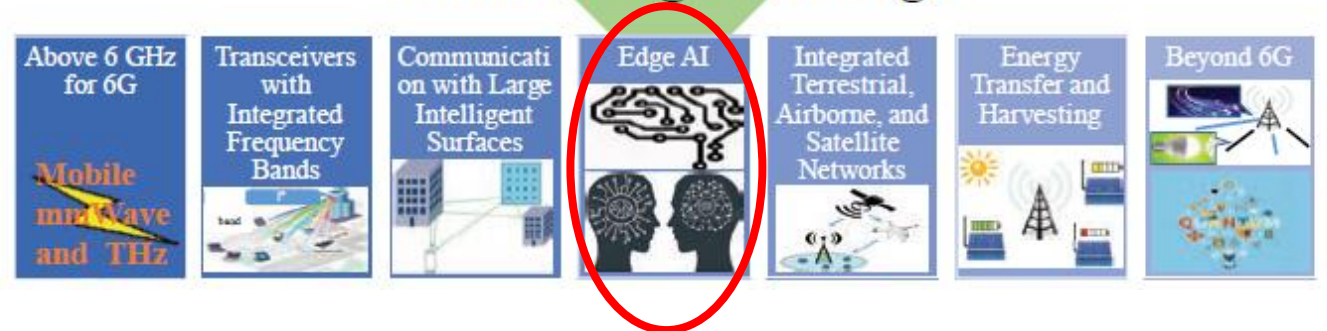
Zaključak

- Bez značajne upotrebe umjetne inteligencije nema razvoja mobilnih mreža
- Umjetna inteligencija kao priprema 6G mreže

6G: Driving Trends



6G: Enabling Technologies



Izvor: Walid Saad, Mehdi Bennis, and Mingzhe Chen: A Vision of 6G Wireless Systems: Applications, Trends, Technologies, and Open Research Problems, IEEE Network, May/June 2020, pp 134-142

Hvala!