

RAZVOJ 5G MREŽE, STAVOVI I OČEKIVANJA**5G NETWORK DEVELOPMENT, ATTITUDES AND EXPECTATIONS**Marinela Mikša, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Može se reći da su mobilni komunikacioni sistemi izvršili revoluciju u načinu komunikacije ljudi. 5G predstavlja naredni korak u evoluciji mobilne tehnologije. Za razliku od prethodnih generacija, ova generacija je orijentisana ka industriji i velikim korisnicima i nudi nove okvire i mogućnosti. Međutim, ona će unaprediti i svakodnevni život ljudi. Glavna prednost 5G mreže ogleda se u malom kašnjenju i većim brzinama prenosa.*

Ključne reči: 5G mreža, IoT

Abstract – *One could say that the mobile communications system have revolutionized the way people communicate. 5G is the next step in the evolution of mobile technologies. Unlike previous generations, this one is oriented towards industry and major users and provides new frameworks and possibilities. Although, it will also make everyday life more comfortable. The main advantages of 5G network are minimal delay times and high data rates.*

Keywords: 5G mobile network, IoT

1. UVOD

Današnje vreme, vreme savremenog i modernog društva nemoguće je zamisliti bez korišćenja informaciono-komunikacionih tehnologija.

Tokom vremena pokazalo se da razne tehnologije uvode nove mogućnosti olakšavajući svakodnevne aktivnosti ljudi. Konstantno povećanje broja korisnika nametalo je potrebu za ubrzanim tehnološkim razvojem. 5G mreža predstavlja naredni korak u razvoju mobilne tehnologije.

Cilj ovog rada jeste da ukaže na prednosti i mogućnosti koje 5G mreža nudi i da pokaže kakvi su stavovi građana kada je u pitanju 5G mreža.

Nakon uvoda, u drugom poglavlju je prikazan razvoj bežičnih komunikacija. Prikazane su mreže po generacijama uz kratak opis svake generacije.

Treće poglavlje odnosi se na 5G mrežu, opisani su ciljevi i zahtevi 5G mreže, definisan je spektar i standardizacija 5G mreže.

U okviru četvrtog poglavlja opisan je Internet of Things (IoT). Definisana je oblast primene IoT, tehnologija rada IoT i područje primene IoT.

Peto poglavlje opisuje važnost optičke mreže za 5G.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski, vanr.prof.

Šesto poglavlje odnosi se na razmatranje rezultata ankete koje je urađena za potrebe ovog rada. Tema istraživanja jeste Istraživanje stavova građana o 5G mobilnoj mreži.

Poslednje poglavlje odnosi se na zaključna razmatranja koja su donešena na osnovu proučene materije.

2. RAZVOJ BEŽIČNIH KOMUNIKACIJA

Evolucija tehnologija mobilnih mreža posmatra se kroz sledeće generacije [1]:

- 1G predstavlja prvu generaciju ćelijskih sistema koji su prenosili signale analognim putem, bez kodovanja, i služile su za prenos glasa.

- 2G označava drugu generaciju i ona donosi veliki broj inovacija, a kao najvažnije izdvajaju se: prenos informacija digitalnim putem, poboljšanje kvaliteta prenosa podataka, povećanje kapaciteta i pokrivenost.

Prenos govora i dalje predstavlja dominantan servis, dok su novine koje ova generacija nosi: prenos kratkih poruka (SMS), slanje faksa i prenos podataka.

- 3G podrazumeva mrežu treće generacije. Treća generacija sa sobom nosi brži prenos podataka. Pojavljuju se IP adrese za mobilne telefone, pa dolazi do masovne proizvodnje “pametnih” telefona.

- 4G se odnosi na četvrtu generaciju. U ovoj generaciji akcenat je na protoku informacija, a ne kao do tada na mobilnim sistemima. Ono što je karakteristično za 4G: svaki mobilni telefon dobija svoju IP adresu, razmena multimedijalnih sadržaja bez ikakvih problema, mobilni uređaji preuzimaju funkcije prenosivih računara.

- 5G označava mrežu pete generacije i ono što se odnosi na njene aspekte je veća brzina prenosa, smanjena latencija koja podrazumeva brzinu prenosa sa jednog uređaja na drugi i sposobnost povezivanja mnogo više uređaja i opreme.

3. PETA GENERACIJA- 5G

Sa povećanjem potrebe za bežičnim povezivanjem sve većeg broja korisnika razvio se i sistem mobilne telefonije pete generacije (5G). Peta generacija predstavlja važan korak u mogućnostima koje nudi mobilna mreža.

Za razliku od dosadašnjih mogućnosti povezivanja pametnih telefona, tableta i prenosivih računara 5G će omogućiti nove usluge, uključujući i industrijski IoT [2].

5G mreža se bazira na pet tehnologija [3]:

- milimetarskim talasima,
- malim baznim stanicama,
- masivnim MIMO sistemima,
- usmeravanju signalnih snopova i
- full duplex tehnologiji.

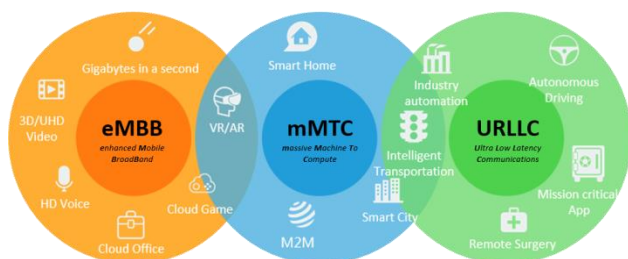
3.1. Ciljevi razvoja 5G mreže

Ciljevi ove generacije postavljeni su vrlo visoko i baziraju se na [2]:

- brzinama prenosa podataka do 20 Gb/s,
- povezivanje velikog broja uređaja,
- ultra niskom kašnjenju i
- velikom pouzdanošću.

U odnosu na prethodne generacije koje su se uglavnom zasnivale na povezivanju ljudi i omogućavale su pristup internetu sa bilo kog mesta, 5G se odnosi na povezivanje svega oko nas. Sam dizajn 5G mreže koji karakteriše pouzdana veza sa malim kašnjenjem može imati veliki uticaj na industriju, saobraćaj, medicinu, poslovanje preduzeća, društvo i mnoge druge oblasti. Druga važna karakteristika jeste velika količina podataka koja se prenosi veoma velikom brzinom.

Kada se govori o 5G mreži, razlikuju se tri slučaja upotrebe (Slika 1.) [3, 4]:



Slika 1. 5G servisi

- eMBB (Enhanced Mobile Broadband)- podrazumeva klasičan razvoj mobilne telefonije sa korisničkog aspekta (veći obim podataka, podržavanje još većeg broja korisnika, povećanje brzine prenosa podataka). Može se reći da je eMBB zapravo unapređenje 4G sa akcentom na mobilni internet.
- mMTC (massive Machine Type Communications)- odnosi se na povezivanje velikog broja uređaja na internetu putem 5G arhitekture. mMTC nalazi primenu kod pametnih kuća, zgrada, gradskih infrastruktura, električne mreže i drugo.
- URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications) – ovaj deo se fokusira na servise za koje je neophodno jako malo kašnjenje pri prenosu podataka i izuzetno visoku pouzdanost. Primena ovih servisa bila bi prvenstveno u industriji, saobraćaju, medicini (npr. bezbednost saobraćaja, autonomna vožnja, upravljanje uređajima na daljinu, hirurgija na daljinu i slično).

3.2. Zahtevi 5G mreže

Za svaki od ova tri slučaja postavljeni su i zahtevi koje mreža mora da ostvari:

- eMBB zahteva brzinu prenosa > 10 Gb/s,
- mMTC > 1M/km²,
- URLLC zahteva kašnjenje < 1ms.

Svetsko standardizaciono telo 3GPP pokrenulo je razvoj nove tehnologije radio pristupa koja se još naziva i 5G NR. Tehnički radovi započeli su u proleće 2016. godine, dok je prva verzija NR tehnologije bila dostupna krajem 2017. godine. Ovaj standard odnosio se samo na određene aspekte 5G.

Prethodni koraci ispunili su sve komercijalne zahteve koji su doveli do primene 5G mreže već u 2018. godini. 5G NR tehnologija i dalje koristi mnoge strukture i

karakteristike LTE-a, međutim ona ima drugačiji skup tehničkih rešenja [3].

Kada se govori o osnovnim zahtevima koje će 5G mreža morati da ispuni, govori se pre svega o podršci za višestruke usluge (multi- service) i višestruko korišćenje pokretne mreže (mobile network multi- tenancy) uz smanjenje kapitalnih i operativnih troškova i najbolje iskorišćenje resursa [6].

3.3. Spektar i standardizacija

Prema definiciji Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU) upravljanje radio- frekvenčijskim spektrom predstavlja kombinaciju upravnih, naučnih i tehničkih postupaka potrebnih da se obezbedi delotvoran rad radio- komunikacijskih uređaja i službi bez prouzrokovanja štetnih smetnji.

Radio spektar je veoma važan resurs i predstavlja osnovu za bežičnu komunikaciju. Spektar je konačan resurs pa je dodela istog mora biti na najbolji i najfleksibilniji način.

Prva i druga generacija bile su na frekvenčijama od oko 800- 900 MHz. Sa razvojem 3G i 4G mreže i potrebom da se prošire servisi novi opsezi su bili dodati i nižim i višim frekvenčijama pa je tako novi opseg bio u rasponu od 450 MHz do 6 GHz.

Na različitim frekvenčijama opsezi mogu imati različite karakteristike. Opsezi sa nižim frekvenčijama dobri su za pokrivanje širokog područja poput prigradskih i ruralnih područja, razlog tome je propagacija.

Uvođenjem 5G mreže i zahteva koje ona nosi u smislu usluga i servisa koje zahtevaju velike brzine prenosa podataka, veliki kapacitet i malo kašnjenje javlja se i potreba za novim opsezima. Prva primena 5G koristiće opsege koje je koristila i prethodna generacija, dok se opsezi iznad 24 GHz razmatraju kao frekvenčijski opsezi za dopunu frekvenčijskim opsezima ispod 6 GHz. Nove opsege kontinualno definiše 3GPP, a razmatraju se frekvenčije i iznad 60 GHz [5].

Prednost 5G mreže jeste ta što je dizajnirana fleksibilno, odnosno postoji mogućnost korišćenja svih raspoloživih opcija spektra, uključujući i licencirani i nelicencirani. Kako se može koristiti i u javnim i u privatnim mrežama otvaraju se novi potencijali primene u industriji [2,5].

4. INTERNET OF THINGS- IoT

Prva zvanična definicija IoT od strane ITU nastaje 2005. godine i tada su je definisali kao „globalnu infrastrukturu informacionog društva, koja međusobnim povezivanjem stvari (fizičkih i virtualnih) omogućava napredne usluge, a bazira se na postojećoj i rastućoj interoperabilnoj informaciono- komunikacionoj tehnologiji“.

Ova osnovna definicija se 2012. godine proširila sledećim dodatkom [5]:

- „na bazi identifikacije, prikupljanja, obrade i razmene podataka, IoT koristi stvari kako bi ponudio usluge za sve vrste aplikacija, osiguravajući zahteve za sigurnost i privatnost“ i
- „u širem smislu, IoT je vizija s tehnološkim i društvenim posledicama.“

Internet of Things (IoT) ili na srpskom jeziku Internet stvari je pojam koji se odnosi na umrežavanje, odnosno povezivanje uređaja ili objekata koji komuniciraju sa ljudima ili drugim fizičkim objektima i sistemima putem

internet, pri čemu se komunikacija može izvesti bez ljudske interakcije ili nadzora [6].

Primeri povezivanja objekata su veoma različiti, pa tako stvar povezivanja može biti bilo šta: zgrada opremljena senzorima za temperaturu koji omogućavaju praćenje i korigovanje potrošnje energije u realnom vremenu, kućni ljubimac sa čipom koji sadrži sve informacije o vlasniku, zdravstvenom stanju, vakcinama, ambalaža prehrambenih proizvoda koja sadrži bar kod sa informacijama o datumu proizvodnje koje frižider koji ima odgovarajuću opremu može da pročita i obavesti korisnika o informacijama vezanim za istek roka i slično [5].

Prema tome, predmet povezivanja može se definisati kao fizički ili virtuelni objekat koji se zbog mogućnosti povezivanja, odnosno umrežavanja naziva i pametnim objektom (smart object).

4.1. Oblast primene

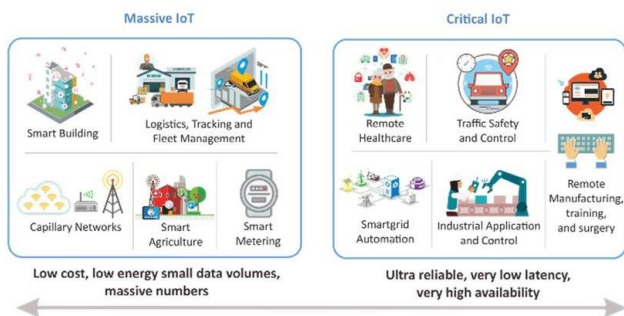
IoT je pokretačka snaga tehnologija na kojima se zasnivaju mMTC i URLLC, slučajevi primene ovih tehnologija mogu se podeliti u dve grupe a to su (Slika 2.) [6]:

- prva grupa (massive IoT) ima za cilj da poveže veliki broj uređaja. Ova grupa obuhvata aplikacije koje vrše razmenu malih i retkih paketa podataka od/do drugih samostalnih uređaja, iz tog razloga ovi uređaji moraju biti ekonomski pristupačni i sa malom potrošnjom energije, pri čemu nema strogih zahteva za kašnjenje.

Glavni zahtevi ovih uređaja su niska cena, mala potrošnja energije, dobra pokivenost i skalabilnost.

- druga grupa (mission-critical IoT) sastoji se od osetljivih aplikacija, sa izuzetnim zahtevima za kašnjenje (reda veličine dela milisekunde).

Zahtevi koji se odnose na ovu grupu su visoka dostupnost i pouzdanost i veoma nisku latentnost.



Slika 2. Oblast primene

4.2. Tehnologija rada IoT

Princip rada IoT zasniva se na ugrađenim senzorima koji prikupljaju informacije iz okoline i prosleđuju ih putem komunikacijske mreže.

Senzorski uređaji sa velikom efikasnošću i brzinom i niskom potrošnjom energije mogu se postavljati na različita mesta i mogu komunicirati bez posredstva čoveka po principu M2M (Machine to machine communication).

Okolina IoT je pametna, ona zahteva da se poveže veliki broj uređaja i da se generišu velike količine podataka. Kako bi se izbegli troškovi sopstvene infrastrukture razvijeno je računarstvo u oblaku (Cloud computing), koje se zasniva na deljenju servera, odnosno zajedničkom deljenju prostora. Koncept računarstva u oblaku

omogućava da se velike količine podataka (Big data) generišu i analiziraju bez velikih troškova.

Okolina IoT može se opisati na sledeći način: Svaki IoT uređaj (pametni uređaj) u sebi ima ugrađene senzore koji prikupljaju podatke i neke komunikacione module koji će prikupljene podatke proslediti kroz mrežu na računarski oblak gde se oni generišu i dalje obrađuju.

4.3. Područje primene IoT

Spektar usluga koje pruža IoT veoma je širok, neke od njih se mogu grupisati prema područjima primene [5,7]:

- Pametna kuća (Smart home)- koncept pametne kuće omogućava korisnicima da uz upotrebu različitih senzora koji su raspoređeni po kući upravljaju prostorom čineći im jednostavniji sam boravak u kući.

Sušтина je da uređaji prikupljaju podatke putem senzor, komuniciraju razmenom prikupljenih podataka i usklađuju svoje funkcionisanje sa željama korisnika.

- Pametni grad (Smart city)- Ima za cilj da svojim uslugama poveća kvalitet života građana korišćenjem informaciono- komunikacionih tehnologija.

Sušтина pametnog grada je u digitalizaciji, odnosno u upravljanju kompletnom gradskom infrastrukturom uz pomoć informaciono- komunikacionih tehnologija.

- Pametna okolina (Smart environment) ima za cilj informisanje korisnika o stanju okoline, klimatskim uslovima, zagađenju i prirodnim katastrofama. Ova usluga može biti zanimljiva građanima ali je isto tako veoma važna za stručnjake.

- Pametno zdravstvo (Smart healthcare) je jedna od najzanimljivijih i najvažnijih područja primene kako je zdravlje ljudi prioritet. Pametno zdravstvo nudi mnogo novih mogućnosti poput aplikacija za daljinski nadzor i praćenja stanja pacijenata, praćenje hroničnih bolesti, udaljeni monitoring pacijenata u realnom vremenu. IoT uz pomoć 5G tehnologije unaprediće zdravstvo i stvorice pametno upravljanje čitavim zdravstvenim sistemom.

- Pametna poljoprivreda (Smart agriculture) podrazumeva uvođenje pametnih sistema sa ciljem optimizacije poljoprivrednih procesa. Primenom IoT tehnologije putem brojnih senzora prikupljaju se potrebne informacije koje su od velikog značaja poljoprivrednicima dajući im trenutni uvid u stanje zemlje, poljoprivrednih kultura, mehanizacije i slično.

5. OPTIČKA MREŽA i 5G TEHNOLOGIJA

Optičko vlakno konstatnto napreduje u pogledu kapaciteta prenosa, 1989. godine je kapaciteta prenosa sa jednim vlaknom iznosio 2.5 Gb/s dok se 2019. godine beleži povećanje na čak 32 Tb/s [8].

Implementacija četvrte generacije sistema za mobilne komunikacije, popularizacija pametnih telefona i tableta dovela je do pružanja usluga kao što su video pozivi i streaming medija. Daljim razvojem dolazi do pružanja niza usluga i servisa koje su zasnovane na oblaku (cloud tehnologija) a koje isto tako postavljaju svoje zahteve u pogledu brzine prenosa podataka.

Danas je pitanje zahteva koje postavlja 5G mreža a koje se zasniva na brznoj komunikaciji sa malim kašnjenjem i povezivanjem širokog spektra uređaja .

Da bi se udovoljili zahtevi različitih 5G usluga, neophodno je koristiti izuzetno fleksibilne optičke mrežne uređaje i efikasno upravljati mrežom. Potrebne su

tehnologije za nadgledanje stanja mreže i za automatsko menjanje konfiguracija uređaja koji čine mrežu, u skladu sa njenim trenutnim stanjem [9].

6. ISTRAŽIVANJE STAVOVA GRAĐANA O 5G MOBILNOJ MREŽI

Za potrebe rada sprovedeno je istraživanje koje ima za cilj da utvrdi kakvi su zapravo stavovi ispitanika kada je u pitanju 5G mobilna mreža.

Za prikupljanje podataka korišćena je tehnika anketiranja, pri čemu je primenjen upitnik zatvorenog tipa. Istraživanje je sprovedeno u periodu februara meseca 2021. godine putem online upitnika. Anketom je obuhvaćeno 500 ispitanika.

Od ukupnog broja ispitanika 64% su činile osobe ženskog pola (322 ispitanika) dok su 36% činile osobe muškog pola.

U obzir su uzeti samo podaci ispitanika koji su čuli za 5G mrežu (493 ispitanika).

Zaključak istraživanja

Korisnici su svesni da je današnje društvo veoma vezano za savremene tehnologije, većina je bar delimično upoznata sa načinom funkcionisanja 5G mreže, međutim njihovi izvori informacija spadaju u manje pouzdane kanale informisanja, a kako se najveći broj ispitanika informiše putem društvenih mreža one imaju veliki uticaj na sam stav ispitanika. Izvori informacija su veoma važni ukoliko se govori o pouzdanim, tačnim i pravim informacijama.

Kako više od 50% ispitanika nije upoznato sa prednostima 5G mreže, potrebno je na neki pristupačan način dostaviti prave informacije korisnicima, mediji su jedan od načina da se to uradi na pravi način.

Kada se govori o stavovima ispitanika u pogledu uticaja na zdravlje čoveka i uticaja na životnu sredinu ispitanici su većinom odgovorili sa 3 (oko 40% ispitanika i u jednom i u drugom slučaju). Ovim odgovorom ispitanici potvrđuju da nisu baš sigurni na koji način funkcioniše ova mreža. Oko 25% ispitanika (kod oba pitanja) odgovorilo sa 5, tj. da ona veoma utiče.

Neophodno je da se stručna lica uključe u informisanje javnosti, kako bi se zabrinutost oko ovog pitanja smanjila.

7. ZAKLJUČAK

Informaciono društvo u kome danas živimo gotovo je nezamislivo bez prisustva računara. Ono što se sa sigurnošću može primetiti jeste da čovek ima sve manje slobodnog vremena, pa se korišćenje savremenih tehnologija nameće kao logično rešenje za zadovoljenje svakodnevnih potreba čoveka u cilju organizacije vremena.

Na osnovu izvršenog istraživanja zaključuje se da je stanovništvo voljno da prihvati nove tehnologije, međutim, informacije koje imaju dolaze sa neadekvatnih izvora informacija pa tako sklapaju neku pogrešnu sliku o ovoj tehnologiji.

Smatra se da će 5G mreža u narednih 10 godina dramatično promeniti način funkcionisanja skoro svega što nas okružuje.

IoT može značajno unaprediti razne segmente i nalazi primenu gotovo svuda, od domaćinstva pa do najvećih industrijskih postrojenja.

Potencijal 5G mreže veoma je velik, otvaraju se nova vrata, a mogućnosti za inovacijama su raznovrsne. 5G mreža će izvršiti transformaciju industrije i procesa poslovanja.

8. LITERATURA

- [1] <https://raf.edu.rs/citaliste/racunarske-mreze/2067-bezicne-mobilne-celijske-komunikacije-uz-osvrtnom-na-istorijat-mobilne-telefonije-2>
- [2] Harri Holma, Antti Toskala, Takehiro Nakamura, 5G Technology, JohnWiley & Sons Ltd. 2020
- [3] Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold, 5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology, Elsevier Ltd, 2018.
- [4] <https://iconic.ftn.uns.ac.rs/category/blog/>
- [5] Tatjana Cvetković, Vladica Tintor, Regulativa elektronskih komunikacija, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd 2019.
- [6] Sassan Ahmadi, 5G NR, Elsevier Inc. 2019.
- [7] Ivan Livaja, Zvonimir Klarin, Utjecaj 5G mreže na Internet stvari, Stručni rad, Veleučilište u Šibeniku
- [8] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6920305/>
- [9] Shoichiro Oda, Taku Saito, Kazuto Nishimura, Akinori Hayakawa, Optical Network Technologies for Enabling 5G Services, FUJITSU Sci. (2019)

Kratka biografija:



Marinela Mikša rođena je 17.12.1991. godine u Vršcu. Osnovnu školu završila je u Margiti, a zatim 2010. godine završava Gimnaziju „Borislav Petrov Braca“ u Vršcu. Završila je osnovne i master akademske studije na Departmanu za saobraćaj. 2019. godine upisuje master akademske studije na Departmanu za energetiku, elektroniku i telekomunikacije.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

Zahvalnica:

Izradu ovog rada pomogao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za energetiku elektroniku i telekomunikacije, u okviru projekta pod nazivom: "Istraživanja u oblasti energetike, elektronike, telekomunikacija i primenjenih informacionih sistema u cilju modernizacije studijskih programa".