

# 5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih pokretača

---

Špekuljak, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:996849>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

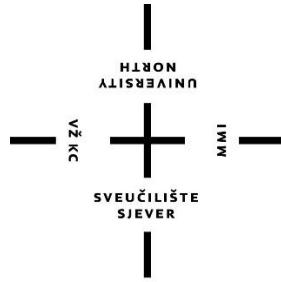
Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-16**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





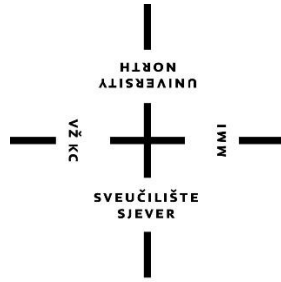
**Sveučilište  
Sjever**

*Završni rad br. 292/PIM/2021.*

**5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih  
pokretača**

**Anamarija Špekuljak, 1419/336**

Koprivnica, rujan 2021. godine



# Sveučilište Sjever

**Odjel Poslovanje i menadžment**

**Završni rad br. 292/PIM/2021.**

## **5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih pokretača**

**Student**

Anamarija Špekuljak, 1419/336

**Mentor**

Ernest Vlačić, doc.dr.sc.

Koprivnica, rujan 2021. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL		Zadatak završnog rada
STUDIJ		prediplomski stručni studij Poslovanje i menadžment
PRISTUPNIK	Anamarija Špekuljak	MATIČNI BROJ 3567/336
DATUM		KOLEGIJ Menadžment Inovacija
NASLOV RADA	5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih pokretača	
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	5G network as one of technology economic driver	
MENTOR	dr. sc. Ernest Vlačić	ZVANJE doc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv. prof. dr.sc. Ante Rončević, predsjednik	
	2. doc.dr.sc. Joško Lozić, član	
	3. doc.dr.sc. Ernest Vlačić, mentor	
	4. doc.dr.sc Mirko Smoljić, zamj. član	
	5.	

## Zadatak završnog rada

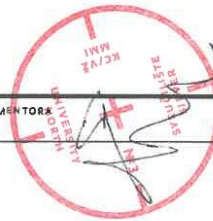
BROJ	292/PIM/2021
OPIS	U okviru ovog završnog rada zadatak je razraditi temu na način da se: <ul style="list-style-type: none"><li>- analiza trenutnog stanja i globalne tehnološke platforme u kontekstu 4. industrijske revolucije</li><li>- utvrde karakteristike i specifičnosti uporabe 5G tehnologije</li><li>- prikaže potencijalni impakt 5G tehnologije na globalno i nacionalno gospodarstvo</li><li>- utvrdi proliferacija 5G tehnologija u EU i RH</li><li>- izloži kratak osvrt na legislativu i regulativu korištenja 5G tehnologija</li><li>- analiziraju implikacije i barijere u korištenju 5G tehnologija</li><li>- zaključno osvrnu na budućnost korištenja 5G tehnologija</li></ul>

ZADATAK BRUČEN

219/2021

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



## Sažetak

Krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća odvio se iznenadni skok u razvoju tehnologije te uvođenju mobilne bežične komunikacije. Razvoj je započeo analognim glasovnim pozivima, doradom i unaprjeđenjem, a trenutno se koristi digitalna tehnologija. U **Uvodu** je opisan nagli skok u mobilnoj komunikaciji kako utječe na značajno povećanje broja mobilnih uređaja i strojeva ovisnih o mrežnom pristupu. **Četvrta industrijska revolucija** prikazuje razvoj usmjeren na uspostavu 5G tehnologije, to jest novom obliku mrežne platforme. Pod naslovom **5G budućnost i utjecaj na globalno gospodarstvo**, opisan je cilj 5G mreže, značajno poboljšanje korisničke usluge poboljšanjem prijenosa podataka, uspostave stalne i brze veze s značajnije manjim vremenom čekanja. Dosada korištena 4G mreža nastoji se zamijeniti i unaprijediti njena infrastruktura za bolje povezivanje korisnika, čak i u ruralnim područjima. Poboljšanje mreže potiče prilagodbu uređaja za povezivanje na mrežu. **5G u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj** navodi utjecaj i ciljeve Europske unije i njihovo djelovanje na članice te uvjete kojima se Republika Hrvatska mora prilagoditi. Naslov **5G implikacije i dileme** opisuje utjecaj nove tehnologije na društvo, pojedine strahove po nadvladavanja tehnologije naspram ljudskog rada i opasnost po zdravlje. **Zaključak** je krajnji naslov te objedinjuje ranije navedene informacije.

Ključne riječi: infrastruktura, 5G mreža, telekomunikacije, telemedicina, transport

## Abstract

In the late 1970s, there was a sudden leap in the development of technology and the introduction of mobile wireless communication. Development began with voice calls, refinement, and enhancement ended up with technology which is currently in use. **The Intraduction** contains description of sudden jump in mobile communication also affects on the number of mobile devices and machines dependent on network access. **The fourth industrial revolution** shows the development focused on the establishment of 5G technology, a new form of network platform. The title **The 5G future and impact on the global economy**, is based on improvement customer service by improving data transfer, establishing a permanent and fast connection with significantly less latency. The 4G network used so far seeks to replace and improve its infrastructure to better connect users, even in rural areas. Network requires devices for network connection. **The 5G in the European Union and the Republic of Croatia** states the impact and objectives of the European Union and their effect on the members and the conditions to which the Republic of Croatia must adapt. **The title 5G implications and dilemmas** describes the impact of new technology on society, certain fears of overcoming technology versus human labor and health hazards. **The Conclusion** is the final title and combines the previously mentioned information.

Keywords: infrastructure, 5G network, telecommunications, telemedicine, transport

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Četvrta industrijska revolucija .....	4
2.1. Robotizacija .....	7
2.2. Obrazovanje i poticaji.....	9
3. 5G mreža.....	10
3.1. Nastanak i razvoj 5G mreže .....	11
3.2. Tehnološke karakteristike .....	12
3.3. Područje primjene 5G mreže.....	14
4. 5G budućnost i utjecaj na globalno gospodarstvo.....	17
4.1. Utjecaj na zdravstvo i COVID-19 pandemiju.....	20
5. 5G u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj .....	24
6. 5G implikacije i dileme .....	27
7. Zaključak .....	30
8. Literatura.....	33
9. Popis slika .....	34

# 1. Uvod

U posljednjih nekoliko desetljeća, industrija tehnologije je doživjela procvat te se i dalje razvija sukladno potražnji tržišta. Unaprjeđenje računala, kasnije i pametnih mobilnih telefona, povezano je s potrebom za brzim pristupom informacija neovisno o mjestu gdje se osoba nalazi i ciljano teži povezivanju što većeg broja ljudi u isto vrijeme. Navedeni zahtjevi iziskuju napredovanje u tehnološkom aspektu i doradu infrastrukture za implementaciju.

5G mreža je oblik pokretne komunikacije sa znatno bržom mogućnosti pristupa internetu i povezivanjem značajnijeg broja ljudi s doradom na otklonu latencije (kašnjenja). Uz poboljšanje svakodnevnog korištenja interneta, 5G mreža razlikuje prioritete informacije, istinski važne u okviru posebnih službi.

Princip rada mreže je sličan dosadašnjim 2G, 3G i 4G mrežama. Centralna postaja širi radiofrekventne signale i povezuje se s uređajima. Osiguravanje kontinuiteta brzine i povećanje kapaciteta iziskuje gradnju dodatnih baznih postaja. Postaje su međusobno povezane agregacijskim mrežama značajnog kapaciteta te niskog stupnja zakašnjenja [1].

Novi oblik mreže nastoji zamijeniti dosada korištenu 4G tehnologiju koja je stotinjak puta sporija. 5G mreža bi olakšala prostor pametnim telefonima povećanim korištenjem memorije oblaka (eng. *Cloud*) za pohranu aplikacija i podataka namijenjenih za dugotrajno korištenje. Preuzimanje podataka s interneta bi bilo stotinjak puta brže s manjim opterećenjem memorije uređaja.

Cilj poboljšanja infrastrukture za korištenje novog oblika mreže je želja za širom rasprostranjenosti i dostupnosti interneta. Pojedina radna mjesta više se ne bi trebala odvijati u sklopu matične tvrtke, već bi određeni poslovi bili provođenim radom od kuće ili udaljenih lokacija. Rad mreže se ne odnosi samo na svakodnevno korištene uređaje kao što su računala i pametni telefoni, već i na uređaje za stručnu upotrebu kao što su dobro opremljeni strojevi i roboti.

5G mrežu karakterizira ujednačavanje mogućnosti pristupa internetu i konstantna brzina svakom stanovniku Republike Hrvatske. Pojedini dijelovi teritorija su dosada bili odvojeni od kvalitetne internetske veze zbog prevelikih troškova izgradnje svjetlovodne infrastrukture. Stanovnici dijelova rubnih područja pristupa internetu, plaćali bi isti iznos pristojbe kao i osoba s neometanom i brzim internetskom vezom.



Neujednačenost i nedostupnost interneta ograničava pristup informacijama i potencijalnom zaposlenju u okviru rada od vlastitog doma [1].

Korist 5G mreže značajna je za razvoj i funkcioniranje mjesta stanovanja i pojedinih tvrtki. Umreženje većeg broja osoba putem uređaja olakšava komunikaciju, raspodjelu poslova te skraćuje vrijeme potrebno za okupljanje i donošenje odluka uživo. Povezivanjem uređaja na internetsku mrežu smanjuje se potreba za preraspodjelom ljudskog resursa te dio poslova može biti obavljen od manjeg broja djelatnika.

Učinkovitost mreže vidljiva je i prilikom organizacije prometne signalizacije. Centraliziranim djelovanjem unutar određene jedinice za nadzor stanja prometa, moguće je prilagoditi ponašanje u prometu s obzirom na situaciju. Općenito funkcioniranje gradova i sela podiglo bi se na višu razinu ukoliko bi djelatnicima bilo omogućeno korištenje dodatnih resursa za bolju kontrolu i organizaciju posla.

Novim oblicima mreže i implementacijom nove tehnologije svijet se sve više mijenja i napreduje. Razvoj je vidljiv u tehnološkoj industriji, poljoprivredi, području financijskih usluga, energetske iskoristivosti, području medicine, javne sigurnosti... Napredak i povezanost je vidljiva u okviru vlastitog doma, osobnih potreba te je pristup primjenjiv za čitavu populaciju [2].

Rad se sastoji od sedam glavnih naslova s nizom podnaslova kako bi pristup temi bio što detaljniji. **Uvodni** dio predstavlja temu, opisuje nagli skok u razvoju industrije te je navedena definicija i svrha 5G mreže. Nadalje, naslov **Četvrta industrijska revolucija** ukazuje na napredak tehnologije u odnosu na ranije industrijske revolucije. Prikazane su promjene i boljitak u području automatizacije, informatizacije i robotizacije. Također, opisana je nužnost prilagodbe obrazovanja i pružanje financijske pomoći prilikom prilagodbe poslovanja. Sljedeći naslov, **5G mreža** dijeli se na nekoliko podnaslova te opisuje vrijeme u kojem se pojavljuje novi oblik tehnologije, kako je 5G mreža nastala, koje su osnovne karakteristike te gdje se primjenjuje. Pod naslovom **5G budućnost i utjecaj na globalno gospodarstvo**, iskazane su prednosti umreženja strojeva radnog procesa na jedinstvenu, bržu vezu. Opisani su primjeri i načini primjene 5G mreže u nizu primjera. Nadalje, unutar naslova **5G u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj**, opisani su standardi za usvajanje i primjenu mreže kako bi se uspostavila stabilnost, osiguralo poboljšanje industrije i zdravstva te dovelo do energetske učinkovitost. Europska unija značajno pridonosi implementaciji nove mreže, sufinanciranjem operatera za prilagodbu dosadašnje infrastrukture. Sljedeći naslov,

**5G implikacije i dileme** ukazuje na protivnike 5G mreže koji strahuju po sigurnost podataka i zaštitu vlastitog identiteta prilikom korištenja uređaja. Također i potencijalna strah od zdravstvenih oboljenja uzrokovanih infrastrukturom i širenjem valova. Rad je objedinjen unutar **Zaključka** navođenjem glavnih misli i pojmova rada.

## 2. Četvrta industrijska revolucija

Svijet je prošao kroz niz razvoja u industriji te na poslijetku i u tehnologiji. Osmišljavanje parnog stroja označava početak prve industrijske revolucije. Vođene daljnjom industrijalizacijom u proizvodnji, tvornice su proizvodile više proizvoda i zahtijevale manji broj djelatnika.

Ranije tri industrijske revolucije, imale su gotovo precizan datum početka, izumom karakterističnog stroja, dok industrija 4.0 započinje okvirno, većim tehnološkim napretkom u proizvodnoj industriji. Nova revolucija nije bazirana na otkriću novog uređaja, već se potiče na unaprjeđenje rada i društva korištenjem i usavršavanjem dosadašnjih sredstava.

Revolucija je još poznata pod nazivom industrija 4.0 koji je početno korišten za oznaku njemačkog plana razvoja industrije. Sam pojam revolucije označava naglu promjenu važnu po svakodnevni ljudski život, utjecaj po socijalne i društvene aspekte, način rada obrazovnog sustava, a pogotovo u okviru proizvodnog procesa i oblika rada. Četvrta industrijska revolucija karakteristična je zbog razvoja digitalizacije, to jest kibernetičke industrije i robota [3].

Današnje doba je vrijeme četvrte industrijske revolucije koje se još naziva i industrija 4.0. Revolucija je tehnološki najzahtjevnija i najnaprednija od dosadašnje tri. Razvoj nije usmjeren samo na proizvodnju, već i na pristup olakšanja svakodnevnog života. Radi se na usavršavanju usklađivanja povezanosti strojeva i ljudi te strojeva međusobno. Napredak je značajan, a ponajviše prilikom organizacije logistike i tehnologije za širu upotrebu. Pojedine tvornice su potpuno automatizirane. Proizvodi su stvarani od strane robota te je tvrtkama potreban manji broj djelatnika koji će raditi na kontroli proizvoda, usklađivanju procesa rada, na održavanju i pokretanju. Proizvodnja je značajnije brža, proizvodi se veći broj stvari i manja je mogućnost odstupanja od zamišljene kvalitete [3].



Slika 2.1. Povijesni razvoj industrije

Dostupnost interneta i razvoj mreža, osim što se koristi u proizvodnji, koristi se i u svakodnevnom životu osoba. Urbana i ruralna mjesta imaju pristup internetskoj vezi, radi se na tome da brzina bude usklađena i na određenoj propisanoj razini. Svaki stanovnik ima dostupnost milijardama informacija u samo nekoliko sekundi korištenja preglednika. Pristup i razmjena informacija nikada nije bila lakša i brža [4]. Također, osobe su putem internetske veze povezane sa cijelim svijetom. Ranije zastupljenija fizička trgovina, postepeno se zamjenjuje internetskom. Slika 2.1. prikazuje osnovni razvoj industrije i trenutno zastupljenu automatizaciju [4] .

Iako informatizacija ima niz pozitivnih stavki, povećanje količine korisnika stvara mogućnost narušavanja vlastite privatnosti i malverzacije s osobnim podacima. Dio novog kadra djelatnika usmjeren je na osiguravanje vlastite zaštite i sigurnosti prilikom korištenja interneta. Niz stranica iziskuje prijavu osobnih podataka i/ili brojeve kartica. Cjelokupni osobni dohodak dostupan je u virtualnom obliku i može biti korišten za plaćanje i kupovinu iz vlastitog doma.

Prikaz Triple Helix Modela označava povezanost obrazovnog sistema, to jest sveučilišta, proizvodnog dijela (industrije) i vlade. Napredak inovacija i gospodarstva znatno je ovisan o pristupu istima tijekom obrazovanja, vladinim planovima i mogućnostima primjene unutar industrija. Pojam tvornica koja uči objedinjuje dostupne podatke i prilagođava se izazovima okruženja. Način rada i proizvodnog procesa razlikuje se i ovisi o zahtjevima tržišta koji se učestalo mijenjaju, nizu promjena zakonskih okvira i dužnosti [1].

Potrebe i napredak nužno su povezane uz razvoj obrazovanja i poticaju na unaprjeđenju društva. Utjecaj i noviteti u školovanju otvaraju nove granice stvaralaštva i vizije budućnosti. Također, napredak znanosti otežava loš način upravljanja i nepogodni zakoni doneseni na nacionalnim razinama. Težnja za novim sustavima stvara potrebu za drugačijim programom obrazovanja te stvaranju novih generacija stručnjaka. Industrijalizacija se prilagođava zahtjevima tržišta te učestalo zahtjeva promjene unutar tvrtki.

Razvoj industrije unutar Europske unije je jedna od prioritarnih političkih ciljeva. Reindustrijalizacija Europe započinje 2014. godine takozvanim Junkerovim planom kada je donesen financijski fond namijenjen strateškim ulaganjima. Cilj poboljšanja industrijalizacije je osnaživanje Europe, dovođenje do povećanja konkurentnosti, otvaranje novih mjesta za zapošljavanje većeg broja stanovnika. Sredstva su namijenjena za tvrtke koje žele promijeniti način proizvodnje i uvesti tehnološke inovacije [5].

Industrija 4.0 koncept je za širu primjenu digitalizacije, prilagodbu proizvodnje u smislu pametnih tvornica, poboljšanja i ubrzanja proizvodnog procesa i uvećanoj efektivnosti s posljedičnim nastankom konkurentnosti. Unutar proizvodnje, uređaj, proizvod i proizvodni proces skladno djeluju neovisno o čovjeku. Poznato je trenutno stanje sirovina, brzine rada i kapacitet proizvodnje pomoću povezane mreže za komunikaciju i praćenje.

Industrija formalno započinje u 2021. godini, no vizija je postojala mnogo godina ranije. Biološki sustav proizvodnje je pojam koji označava koncept zadovoljenja želje kupaca. Samim time, nužne su promjene u ponudi proizvoda, rješavanju novonastalih problema i za vrijeme neželjenih događaja tijekom procesa proizvodnje. Koncept je prikazan međusobno povezanim krugovima s osnovnim značajkama, to jest samostalnim razvojem, usklađenom integracijom i autonomnom distribucijom. Prvi prikaz koncepta, odvio se mnogo ranije, 1988. godine u prilikama značajno drugačije i manje razvijene tehnologije. Baza industrije, osim tehnološkog napretka je težnja stvaranja konkurentnog sustava korištenjem brzih i efektivnih uređaja s minimalnim čekanjem.

Internet stvari su koncept povezanosti niza objekata i uređaja putem internetske veze. Međusobno umreženi senzori, računala i uređaji prikupljaju niz informacija i obrađuju značajnu količinu podataka. Dok je oblak vrsta računalne pohrane podataka kroz internetsku vezu kako bi informacije bile pohranjene na više mjesta. Poslužitelj osigurava neprestanu dostupnost i garantira kvalitetu informacija. Razlikuje se od lokalne memorije čije pohrana

iziskuje *hard drive*. Proširena stvarnost je pojam koji označava doživljavanje informacija pomoću osjetila, uz vizualnu i auditivni osjet, pametna stvarnost pruža i miris.

Glavne prednosti novog oblika industrije je značajan porast produktivnosti. Umreženje uređaja i značajna mogućnost praćenja trenutnog stanja doprinosi uštedi vremena. Efikasnost je nužno ovisna o brzini vremena proizvodnje stoga automatizacijom se gubi vrijeme za namještanje i vršenje naredbe. Također, značajna prednost je fleksibilnost, to jest što se tvornice mogu brzo prilagoditi novim uvjetima i smanjeno je vrijeme za komunikaciju. Iako početna ulaganja iziskuju veći financijski izdatak, dugoročno je moguće postići veću profitabilnost. 5G mreža je značajan faktor za provedbu navedenih dobrobiti. Omogućuje brz i lak pristup informacijama velikom brzinom. Također, pohrana podataka je pretežito u okviru oblaka čiji pristup informacija zahtjeva samo internetsku mrežu. Tim putem memorija uređaja nije potpuno zasićena.

## **2.1. Robotizacija**

Četvrta industrijska revolucija često se poistovjećuje s robotizacijom. Pojedini napredni uređaji i roboti su dostupni na nizu radnih mjesta te olakšavaju svakodnevni posao. Automatizacija ubrzava i olakšava proizvodnju korištenjem nekoliko uređaja. Ranije je taj isti posao obavljalo više osoba koje bi bile obučene za rad na određenoj poziciji, korištenjem uređaja, posao je sveden na ljudski faktor koordinacije i održavanja. Ovisno o stupnju tehnologije, pojedine tvrtke su uvelike automatizirane te iziskuju minimalan broj radnika. Iako se smatra da roboti i uređaji zamjenjuju ljude, dio poslova je prenamijenjeno te osobe ne trebaju koristiti fizičku snagu i napor na obavljanje, već isti posao obavlja stroj [3].

Modernizacija pridonosi razvoju novih zanimanja i smanjenju ljudskog napora. Roboti korišteni u ovom vidu industrije nazivaju se suradničkim jer se koriste u industrijama te olakšavaju rad djelatnicima. Moderna tehnologija zahtjeva veće financijske izdatke, no sufinanciranje je moguće putem nacionalnih ili europskih fondova.

Suradnički roboti su viši nivo robota koji potpuno surađuju s ljudima na svim područjima. Raniji oblici robota zahtijevali su koordinaciju i upravljanje od strane osobe, a kolaborativni roboti su partneri s ljudima. Dakle, roboti su radne kolege koje djeluju po naredbi ljudskih djelatnika. Napredni sustav zahtjeva internetsko i prostorno povezivanje

tvrtke, a sami roboti opremljeni su nizom senzora i s ugrađenim određenim stupnjem umjetne inteligencije kako bi mogli komunicirati s osobama i upravljati drugim uređajima.

Iako je napredak značaja i dalje je prioritet održavanju radnih mjesta i sigurnost radnika. Roboti višeg nivoa trenutno iziskuju veći financijski izdatak i kompletnu prilagodbu prostora i rada. Prostor treba biti siguran i po mogućnosti odijeljen od prostora u kojem borave i rade osobe. Opseg posla je ograničen na proizvodnju dijelova koji su programirani u pojedinom robotu. Učestalo roboti obavljaju poslove s nizom uzastopnih, ponavljajućih radnji ranije određenih upisanim programom [5].

Rad robota nije striktno ograničen tvornicama, već se koriste u ugostiteljskim djelatnostima, prometu, bolnicama, olakšavaju svakodnevne kućanske poslove, pomažu u umirovljeničkim domovima, prilikom rehabilitacije osoba i životinja... Proizvodnja je usmjerena i na napredak vojnika robota te samim time se smanjuje opasnost po ljudski život.

Umjetna inteligencija zaslužna je za djelomično samostalno djelovanje te zamjenjuje osobe na pojedinim radilištima. U posljednjih nekoliko desetljeća, značajno se promijenilo tržište rada, a trend se i dalje nastavlja. Dio poslova više ne obavljaju ljudi, već roboti te će osobe biti primorane steći nova znanja i vještine kako bi se prilagodile novom obliku rada. Pojedina radna mjesta i tvrtke će se zatvoriti, no novi zahtjevi tržišta stvaraju potrebe za organiziranjem novih poslova, samim time i otvaranjem brojnih radnih mjesta.

Dio radnih mjesta, poput onih u administraciji i računovodstvu značajno je smanjen uvođenjem novih računalnih programa i dostupnosti nizu informacija putem interneta. Trend smanjenja radnih mjesta je i okviru energetike i financija. Poslovi koji iziskuju kreativnost i individualnost još neko vrijeme neće biti zamjenjivi. Zanimanja poput fotografa, istraživača, a pogotovo umjetničke grane primjerice muzičari, pisci, dizajneri i glumci iziskuju iskazivanje osobnosti i domišljatosti te trenutno ne postoji toliki napredak u umjetnoj inteligenciji. Značajna grana, zdravstvo, također će smanjivati broj radnika korištenjem telemedicine.

Dosadašnja radna mjesta, zamijeniti će se obrazovanjem i edukacijom u području informacijsko-komunikacijskom sektoru, specifičnim profesionalnim uslugama, rad u medijskoj te zabavnoj industriji [2].

## 2.2. Obrazovanje i poticaji

Četvrta industrijska revolucija djeluje na transformaciju dotadašnjih proizvodnih procesa. Iako je napredak u posljednjim godinama značajan, dio zamisli je i dalje neproveden. Dio država nema dovoljno financijskih sredstava za unaprjeđenje poslovanja te transformacija napreduje sporijim tempom [3] .

U Republici Hrvatskoj je ranije osmišljen plan, to jest model za povezivanje obrazovanja, države i gospodarstva. Osnivanjem Hrvatskog instituta za tehnologiju, nastoji se novčano potpomognuti osobe s novim projektima i inovativnim vizijama unutar sveučilišta. Novčanom pomoći, ukazuje se na prepoznavanje i poticaj mladih za vlastitim napretkom i pomoći široj populaciji. Dostupnost mentora i praktičnih vježbi olakšava proces i dodatno motivira mlade osobe kako bi radili i dorađivali vlastite vizije. Sličan model bio je korišten u Izraelu te se pokazao djelotvornim.

Hrvatski institut za tehnologiju kasnije je povezan s Poslovno-inovacijskim centrom Hrvatske, ključnom organizacijom nacionalnog okvira za poticanje korištenja državnih financijskih potpora za napredak u tehnologiji i znanju usmjerenom konkurentnom djelovanju u okviru globalnog tržišta. Poslovno-inovacijski centar djeluje putem dodatnih potprograma: TEHCRO, VENCRO, RAZUM, KONCRO i IRCRO. Programi teže razvoju novih tehnologija i implementaciji inovacija u proizvodnji [1].

Centar usko surađuje s Ministarstvom znanosti, obrazovanja i športa i nizom sveučilišta diljem Republike Hrvatske. Mladima je pružena mogućnost konzultacije i zajedničkog rada na vlastitim projektima u sklopu sa stručnjacima djelatnicima fakulteta. Obrazovni sustav je inkubator za razvoj novih stručnjaka koji svojim znanjem doprinose pokretanju tehnološkog razvoja. Dostupnost za rad i financijski poticaj, zadržava motivirane osobe u okviru vlastitih država te smanjuju odljev mozgova u zemlje naprednije tehnologije. U okviru Europske unije, niz je financijskih potpora za realizaciju pojedinih grana industrije [5].

Uz obrazovanje i tehnologiju, usko je povezan pojam STEM, točnije znanost, informatika, tehnika i matematika. Navedeni pojmovi su ključni za usmjeravanje i ostvarenje obrazovnih ciljeva. Obrazovanje je moguće potaknuti istoimenom stipendijom za sufinanciranje školovanja.



### 3. 5G mreža

5G mreža je energetska prihvatljiva tehnologija. Zahtjeva 90% manje energije po prenesenom bitu informacije, uspoređivano s dosad zastupljenom 4G mrežom. Značajka mreže je kratka latencija, veći dio informacija se obrađuje u mreže te niti ne pristiže do uređaja. Baterija uređaja se ne opterećuje i dužeg je trajanja.

Teorijska razina brzine je do 10 gigabajta po sekundi, a samim time uvelike prednjači nad dosad korištenim mrežama. Opterećenje i ukupni broj povezanih korisnika zahtjeva stabilnu vezu osiguranu dovodom iz baznih postaja, međusobno povezanih agregacijskim vezama. Povećanje propusnosti i sniženog zakašnjenja osigurava se stvaranjem svjetlovodne mreže [3].

Frekvencijski pojasevi u Republici Hrvatskoj zamišljeni su korištenjem 700 megahertza, 3.6 gigahertza te sve do 26 gigahertza. Frekvencijski pojas raspona od 694 sve do 790 megahertza je namijenjen za šire zemljopisno područje, ponajviše za udaljena naseljena područja. Sljedeći pojas u rasponu od 3.4 do 3.8 gigahertza teži korištenju većeg broja osoba u gradskom području. Početno korištenje pojasa frekvencije 26 gigahertza je namijenjeno nepokretnom bežičnom pristupu [2].

Cilj Europske unije, točnije komisije je provedba dostupnosti 5G mreže, primarno na glavnim transportnim pravcima i područjima gradova s ciljem osiguravanja mreže, do 2025. godine. Uvođenje 5G mreže u Republiku Hrvatsku se provodi dinamičkim dijeljenjem spektra korištenjem radiofrekvencijskog spektra za provođenje 4G mreže. Dakle, novi oblik mreže moguće je uspostaviti istim spektrom, područjem i opremom ranije korištenog oblika. Korištenjem navedenog oblika, rasprostranjivanje 5G mreže je učinkovito i ne zahtjeva dodatno vrijeme za gradnju posebne infrastrukture. Svi podaci o smještaju baznih postaja dostupni su na stranicama Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti [3].

Svaka sljedeća generacija mreža ukazuje na značajniji razvoj tehnologije, povećanja brzine kojom se prenose informacije te se usmjeruje na široko područje primjene. Danas je internet dostupan gotovo u cijelom svijetu, a ubrzo će brzina i vrijeme čekanja biti jednaki. Iako je sam napredak mreže značajan, popraćen je razvojem niza drugih tehnologija i većim očekivanjima.

### 3.1. Nastanak i razvoj 5G mreže

5G mreža je peta u nizu mobilne komunikacije te je očigledan skok u osnovnim ciljevima i karakteristikama svake sljedeće. Mobilna mreža teži što bržem i kvalitetnijem prijenosu sadržaja na udaljena mjesta, uključanjem većeg broja ljudi i smanjenjem vremena čekanja.

Za povećanje prijenosa količine podataka ključne su manje ćelije. Manje ćelije karakterizira visoka gustoća i svako povećanje broja ćelija linearno povećava kapacitet mreže. Razlikuje se način postavljanja navedenih ćelija tako da se koristi preklapanje postojećih sistema istom razinom tehnologije, a to su femto, piko i mikro ćelije te drugim oblikom preklapanja obzirom na jedan sustav ćelija.

Glavnina brzine prijenosa je postizanje visoke razine frekvencije. Novi oblik mreže bazira se na korištenju frekvencijskog spektra. Korištenjem milimetar valova, proširuje se širina dometa frekvencije, a za to su zaslužne femto, piko i mikro ćelije vođene makro ćelijom. Frekvencija od 20 do 40 gigahertza odgovara skupini mikro ćelija, a mm valovi frekvencija 60 gigahertza prikladni su za femto i piko ćelije. Frekvencijski spektar se širi korištenjem većeg broja mobilnih uređaja [5].

Samoorganizirajuća mreža je pojam koji označava i usklađuje potreban frekvencijski spektar pomoću interferencije signala susjednih mreža. Povećanje broja malih ćelija s velikom gustoćom iziskuje suradnju sa samoorganizirajućom mrežom. Težnja postavljanja ćelija unutar kućanstva se svodi na jednostavnost korištenja i mogućnost samostalnog postavljanja od strane privatne osobe. Korisnik mreže brzo i lako postavlja i održava ćeliju te samoorganizirajuća mreža većinski djeluje unutar zasebnih zatvorenih prostora poput osobnih kuća ili zgrada.

Komercijalni razvoj 5G mreže pojavljuje se 2020. godine te zahtjeva dodatnu fazu istraživanja, napretka, ujednačavanja i upravljanja. Pojedine države u svijetu iziskuju dodatnu izgradnju i opremanje infrastrukture za povećanje frekvencijskog opsega. U razdoblju od 2014. do 2015. godine, provodilo se niz istraživanja za prikaz stanja arhitekture i prikladnosti za korištenjem novih tehnologija. Za vrijeme uviđaja, proučavano je i stanje industrije temeljeno na dosadašnjim istraživanjima [5].

## 3.2. Tehnološke karakteristike

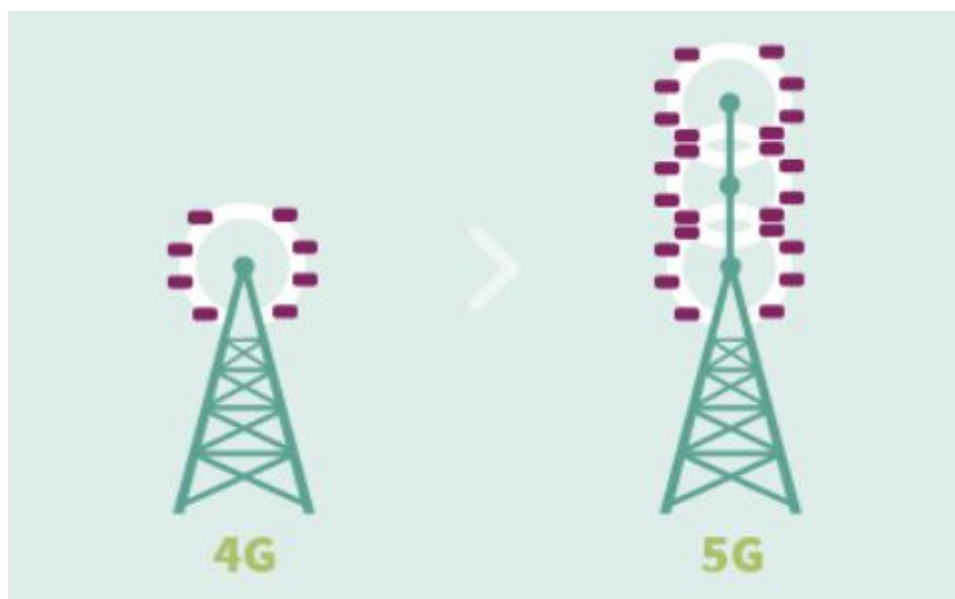
Napretkom mobilne komunikacije i prelaskom na sve naprednije mreže, povezanost među ljudima raste. Ranije povezivanje dvoje ljudi je predstavljalo tehnološki napredak, a trenutno je cijeli svijet povezan internetskom mrežom te je komunikacija moguća putem nekoliko pritisaka na raznim uređajima.

Trenutno korisnik nije centar provođenja komunikacije, nego je baza na brzini i kvaliteti prijenosa sadržaja komunikacije. 5G mreža teži pohranjivanju podataka unutar internetskog oblaka te rasterećenju sustava osobnih uređaja [2].

Novi oblik mreže teži značajnom povećanju zapremnine mreže, smanjenju vremena čekanja i široj dostupnosti. Također, nove tehnologije i povećan pristup podacima potencijalno može biti nesigurno po osobne informacije. Potrebna je visoka razina internetske sigurnosti i zaštite osobnih podataka. Internetom je moguće upravljati bankovnim karticama, olakšana je dostupnost osobnih dokumenata te svakodnevno prebacivanje osobnih datoteka unutar oblaka. Izloženost informacija iziskuje značajni oprez prilikom korištenja.

Uređaji poput mobilnih telefona i računala, ograničeni su brzinom i veličinom zapremnine sadržaja. Rasterećenjem i prebacivanjem podataka unutar oblaka, ostavlja se prostor memorije uređaja. Osim značajnom količinom pohrane u oblaku, važna je i dostupnost podataka. Dohvat stvarni je moguć korištenjem korisničkog imena i lozinke i na drugim uređajima. Oslobođenje zauzetosti memorije produljuje vijek baterije uređaja.

5G mreža iziskuje značajno više frekvencije kako bi brzina i velika količina podataka bile zagarantirane. Arhitektura za prijenos dosadašnjih mreža, mijenja se i dorađuje. Osnove arhitekture su MIMO antene postavljene na bazne stanice. Koriste se za rasprostranjivanje valova frekvencija od 30-300 gigahertza širokim područjem odašiljanja. Slika 2.2. prikazuje veličinu i razmjer širenja mreže u odnosu na 4G mrežu.



Slika 2.2. Razlika 4G antene i MIMO antene

Valovi postižu brzine do 10 gigabajta po sekundi, no zahtijevaju postavljanje niza antena za ispunjenje zadanih uvjeta. Antene su postavljene unutar kilometra te su uvjet za provođenje visokih frekvencija. Antene su građene od niza manjih ćelija značajne gustoće, a dalje se dijele na makro, piko i fempto ćelije. Navedena postava pruža veći obujam kapaciteta i za do tisuću puta od do sada korištene 4G mreže [1].

Karakteristike	1G	2G	3G	4G	5G
Razvoj	1970/1984	1980/1999	1990/2002	2000/2010	2010/2015
Tehnologija	AMPS, NMT, TACS	SGM	WCDMA	LTE, WiMax	MIMO, mm Waves
Frekvencija	30 KHz	1.8 GHz	1.6-2 GHz	2-8 GHz	3-30 GHz
Propusnost	2 kbps	14.4-6 kbps	2 Mbps	2000 Mbps do 1 Gbps	1 Gbps i više
Pristupni sistem	FDMA	TDMA/CDMA	CDMA	CDMA	OFDM/BDMA

Tablica 2.3. Značajke mreža

Smanjenje čekanja značajno se razlikuje od dosadašnjih mreža. Provođenje je bazirano na širokom pojasu niskih razina korištene energije te vrijeme čekanja je smanjeno na 1 milisekundu.

Prema tablici 2.3., značajan je i napredak u propusnosti u odnosu na 4G mrežu. Sada je veličina prostora kojim podatci putuju šira te je olakšan prijenos podataka s jednog mjesta na drugo u određenom vremenskom razdoblju. Propusnost pridonosi povećanju brzine prijenosa informacija [6].

S daljnjim ciljem napretka i razvitka, povećava se zahtjev za povećanjem elastičnosti te ponajviše sigurnosti mreže. Izgradnja nove infrastrukture zamišljena je značajnoj razdvojenosti od harvdera do fizičkog korisnika. Sigurnost se kontrolira osiguranjem privatnosti, sigurnosnim nadgledanjem, pravilnim upravljanjem mrežom te autorizacijom korisnika.

### **3.3. Područje primjene 5G mreže**

Postavljeni ciljevi za rad i širenje novog oblika mreže putevi su vodilje za usavršavanje i provođenje iste. Značajan je napredak u području komunikacije i brzine u odnosu na ranije korištenu 4G mrežu [7].

#### **Težnje i očekivanja od 5G mreže:**

- širi pojas dostupnosti mreže
- poboljšana i olakšana komunikacija
- smanjenje vremena čekanja maksimalno do 1 milisekunde
- povećan kapacitet prijemnih i odašiljačkih antena
- kvaliteta i dostupnost internetske veze u manjim mjestima
- masovna razmjena podataka
- sigurnost podataka od 99.99%
- konstantnost brzine oko 1 gigabajt po sekundi

- raspodjela podataka dvoma različitim komunikacijskim kanalima
- smanjenje dimenzije i značajniji vijek trajanja baterije

Ranije navedeno, 5G mreža je dostupna u svakom aspektu. Zastupljenosti i potreba za korištenjem napredne tehnologije značajnija je u procesu proizvodnje, no razvoj gradova, održanje energije i ljudskih života, također su ovisni o mrežnoj povezanosti [1, 7].

Umreženje i standardizacija diljem svijeta dovesti će do poboljšanja i olakšanja transporta. Industrija i uređaji prilagođeni su trenutnoj tehnologiji i namjeni, no s tendencijom težnje unaprjeđenja putem korištenja internetske mreže i olakšanjem upravljanja.

Svakodnevno korištenje mreže unutar vlastitog doma dijeli se na korištenje za vlastite potrebe ili za potrebe rada od kuće. Pojedine tehnologije olakšavaju funkcioniranje i potiču na smanjenje ekonomskih izdataka. Mogućnost kontrole potrošnje struje, vode i plina ugrađivanjem pametnih brojila iziskuje početno ulaganje, no smanjuje potrebe za komunalnim djelatnicima te pružaju priliku vlasnicima za nadzor kontrole. Umreženjem termostata i roleta, uz nekoliko klikova na mobilnom uređaju, osobe podižu i spuštaju temperaturu u vlastitom domu.

Povezanost izuma olakšava ispitivanje pojedinih strategija i planova poput virtualnih ratnih simulacija, isplativosti i vizualizacije gradnje pojedinih prometnica, osmišljavanje pametnih uređaja i slično.

Značajna uloga je u području medicine. Veći dio bruto domaćeg proizvoda iziskuje izdvajanje sredstava za hospitalizaciju pacijenata, troškove radne snage i korištenje potrošnog materijala. Povezivanje uređaja za monitoring i korištenje telemedicine omogućuje vjerno praćenje vitalnih funkcija pacijenata, obavještava potencijalno odstupanje od zadanih parametara i smanjuje rad zdravstvenih djelatnika za nadgledanje pacijenata. Napretkom tehnologije, potencijalno se razvijaju umreženi uređaji za transport pacijenta, krvnih pripravaka i uređaja za praćenje stanja bolesnika [7].

Prilikom povećanja broja oboljelih od virusa COVID-19, školstvo je zahtijevalo hitnu reakciju i prilagodbu u svrhu nastavka školovanja. Tako da se nastava osnovnih, srednjih škola i fakulteta premjestila u okviru virtualnih učionica. Korisnost interneta i odsutnost fizičkog kontakta, utjecalo je na dnevni broj oboljelih od virusa.

Pojedine sportove je moguće analizirati putem posebno osmišljenih uređaja za specifičnu primjenu. Mrežna primjena zadužena je za brzu komunikaciju na terenu i provođenje potrebne statistike za bodovanje rezultata [7].

## 4. 5G budućnost i utjecaj na globalno gospodarstvo

Značajan napredak u digitalizaciji zahtjeva prilagodbu u nizu gospodarskih grana i promjenu načina rada kako bi se ujednačila proizvodnja. Transformacija poslovanja često iziskuje veće svote financijskih dobara te privremen prekid proizvodnje za vrijeme poboljšanja iste. Napredak u tehnologiji značajno olakšava dosada korištene načine za proizvodnju, osigurava lakši pristup informacijama, upravljanje umreženim uređajima te naposljetku povećanju ukupne proizvodnje.

Pun potencijal mreže koristi se u okviru sa specifičnim zahtjevima proizvodnje i edukacijom djelatnika o korištenju iste. Automatizacija procesa proizvodnje doprinosi usklađivanju zagarantirane kvalitete proizvoda i kontroli procesa rada. Prednost korištenja 5G tehnologije su niska potrošnja energije te sigurnost. Svaki izdatak i ujednačenost koristi voditeljima radnog procesa te je moguće uštedena sredstva utrošiti u daljnji napredak [5].

### **Glavne prednosti i značajke 5G mreže u okviru usluga:**

- poboljšanje infrastrukture, a pogotovo transporta i razvoja pametnih vozila
- dostupnost sadržaja i stabilnost internetske veze
- rad i interakcija stvari i čovjeka
- mogućnost kontrole proizvodnog procesa

Neminovno je povezivanje ljudi i stvari koje će biti povezane na 5G mrežu. Uređaji poput strojeva, mobilnih telefona te niz specifičnih proizvoda za pojedine proizvodnje, priključiti će se na internetsku vezu te njihovo pokretanje, upravljanje i koordinacija s drugim uređajima moći će biti iz jednog baznog mjesta ili putem umreženog računala.

Usluga u okviru ugostiteljstva i prijevoza upotpunit će se pristupom 5G mreži. Široka rasprostranjenost i veći broj osoba moći će koristiti internetsku vez bez ometanja i prekidanja za vrijeme korištenja. Uz korištenje u zatvorenim prostorima, pojedini gradovi nude mogućnost korištenja interneta za svoje stanovnike. Tehnološki napredni gradovi baziraju se na brzom internetu s niskom latencijom.

Određeni poslovi koji zahtijevaju rad u tvornici, uvelike će biti olakšani povezivanjem uređaja na istu mrežu i objedinjenjem. Daljinski pristup će zamijeniti do sada striktno korištenje i upravljanje rada neposrednom prisutnosti čovjeka. Tvornice će zapošljavati ili prekvalificirati veći broj radnika obučenih za informacijsko-komunikacijske grane.



Objedinjenim pristupom i daljinskim upravljanjem, uređaji se pokreću i svaka etapa proizvodnje popraćena i kontrolirana. Pristup je korišten za upravljanje teškim strojevima, potencijalno opasnim i štetnim po ljudski život. Primjena umreženja i tehnologija olakšavaju rad na opasnim terenima, poput rudnicima i u zdravstvu [7].

Korištenjem pojedinih aplikacija, obavijest ukazuje na deficit sirovina, niskoj razini potrošnog materijala ili navodi nužan servis i/ili popravak. Senzori unutar konstrukcije reagiraju na ranije zadana odstupanja i internetskom vezom prenose obavijest do upravljačkog uređaja.

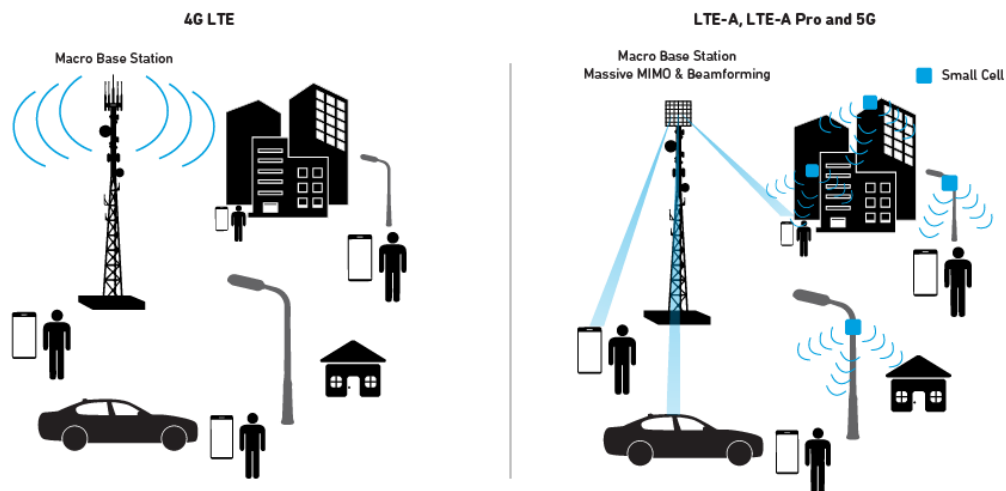
Napredak je vidljiv i u području transporta i modernih pametnih vozila. Budući cilj je povezivanje svih prijevoznih sredstava ugradnjom internetskog pristupa te nizom senzora. Međusobna komunikacija sredstava prikazuje trenutno stanje na prometnicama, potencijalne opasnosti te olakšavaju navođenje do željenog cilja. Tehnologija je usmjerena na sigurnost sudionika u prometu te potencijalne opasnosti i odstupanja upozoravaju osobe i pružaju pravovremene reakcije. Također, prijevozna sredstva teže razvoju ekološki i ekonomski prihvatljivih motora koji bi bili energetske prihvatljivi i ne bi stvarali štetu po okoliš. Zamišljeno je postavljanje senzora unutar tračnica i cesta u svrhu prikaza stanja prometa i komunikaciji između vozila .

Opcija korištenja internetskog oblaka, to jest baze za spremanje podataka, olakšava dostupnost osobno odabranih i postavljenih sadržaja na bilo kojem mjestu. Memorija uređaja više ne mora biti velikog kapaciteta ukoliko osoba datoteke sprema na virtualni oblak. Rasterećenje sustava memorije utječe i na vijek baterije koji se produžuje.

Uključivanje gradova u niz projekata i izdvajanjem sredstava za napredak tehnologije ubrzo može biti isplaćen. Korištenje automatiziranih sustava privlači mlade osobe koje teže olakšanom načinu života i potencijalno teže radu u gradovima s naprednom tehnologijom. Postavljanje i umreženje nekoliko senzora, olakšava npr. pronalazak parkirnog mjesta. Senzori očitavaju trenutno stanje parkirnog mjesta te određenom bojom ili pojmom prikazuju dostupnost slobodnih mjesta. Umreženjem senzora, moguće je povezati s internetskom vezom te aplikacija prikazuje trenutno stanje.

Napredak i povezivanje brojila s 5G mrežom, olakšava nadzor nad potrošnjom električne energije i nudi mogućnost svakodnevne kontrole iznosa. Uz ugradnjom navedenih brojila za električnu energiju, priključuju se i umrežena mjerila za plin, vodu. Neprestanom kontrolom potrošnje i samostalnim očitanjem, stanovnici su bolje informirani, a pružateljima

usluge je omogućena kontrola. Potencijalni problemi, poput propuštanja vode u stanu, evidentno se lako prikazuju.



Slika 3.4. Prikaz postavljanja malih ćelija visoke gustoće u svakodnevnom životu

Domovi građana također mogu biti umreženi, primjerice vlasnici ugrade termostate kako bi van kuće mogli provjeriti stanje temperature, namjestiti grijanje ili hlađenje. Usklađenost i postavljanje funkcija ovisi i o vanjskoj temperaturi te se pojedini parametri usklađuju s prethodnom provjerom vremenske prognoze. Sličan princip koristi se i za rolete, to jest ukoliko vlasnici izbivaju iz kuće, provjeravaju vremensku prognozu i reguliraju svjetlost u kući. Pametni domovi povezuju uređaje putem aplikacije te osoba provjerava količinu ugrijane vode, rad uređaja, količinu vlage kod biljaka. Slika 3.4. prikazuje razmjere zastupljenosti malih ćelija visoke gustoće [8].

Nadalje, značajni financijski izdatak je ulična rasvjeta. Pojedini gradovi koriste solarno osvjetljenje koje svijetli ovisno o sunčevom isijavanju, a ugradnjom pametne rasvjete i povezivanjem centralnim umreženjem, regulira se količina rasvjete ovisno o trenutnim potrebama za osvjetljenjem [9].

Uvođenje 5G mreže dugo je iščekivan potez u poslovnom svijetu. Mreža je trenutno na vrhu ljestvice razvijenosti i ubrzo primjena pruža mogućnost sagledavanja utjecaja na ekonomiju. Prema analizi utjecaja, očitava se korist i promjene do 2030. godine. Početna promjena u razvoj biti će korištenjem aplikacija za zdravstvenu zaštitu, promjeni u upravljanju komunalnim poduzećima te razvoju niza aplikacija za internet kupovinu.

Internetska trgovina pruža mogućnost dostupnosti svih stvari po koje bi osoba trebala otići u fizičku trgovinu. Korištenjem nekoliko klikova i prijenosom novca na račun od kupovine, osoba kupuje stvari iz vlastitog doma. Korištenje fizičkog novca biti će vrlo rijetko ili potpuno nedostupno, upravo zbog digitalnih novčanika kojima su moguće sve financijske transakcije.

Mreža je usmjerena na povećanje učinkovitosti i produktivnosti rada te smanjenju nepotrebnih troškova. Veličina utjecaja 5G mreže ovisit će o nacionalnom gospodarstvu i stupnju razvoja industrije. Globalno gledano, zdravstvo će najviše pridonijeti gospodarstvu te uštedjeti značajne količine novca. Profit je naveden prilikom potpunog korištenja 5G mreže i povezanih tehnologija.

Novi način organizacije olakšava tvrtkama nadzor i mogućnost za dodatan rast. Određen period, tvrtke će ulagati u unaprjeđenje, izgradnju i prilagodbu novim tehnologijama tako da značajan gospodarski rast biti će odgođen za nekoliko godina. Potpunom primjenom potencijala, globalno gospodarstvo doživjeti će drastične razlike.

Prema dostupnim pretpostavkama i izračunima, Sjedinjene Američke Države imati će najznačajniji postotak povećanja bruto domaći proizvoda primjenom 5G mreže, potom slijedi Azija, Europa, Bliski istok te na posljetku Afrika. Obujam nacionalne ekonomije djelovati će na globalni bruto domaći proizvod s pretpostavkom rasta od 2% u okviru američkog gospodarstva. Dok za usporedbu, Japan koji je najrazvijenija država Azije, povećati će se za 1.3% ukupnog gospodarstva. Ulaganje u tehnologije i industriju, prikazuje veću korist od usmjeravanju na uslužne djelatnosti [7, 9].

#### **4.1. Utjecaj na zdravstvo i COVID-19 pandemiju**

Pandemija uzrokovana COVID-19 virusom započinje početkom 2020. godine. Brzina širenja virusa i intenzitet zahvaćanja nije usporediv s do sada poznatim krizama. Širenje oku nevidljiva virusa, s početkom u kineskom gradu Wuhanu rasprostranjuje se u sve države svijeta te uzrokuje nekoliko valova s povećanim brojem oboljelih. Sukladno povećanju pozitivnih osoba, donosile su se nacionalne mjere pristupa. U pojedinim zemljama bilo je potpuno ograničeno kretanje te rad isključivo nužnih djelatnosti [7].

Tijekom svjetske pandemije, javila se potreba za telemedicinom i povezivanjem uređaja za nadzor vitalnih funkcija pacijenata. Nepredvidiva budućnost ukazuje na potrebe za razvojem tehnologije s ciljem dobrobiti po pacijenta i djelatnike. Objedinjenjem i povezivanjem niza uređaja u sklopu bolničkih odjela, stvaranjem centralnog prostora s monitorima za nadzor, osigurava uštedu troškova i dobre rezultate po zdravlje pacijenata.

Osim što je moguć kontinuirani nadzor kontrole funkcija, djelatnici su neprestano upućeni u slijed stanja pacijenata tako da je ubrzana liječnička i sestrinska primopredaja. Korištenjem informatičkih programa, dostupnost podataka ubrzava djelovanje i radnje prilikom po život opasnih stanja.

Također, napredak tehnologije je povezan i s napretkom robota. Pojedini postupci u zdravlju, primjerice podizanje i okretanje pacijenata u bolničkom krevetu i transport do dijagnostike, više neće zahtijevati korištenjem fizičke snage već će navedene poslove obavljati roboti priključeni na 5G mrežu. Robotika je značajna i na operativnim zahvatima. Pojedini uređaji će moći obaviti dio poslova vezan uz operacije te će baza rada biti preciznost i kontinuiranost.

Implementacija mreže utjecati će na društvo i industriju. Inovativna tehnologija koristiti će se i u zdravstvu. Bolnice opremljene 5G uređajima nadgledat će pacijente i ukazivati na odstupanje od željenih parametara osnovnih vitalnih funkcija. Potreba za osobljem biti će smanjena, no i dalje nužna prilikom rada s ljudima. Također, vozila hitne pomoći sadržavati će uređaje za praćenje, olakšanu komunikaciju i kvalitetniji pristup pacijentu. Praćenje stanja pacijenta tijekom transporta do objedinjenog hitnog bolničkog prijema olakšava pristup bolničkog tima te ubrzava proces provedbe medicinskih intervencija [9].

Kvalitetniji i cjeloviti pristup pacijentu smanjuje mogućnost potencijalnih komplikacija, a samim time i boravka pacijenta u bolnici. Svaki dan boravka, hrana te primijenjeni lijekovi iziskuju veće svote novaca koji se može uštedjeti skraćenom hospitalizacijom.

Potreba za kontrolom i konzultacijom s liječnikom iziskuje boravak pacijenta u bolnici i unaprijed rezervirani termin. Razvojem aplikacija za komunikaciju liječnika i pacijenta smanjilo bi broj dolazaka pacijenta i značajno rasteretilo zdravstveni sustav. Kontinuirano praćenje tijekom oporavka i pravovremena reakcija na daljnju potencijalnu komplikaciju iziskuje brzu reakciju i provođenje dijagnostičkih postupaka. Poboľšana

interakcija liječnika i pacijenata pomoću mobilne povezanosti ukazuje na korištenje zdravstvenih usluga ukoliko postoji nužan razlog za to [5].

Tehnologija napreduje i u smjeru poboljšanja uređaja tako da usavršavanje dronova može koristiti i okviru zdravstvene zaštite. Dronovi povezani na 5G mrežu čak četiri puta brže mogu dostaviti uređaje poput automatskog vanjskog defibrilatora na mjesto nužnosti. Dron je usmjeren na pojedinu adresu te prenosi uređaj prilagođen oživljavanju osoba, a namijenjen je osobama koje nisu zdravstveni djelatnici. Pojedini defibrilatori se koriste samo od strane liječnika iako razvojem medicine, očekuje se i napredak defibrilatora za samostalno očitavanje i reagiranje.

Korištenje umrežene tehnologije i uređaja, potencijalno se stvara mogućnost za samostalan transport lijekova, cjepiva i transfuzijskih preparata u unaprijed zadano područje. Također, prikupljanje uzoraka i transport do laboratorija neće više trebati fizičku osobu već dobro povezan i usmjeren uređaj.

Zdravlje na daljinu je pojam koji označava praćenje pacijenata, to jest njihovog zdravlja bez fizičkog dolaska do liječnika. Pacijentima s adresama u ruralnim područjima, skraćuje se put te upućuje na dolazak prilikom sumnje. 5G mreža biti će dostupna i na udaljenim područjima te će osiguravati brzinu i smanjeno vrijeme latencije [5].

Potreba za kvalitetnom internetskom mrežom iskazala je za vrijeme pandemije virusa COVID-19. Prilikom povećanja broja oboljelih, pojedine djelatnosti su usmjerile rad i omogućili djelatnicima rad od kuće. Neprestana povezanost iziskuje brzu vezu sa smanjenom latencijom. Pojedini program za internetsku komunikaciju doživjeli su procvat. Rad od kuće iziskuje dodatnu komunikaciju i usklađivanje proizvodnog procesa fizički odvojenih poslovnih kolega [7].

Prijenos informacija putem interneta i spremanje datoteka kako bi bile dostupne svima iziskuje internetski oblak. Navedenim bi dostupnost informacija bila u bilo kojem području s dostupnom internetskom vezom.

Osim za posao, trenutna situacija je iziskivala promjenu načina školovanja tako da su učenici bili primorani pohađati virtualne učionice i putem programa prisustvovati nastavi. Također, studenti su predavanja bili dužni pratiti putem niza umreženih aplikacija te na taj način polagati ispite. Pojedini programi otežavali bi rad neprestanim zastajkivanjem i gubitkom signala.

Trajanjem pandemije sve se više osoba navikava i oslanja na trenutno normalno stanje te nastoji zadržati ponašanje i prestankom pandemije. Osim unaprjeđenja školovanja, poboljšalo se niz drugih usluga primjerice narudžba namirnica i hrane, dostupnost i prikupljanje osobne dokumentacije, internetsko naručivanje za liječničke kontrole te niz drugih sadržaja i usluga. Potreba za kvalitetnijom vezom i umreženosti ubrzo se pokazala istinski nužnom.

## 5. 5G u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj

U sklopu Europske unije, Europska komisija je 2013. godine iznesla plan za korištenje 5G mreže u 2020. godini. Tehnologija je predstavljena kao nužan smjer za orijentaciju i strateško planiranje. Težnja plana je implementacija 5G mreže unutar europskog okvira. Doneseni su standardi za usvajanje i primjenu mreže kako bi se uspostavila stabilnost, osiguralo poboljšanje industrije i zdravstva te dovelo do energetske učinkovitost. Ujednačenost i provođenje standarda olakšava međunarodno povezivanje i umreženje s uređajima.

Standardi softverske povezanosti s unaprijeđenim uređajima prikazuju potpuni potencijal korištenja 5G mreže. Regulatorno europsko tijelo za elektroniku i komunikacije regulira telekomunikacijsku infrastrukturu iznošenjem potrebnih smjernica za ispunjavanjem zahtjeva internetskog povezivanja. Nužnost uvođenja 5G mreže je zbog konkurentnosti Europe na tržištu i povezivanjem sa svjetskim standardima [10].

Pretpostavka iznosa prihoda od 5G mreže do 2025. godine bi iznosila 225 milijardi eura, zauzima visoko mjesto nakon prihoda Sjedinjenih Američkih Država i Japana, predvodnika moderne tehnologije u Aziji.

Europska komisija je pružala mogućnost novčane potpore, ukupnog budžeta 700 milijuna eura s ciljem uspostave 5G tehnologije na području Europe do 2020. godine. Potrebno je bilo ispuniti zadane smjernice za standardizirano uvođenje tehnologije širom članica Europske unije. Tehnološka priprema zahtjeva ispunjenje zadanih frekvencijskih uvjeta za pristup 5G mreže. Primarno postavljanje infrastrukture u većim gradovima i duž glavnih prometnica.

Poticaj iziskuje financijski doprinos operaterima za prenamjenu i nadogradnju dosadašnje infrastrukture. Novčana pomoć i prenamjena iziskuju manja ulaganja operatera, a daljnje korištenje mreže će biti korisnije po korisnika i pružatelje usluga. Ukoliko određeni prostori nisu zastupljeni ćelijama, naknadno će ih izgraditi i omogućiti kontinuirani pristup urbanim i ruralnim područjima. Gradnja i povezivanje ćelija iziskuje veća novčana ulaganja, no jedan od uvjeta i težnji 5G mreže je široka i kontinuirana dostupnost. Ćelije koristi veći broj korisnika te njihovo postavljanje ovisi o gustoći naseljenosti, broju stanovnika i trenutnoj zastupljenosti 4G mreže [10].

Potencijalni problemi vezani uz izgradnju i prenamjenu dosadašnje infrastrukture, povezani s lokalnim vlastima. Dio razloga usmjeren je estetskom dijelu te lokalno stanovništvo ne želi narušavati izgled grada prekomjernim gomilanjem ćelija. Također, određena područja zahtijevaju posebna odobrenja i licence čije prikupljanje može trajati i do dvije godine. Informacijske tehnologije zadužene su za značajnu potrošnju globalne energije.

Republika Hrvatska zahtjeva definiranu strategiju za izgradnju i provođenje 5G mreže. Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti donosi smjernice sukladno uputstvima Europske unije za prilagodbu nove mreže po propisanim standardima. Građani Hrvatske izdvajaju značajne iznose za korištenje telekomunikacijskih usluga. Hrvatski telekom je trenutno najzastupljeniji hrvatski operater koji je dužan unaprijediti i nadograditi mobilnu mrežu za pristup 5G mreži. Proširenje pokrivenosti i bolja dostupnost mreže provedena je u suradnji s tvrtkom Ericsson Nikola Tesla primarno razvijenom u Istri te korištenje dosad iste opreme omogućuje unaprjeđenje dosadašnje mreže. Dorada je iziskivala postavljanje antenskog sustava za višestruko primanje i odašiljanje [1, 10].

Hrvatski Telekom je omogućio i započeo s izgradnjom telekomunikacijske infrastrukture 5G mreže. Temelji i prva prilika za uvođenje mreže je u Slavoniji, točnije gradu Osijeku. Frekvencija mreže je postavljena na 3.5 gigahertza te je namijenjena za pružanje nesmetane mreže. Slika 4.5. označava lokacije 5G mreže u Osijeku [11].



Slika 4.5. Lokacije 5G mreže u Osijeku



Korištenje mreže prikazuje niz benefita za potencijalno iskorištavanje dosadašnjih resursa i značajni financijski doprinos, no primarna prepreka je značajan financijski izdatak za doradu, obnovu i izgradnju infrastrukture kako bi se tehnologija mogla uspostaviti. 5G mreža je tehnologija budućnosti s nizom primjene u osobnom životu, poslovanju tvrtki i unaprjeđenju gradova i države. Prednost je brzina pristupa i prijenosa informacija, povezivanje niza korisnika i uređaja uz minimalno vrijeme čekanja [9].

Republika Hrvatska je ravnopravna članica Europske unije te je dužna pratiti zadane trendove i standarde inovacija u tehnologiji. Težnja Europe je uspostava kontinuiranog digitalnog tržišta konkurentnog ostalim svjetskim tehnološkim velesilama.

## 6. 5G implikacije i dileme

Svaki dosadašnji razvoj tehnologije popraćen je zagovornicima, ali i protivnicima napretka. Ljudski strah od nepoznatog, povezan s potencijalno životno opasnim činiteljem ili osjećajem zamjene iskazuje se negodovanjem i željom za zadržavanjem dosadašnjeg stanja.

Nova tehnologija, prozvana 5G mrežom, predstavljena je kao revolucija u telekomunikaciji. Uspostavljene su nove tehnologije primjenjive u industriji, ali i svakodnevnom životu pojedinca. Brojni su razlozi za korištenje nove tehnologije, no povećanje umreženosti dovodi do straha po sigurnost podataka i zaštitu vlastitog identiteta prilikom korištenja uređaja [10].

Priključivanjem uređaja na internet, potvrđujemo u zajedničkoj razmjeni podataka s ostalim korisnicima usluge. Korištenjem internet bankarstva i internetskom kupovinom svjesno prilažemo osobne informacije i podatke o broju bankovnog računa i adresi. 5G mreža je relativno nova te potencijalno iskazuje nepovjerenje u istraženost i provjerenost korištenog. Neprestana povezanost na mrežu prikazuje područje kretanja i interese pretraživanja. Osobe osjećaju pretjerano naglašavanje nužnosti korištenja mobilnih mreža te manjku privatnosti.

Osim osobnih podataka, implementacijom tehnologije u zdravstvu dolazi do dostupnosti informacija o vlastitom zdravlju, nužnosti korištenja lijekova i dosadašnjim bolestima. Svaka informacija je dostupna u više područja te osobe stječu osjećaj praćenja. Mobilni uređaji su sveprisutni te je moguće napraviti upad u sustav i prislušivati.

Jedan od načina zaštite osobnih podataka je provjera autentičnosti, to jest provjera osobe korištenjem analize mreže i/ili usluge. Prvotno se koristila samo i isključivo enkripcija, no trenutno je zastupljena i provjera pružatelja usluge [10].

Značajna je uloga Kine u implementaciji 5G mreže. Dakle, Kina koristi telekomunikacijske korporacije u svrhu preprodaje opreme opremljene sigurnosnim propusnicama i, kako pojedinci vjeruju, ugrađuju elemente korisne u špijunaži i krađi osobnih podataka. Konkurencija i tenzije prevladavaju između Sjedinjenih Američkih Država i Kine. Vlada Kine značajan dio financijskih sredstava ulaže u napredak tehnologije i industrije kako bi uspostavile konkurentnost i dominaciju nad ostalim svjetskim državama [7,10].

Diskutabilan aspekt 5G mreže je utjecaj tehnologije na zdravlje. Niz je diskusija i špekulacija oko negativnog utjecaja po zdravlje ljudi i životinja. Teorije govore o utjecaju mreže na promjenu DNA te povezanost s ubrzanim starenjem, većom pojavnosti zloćudnih bolesti, narušavanju metabolizma i utjecaju na plod.

Dosada svaki pokušaj implementacije nove tehnologije izaziva slične reakcije. Ljudima nepoznata tehnologija koje je potencijalno opasna po zdravlje i narušavanje povjerljivih informacije izaziva nemir i ogorčenost. Pod dojmom osobe žele uništiti opremu, infrastrukturu te se posebno ograditi od moguće dostupnosti.

Milimetarski radiovalovi pripadaju neionizirajućem zračenju, visokih su frekvencija, no zračenje ne sadrži dovoljno energije za napad i djelovanje na atomsku jezgru. Ostala tehnologija baziranoj na sličnoj primjeni je primjerice radio. Zabrinutost je povezana i s učestalim postavljanjem malih ćelija na kratkoj udaljenosti kako bi se poboljšala komunikacija ćelija i kvalitetnije prenosili podatci [1, 10].



Slika 5.6. Primjer izgleda 5G infrastrukture

Slika 5.6. prikazuje izgled prve antene postavljena u Poljskoj, točnije gradu Krakowu. Niz antena potrebno je postaviti kako bi mreža stabilno i neometano funkcionirala [12].

## 7. Zaključak

Razvojem tehnologije i povećanjem svjesnosti o nužnosti mreže široke dostupnosti, zavidne brzine i smanjene latencije nastaje 5G mreža. Četvrta industrijska revolucija ili industrija 4.0 objedinjuje i unaprjeđuje dosadašnje tehnologije implementacijom novih znanja i početkom razvoja 5G mreže. Dostupnost informacija i upravljanje uređajima odvija se pomoću stop puta bržem dohvatu podataka.

Napredak u odnosu na ranije mreže je značajan te su se smanjile količine troškova uz poboljšanje usluge. Novi oblik mreže zahtjeva 90% manje energije po prenesenom bitu informacije od dosad zastupljene 4G mreže. Značajka mreže je kratka latencija, veći dio informacija se obrađuje u mreži te niti ne pristiže do uređaja. Samim time baterija uređaja nije pod opterećenjem i dužeg je vijeka trajanja.

Način rada mreže je sličan dosadašnjim 2G, 3G i 4G mrežama. Centralna postaja odašilje radiofrekventne signale i povezuje se s uređajima. Osiguravanje kontinuiteta brzine i povećanje kapaciteta iziskuje gradnju dodatnih baznih postaja. Postaje su međusobno povezane agregacijskim mrežama značajnog kapaciteta te niskog stupnja čekanja.

Značajnu ulogu prilikom izgradnje 5G mreže imati će industrija. Potrebno je izgraditi odašiljače i uskladiti povezanost na nacionalnoj i globalnoj razini. Razvoj i primjena 5G mreže utječe na ekonomiju, značajnije na privatni sektor. Umreženje se odnosi na povezivanje između uređaja, povezivanje strojeva u proizvodnji, komunikaciji među vozilima i povezivanjem ljudi.

Mreža će imati važnu ulogu u industriji, prometu te svakodnevnom životu osoba. Glavne performanse su smanjenje vremena latencije, do sto puta veća brzina, dostupnost na globalnoj razini, čak i na ruralnim područjima. Dosadašnja infrastruktura zahtjeva unaprjeđenje i prilagodbu na novu tehnologiju te potencijalnu dodatnu izgradnju s ciljem bolje povezanosti.

Korist 5G mreže značajna je za razvoj i funkcioniranje mjesta stanovanja i pojedinih proizvodnji. Umreženje većeg broja osoba putem uređaja olakšava komunikaciju i raspodjelu poslova. Povezivanjem uređaja na internetsku mrežu smanjuje se potreba za preraspodjelom ljudskog resursa te dio poslova može biti obavljen od manjeg broja djelatnika. Centralizirano upravljanje iziskuje stručne osobe educirane za korištenje pojedinih uređaja. Proces

proizvodnje lakše je nadzirati i koordinirati neprestanim praćenjem faze rada na računalu. Također, unaprijeđeni strojevi signaliziraju potrebu za popravkom i/ili redovnim servisom.

Informatizacija ima niz pozitivnih stavki, no povećanje količine korisnika stvara mogućnost narušavanja vlastite privatnosti i malverzacije osobnim podacima. Dio novog kadra djelatnika usmjeren je na osiguravanje vlastite zaštite i sigurnosti prilikom korištenja interneta. Niz stranica iziskuje prijavu osobnih podataka i/ili brojeve kartica. Cjelokupni osobni dohodak dostupan je u virtualnom obliku i može biti korišten za plaćanje i kupovinu iz vlastitog doma.

Napredak je značajan i u području transporta te razvoju pametnih vozila. Budući cilj je povezivanje svih prijevoznih sredstava ugradnjom internetskog pristupa i nužnim sensorima. Međusobna komunikacija sredstava prikazuje trenutno stanje na prometnicama, potencijalne opasnosti te olakšavaju navođenje do željenog cilja. Tehnologija je usmjerena na sigurnost sudionika u prometu te potencijalne opasnosti i odstupanja upozoravaju osobe kako bi se smanjili neželjeni događaji. Prijevozna sredstva teže razvoju ekološki i ekonomski prihvatljivih motora koji bi bili energetske i ekološki prihvatljivi.

Dio dosadašnjih radnih mjesta, primjerice u administraciji, zdravstvu i proizvodnji, zasigurno će biti smanjeno, no s obzirom na brz napredak tehnologije, stvarat će se niz novih zanimanja s ciljem boljeg razumijevanja i korištenja tehnologije.

Implementacija 5G mreže, pokrenuti će niz novih mogućnosti i poticati na nužnost prilagodbe.



## Sveučilište Sjever

### IZJAVA O AUTORSTVUI SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Anamarija Špekuljak pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključiva autorica završnog rada pod naslovom *5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih pokretača* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Studentica:  
Anamarija Špekuljak

---

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Anamarija Špekuljak neopozivo izjavljujem da sam suglasna s javnom objavom završnog rada pod naslovom *5G mreža kao jedan od tehnoloških gospodarskih pokretača* čija sam autorica.

Studentica:  
Anamarija Špekuljak

---

## 8. Literatura

- [1] D. Menčik: IT i četvrta industrijska revolucija, Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2020.
- [2] G. Nikolić: Industrija i obrazovanje, Andragoški glasnik, br. 21, 2017., str. 37-48
- [3] G. Družić, M. Basarac Sertić: Hrvatska i četvrta industrijska revolucija, Zbornik radova znanstvenog skupa: Modeli razvoja hrvatskog gospodarstva, Zagreb, br. 1, 2018, str. 238-308.
- [4] <http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=193>, dostupno 12. kolovoza 2021.
- [5] S. Maček S: Razvoj i karakteristike mobilne mreže pete generacije, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [6] <http://net-informations.com/q/diff/generations.html> , dostupno 10. kolovoza 2021.
- [7] <https://www.pwc.com/gx/en/tmt/5g/global-economic-impact-5g.pdf> , dostupno 15. kolovoza 2021.
- [8] <https://www.qorvo.com/design-hub/blog/tips-and-trends-small-cell-5g-systems> , dostupno 15. kolovoza 2021.
- [9] A. Babić, E. Vlačić, D. Sokolić: Strategic Positioning of Emerging 5G Technology – Barriers and Perspectives, The journal of corporative governance, insurance and risk management, br. 1, lipanj 2019, str. 10-22.
- [10] M. Opačak: Prilike i prijetnje 5g mobilne mreže u Republici Hrvatskoj, Završni rad, Sveučilište u Splitu, Zagreb, 2019.
- [11] <https://sib.net.hr/vijesti/osijek/3915544/u-rad-pustena-5g-mreza-u-osijeku-pogledajte-kartu-dostupnosti-signal/> , dostupno 17. kolovoza 2021.
- [12] <https://remonews.com/polandeng/construction-of-the-first-5g-network-based-on-polish-technology-starts-in-krakow/> , dostupno 18. kolovoza 2021



## 9. Popis slika

Slika 2.1. Povijesni razvoj industrije Izvor:

<http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=193>, dostupno 12. kolovoza 2021.....5

Slika 2.2. Razlika 4G antene i MIMO antene Izvor:

<https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/mobile-communication-5g/>, dostupno 14. kolovoza 2021.....11

Tablica 2.3. Značajke mreža Izvor: <http://net-informations.com/q/diff/generations.html>, dostupno 10. kolovoza 2021.....11

Slika 3.4. Prikaz postavljanja malih ćelija visoke gustoće u svakodnevnom životu Izvor:

<https://www.qorvo.com/design-hub/blog/tips-and-trends-small-cell-5g-systems>, dostupno 15. kolovoza 2021.....17

Slika 4.5. Lokacije 5G mreže u Osijeku Izvor: <https://sib.net.hr/vijesti/osijek/3915544/u-rad-pustena-5g-mreza-u-osijeku-pogledajte-kartu-dostupnosti-signala>, dostupno 17. kolovoza 2021.....23

Slika 5.6. Primjer izgleda 5G infrastrukture Izvor:

<https://remonews.com/polandeng/construction-of-the-first-5g-network-based-on-polish-technology-starts-in-krakow/>, dostupno 18. kolovoza 2021.....26