



5G

**PETA GENERACIJA
MOBILNIH ELEKTRONSKIH
KOMUNIKACIONIH MREŽA
I USLUGA**



AGENCIJA ZA ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE I
POŠTANSKU DJELATNOST

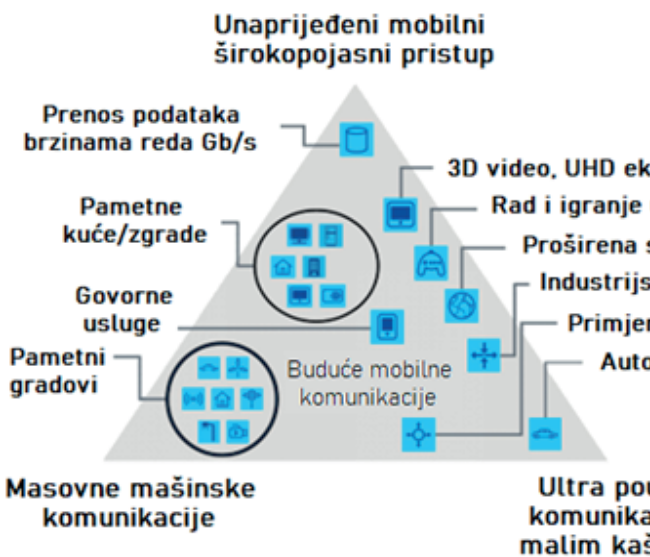
Šta je 5G?

5G je nova generacija mobilnih komunikacionih mreža, koja se u tehnološkom smislu oslanja na postojeće 4G mreže, ali donosi i niz novih mogućnosti i primjena. 5G omogućava:

- znatno veće brzine prenosa podataka,
- povezivanje velikog broja korisničkih i drugih uređaja,
- vrlo pouzdanu komunikaciju s malim kašnjenjem (latencijom).

Osim ova tri poboljšanja o kojima se najčešće govori, 5G mreža dodatno omogućava tzv. "network slicing", odnosno dodjelu prenosnih resursa korisniku ili grupi korisnika sa različitim zahtjevima prema prioritetima uz garanciju kvaliteta servisa.

Scenariji korišćenja 5G mobilnih mreža se mogu kategorizovati u tri grupe: unaprijeđeni mobilni širokopojasni prenos podataka (eMBB), masovne komunikacije mašinskog tipa (mMTC) i ultra pouzdane komunikacije sa malim kašnjenjem (URLLC). Neke od konkretnih primjena su: prenos podataka brzinama reda Gb/s, 3D video, UHD multimedijalni servisi, rad i igranje u *cloud*-u, proširena realnost, virtuelna stvarnost, pametne kuće/zgrade, pametni gradovi, automobili sa autonomnim upravljanjem, primjene u kritičnim situacijama (npr. urgentna medicina na daljinu), industrijska automatizacija i dr. Takođe, očekuje se da 5G mreže budu osnova sistema vještačke inteligencije.



Zašto je važno uvođenje 5G tehnologije

5G se smatra jednim od najvažnijih segmenata u izgradnji digitalne ekonomije i digitalnog društva u narednoj dekadi. Značaj 5G mreža u transformaciji i ukupnom razvoju ekonomije su prepoznale sve razvijene zemlje svijeta. Imajući u vidu potencijalni uticaj na praktično sve sfere ljudskog djelovanja, blagovremeno uvođenje i dalji razvoj 5G mobilnih mreža je u mnogim državama postalo dio strategije ukupnog društvenog i privrednog razvoja.

Od 5G mobilnih mreža se očekuje da omoguće sveprisutnu ultra brzu konektivnost sa malim kašnjenjem, ne samo individualnim korisnicima, već i velikom broju povezanih objekata (*Internet of Things*), kao i da kreiraju okruženje za ekspanziju tehnoloških i poslovnih inovacija u tzv. vertikalnim sektorima (industrijama koje u svrhu obavljanja sopstvene djelatnosti imaju potrebu za povezanošću), kao što su: automobilska industrija, energtika, poljoprivreda, turizam, fabrička proizvodnja, saobraćaj, transport i logistika, zdravstvo, javna administracija, upravljanje komunalnom infrastrukturom u gradovima, zaštita životne sredine i mnoge druge.

Prostorni kapacitet saobraćaja (Mb/s/m²)

Energetska efikasnost mreže

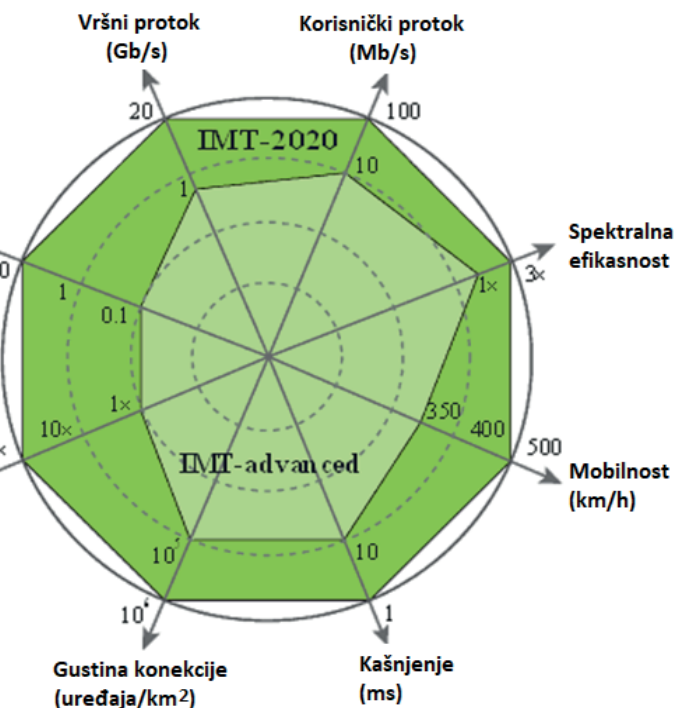
Izvor: ITU-R M. 2080-0

Očekuje se da 5G mreže budu katalizator četvrte industrijske revolucije (*Industry 4.0*), u kojoj računarski sistemi i sistemi automatizacije postepeno povezuju fizički, digitalni i biološki svijet, uz sposobnost donošenja odluka bez ljudskog učešća. Upravo 5G mreže predstavljaju sredstvo za povezivanje ovih, nekada potpuno odvojenih svjetova, jer 5G omogućava povezivanje velikog broja objekata, prikupljanje velike količine podataka i njihov prenos velikim brzinama i sa malim kašnjenjem.

Pretpostavlja se da će 5G mreže puni kapacitet dostići tek krajem tekuće dekade.

rani
u cloud-u
stvarnost
ka automatizacija
ne u kritičnim situacijama
onomna vozila

uzdane
acije sa
šnjenjem



Tehnološke karakteristike 5G mobilnih mreža

Kada se govori o performansama, 5G mobilne mreže omogućavaju znatno veće vršne brzine prenosa podataka (reda Gb/s), a samim tim i tipične protoke na korisničkom nivou (reda nekoliko stotina Mb/s u poređenju sa nekoliko desetina Mb/s u 4G mrežama). U 5G mrežama je znatno smanjeno kašnjenje u prenosu podataka, koje teorijski može biti i manje od 1 ms, što omogućava primjenu ovih mreža u nizu scenarija koji iziskuju jako kratak odziv mreže. Dodatno su unaprijeđeni spektralna efikasnost, gustina konekcije (broj podržanih konekcija po jedinici površine), mobilnost (do 500 km/h), energetska efikasnost (potrebno je do 100 puta manje energije za prenos iste količine podataka), kao i kapacitet saobraćaja po jedinici površine.

Sa tehnološkog aspekta 5G mobilne mreže predstavljaju evolutivni korak naprijed u odnosu na postojeće 4G mreže. U osnovi obje tehnologije se nalazi OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access*) tehnika višestrukog pristupa. Za radio pristupni dio 5G mreže koristi se naziv NR (*New Radio*),

za razliku od naziva LTE (*Long Term Evolution*) kod 4G mobilne mreže. Na 5G mobilne mreže se odnose 3GPP tehničke specifikacije od izdanja 15 i novije (3GPP *Release 15*). Sa implementacionog aspekta, 5G donosi tri karakteristike koje do sada nijesu bile zastupljene u mobilnim mrežama: primjena adaptivnih antenskih sistema (AAS) i M-MIMO (*Masive Multiple Input Multiple Output*) tehnike uz dinamičku promjenu dijagrama zračenja ("*beamforming*"), zatim korišćenje frekvencijskih opsega iznad 6 GHz (mmWave) i znatno veću prostornu gustinu radio baznih stanica.

Iako se za realizaciju NR mreža mogu koristiti svi frekvencijski opsezi koji su harmonizovani za MFCN (*Mobile/Fixed Communication Networks*), u Evropi su zbog propagacionih karakteristika, širine i trenutne dostupnosti, kao pogodni za ranu implementaciju 5G mobilnih mreža u svim scenarijima njihovog korišćenja u punom kapacitetu, identifikovani opsezi 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz (pionirski 5G opsezi).

Od strane 3GPP su specificirana dva režima rada 5G mobilnih mreža. U nesamostalnom (*Non-Standalone - NSA*) režimu rada 5G/NR pristupna mreža se povezuje na 4G/LTE mrežno jezgro, dok samostalni (*Standalone - SA*) režim rada podrazumijeva cjelokupnu 5G arhitekturu sa NR pristupnom mrežom i 5G mrežnim jezgrom. Većina mobilnih operatora se opredijelila za uvođenje 5G u NSA režimu rada, koji će kasnije preći u SA režim rada sa punim 5G funkcionalnostima. Bez obzira da režim rada 5G mreža, LTE i NR mreže će još neko vrijeme funkcionirati paralelno.

U cilju što brže implementacije 5G tehnologije mnogi evropski operatori su primijenili tehniku dinamičkog dijeljenja spektra (DSS) koja omogućava korišćenje 4G frekvencijskih opsega i infrastrukture za pružanje 5G usluga, na bazi dijeljenja mrežnih resursa između LTE i NR korisnika. Međutim, u ovom slučaju se, zbog male širine angažovanog spektra, ne može govoriti o 5G uslugama punog kapaciteta.

5G u Crnoj Gori

Svjesna značaja blagovremenog uvođenja nove tehnologije mobilnih mreža, Agencija je još 2020. godine otpočela aktivnosti na omogućavanju implementacije 5G mobilnih mreža u Crnoj Gori. Početkom 2021. godine je kompletiran tehnički i regulatorni okvir za korišćenje radio-frekvencija za implementaciju 5G mobilnih mreža, kako u opsezima koji su mobilnim operatorima već dodijeljeni, tako i u pionirskim 5G opsezima.

Vlada Crne Gore je krajem 2021. godine usvojila Mapu puta za uvođenje 5G mobilnih komunikacionih mreža u Crnoj Gori, kojom je specificiran niz konkretnih aktivnosti u cilju uvođenja 5G tehnologije i postizanja komercijalne dostupnosti 5G usluga u Crnoj Gori do kraja 2022. godine.

Od marta 2022. godine u Crnoj Gori su komercijalno dostupne 5G mobilne usluge na bazi LTE/NR DSS tehnologije, korišćenjem ranije dodijeljenih resursa, pretežno iz opsega 2 GHz.

Postupak dodjele radio-frekvencija iz opsega 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz je okončan u februaru 2023. godine. Sva tri mobilna operatora su dobila pravo korišćenja odgovarajućih frekvencijskih blokova iz opsega 700 MHz i 3,6 GHz. Dodjelom radio-frekvencija iz pionirskih 5G opsega, prije svega iz opsega 3,6 GHz, stvoreni su uslovi za razvoj 5G mreža koje omogućavaju prenos podataka brzinama reda Gb/s, a u kasnijoj fazi i ostalih usluga karakterističnih za 5G tehnologiju.

Odobrenjima za korišćenje radio-frekvencija iz opsega 700 MHz i 3,6 GHz svaki mobilni operator je obavezan da do kraja 2024. godine omogući 5G usluge u svakoj opštini u Crnoj Gori, do kraja 2026. godine da signalom NR mreže pokrije najmanje 50% stanovništva Crne Gore, te da do kraja 2030. godine signalom NR mreže pokrije sve naseljene oblasti, autoputeve i magistralne puteve u Crnoj Gori.

Operatori u Crnoj Gori u vrlo kratkom roku nakon dobijanja potrebnih radio-frekvencija, u aprilu 2023. godine, počeli sa komercijalnim pružanjem 5G usluge na bazi NR tehnologije u opsegu 3,6 GHz.

U avgustu 2023. godine Vlada Crne Gore je donijela Strategiju za razvoj 5G mobilnih komunikacionih mreža u Crnoj Gori 2023-2027, sa Akcionim planom 2023-2024.

Na kraju 2023. godine signal 5G mreže bio je dostupan za preko 85% stanovništva Crne Gore.



AGENCIJA ZA ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE I
POŠTANSKU DJELATNOST

Bulevar Džordža Vašingtona br. 56, 81000 Podgorica

Tel: 020 406 700, Fax: 020 406 702

Email: ekip@ekip.me, Web: www.ekip.me