

# ZAŠTITA NA RADU KOD NEIONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA 5G TEHNOLOGIJA

---

**Tomić, Jelena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:418407>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-17**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Jelena Tomić

**ZAŠTITA PRI RADU KOD  
NEIONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA 5G  
TEHNOLOGIJA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Jelena Tomić

**SAFETY AT WORK WHILE HANDLING  
NON-IONIZING RADIATION OF 5G  
TECHNOLOGY**

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Jelena Tomić

**ZAŠTITA PRI RADU KOD  
NEIONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA 5G  
TEHNOLOGIJA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Prof.dr.sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J. Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2020.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Studentica: Jelena Tomić

Matični broj: 0416616098

Naslov: Zaštita pri radu kod neionizirajućeg zračenja 5G tehnologija

Opis zadatka: U završnom radu obranit će se tema zaštite pri radu kod neionizirajućeg zračenja 5G tehnologija. Od utjecaja bežičnih tehnologija na zdravlje čovjeka do primjera zaštite zračenja 5G tehnologija.

Zadatak zadan:  
13.1.2020.

Rok predaje rada:  
15.5.2020.

Predviđeni datum obrane:  
19.6.2020.

Mentor:  
Prof.dr.sc. Budimir Mijović

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
Mr.sc. Snježana Kirin, Viši pred.

## *PREDGOVOR*

Ovim putem bih se željela zahvaliti mentoru prof.dr.sc. Budimiru Mijoviću koji je pratio cijeli proces nastajanja završnog rada i usmjeravao me svojim stručnim savjetima.

Zahvaljujem i svim profesorima Veleučiliša u Karlovcu na prenesenom znanju, svojoj obitelji i prijateljicama na pruženoj potpori i razumijevanju tijekom studiranja i izrade završnog rada.

Ovim završnim radom uspješno sam završila prvi dio mog studiranja, te sa nestrpljenjem očekujem sljedeće dvije godine koje me čekaju.

## SAŽETAK

Ovaj završni rad sastoji se od nekoliko cjelina gdje se opisuju i definiraju neki od osnovnih pojmova vezanih za neionizirajuće zračenje i zaštitu pri radu kod neionizirajućeg zračenja 5G tehnologija. Neionizirajuće zračenje odnosi se na bilo koju vrstu elektromagnetskog zračenja koja su u svijetu postala toliko intenzivna, da ne postoji prostor na svijetu do kojeg ona ne dopiru. Iz tog razloga u cilju zaštite zdravlja potrebno je provesti odgovarajuću zaštitu da bi se ta opasnost uklonila ili svela na najmanju moguću mjeru.

**Ključne riječi:** neionizirajuće zračenje, zaštita pri radu, 5G tehnologija, zaštita zdravlja

## SUMMARY

This final work consists of multiple sections where we describe and define some of the most basic terms that are related to non-ionizing radiation and safety at work when it comes to non-ionizing radiation of 5G technology. Non-ionizing radiation refers to any electromagnetic radiation which have intensely become widespread in the world. For that reason, it is necessary to carry out required safety measures that will reduce or eliminate danger to our health.

**Key words:** non-ionizing radiation, safety at work, 5G technology, healthcare

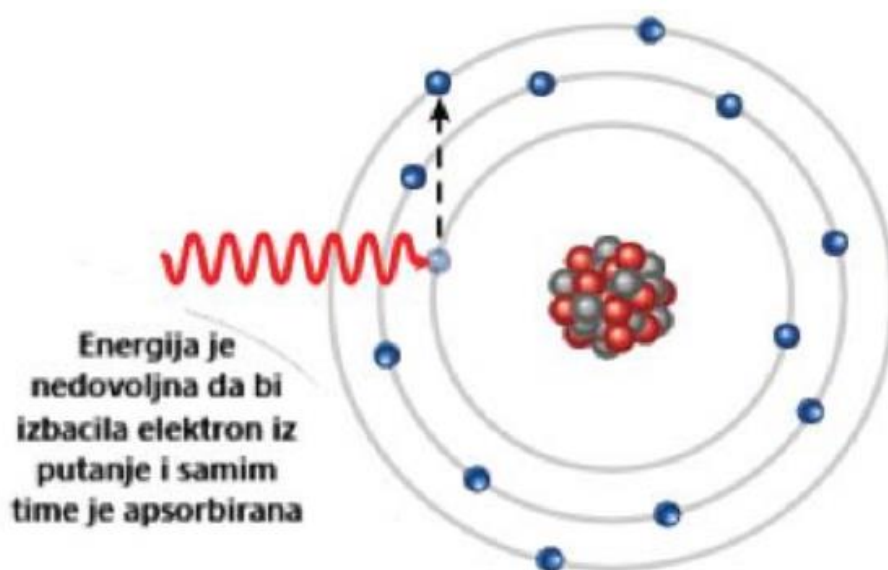
## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. OPTIČKO ZRAČENJE</b> .....	3
2.1. Ultraljubičasto zračenje .....	3
2.2. Vidljivo zračenje .....	5
2.3. Infracrveno zračenje.....	6
<b>3. RADIOVALNO I MIKROVALNO ZRAČENJE</b> .....	8
<b>4. ZRAČENJE EKSTREMNO NISKIH FREKVENCIJA</b> .....	10
<b>5. UTJECAJ BEŽIČNIH TEHNOLOGIJA NA ZDRAVLJE ČOVJEKA</b> .....	12
5.1. Zračenje bežičnih uređaja .....	13
5.2. Razvoj bežičnih generacija.....	15
<b>6. 5G TEHNOLOGIJA</b> .....	17
<b>7. POTENCIJALNE PRIJETNJE 5G MREŽE</b> .....	20
<b>8. ZAKONSKA REGULATIVA I ZAŠTITA OD ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA</b> .....	22
8.1. Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja .....	22
8.2. Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja .....	23
<b>9. PRIMJER ZAŠTITE OD ZRAČENJA 5G TEHNOLOGIJE</b> .....	25
<b>10. ZAKLJUČAK</b> .....	29
<b>11. LITERATURA</b> .....	30
<b>12. PRILOZI</b> .....	32



## 1. UVOD

Neionizirajuća radijacija ili neionizirajuće zračenje odnosi se na bilo koju vrstu elektromagnetskog polja i elektromagnetskih valova frekvencije niže od 3 000 000 GHz ili ultrazvuk frekvencije niže od 500 MHz koja ne mogu izazvati ionizaciju jer nemaju dovoljnu energiju da potpuno izbace elektrone iz njihove orbite i tako uvjetuju nastanak iona. Energija koju elektromagnetsko zračenje ima dovoljna je samo za prelazak elektrona na više energetske stanje što nazivamo još i ekscitacijom, slika 1.



Slika 1. Prikaz utjecaja neionizirajućeg zračenja na atome [1]

U područje neionizirajućeg zračenja ubrajamo:

1. Optičko zračenje
2. Radiovalno i mikrovalno zračenje
3. Zračenje ekstremno niskih frekvencija

Izvor neionizirajućeg zračenja jest svaki uređaj koji proizvodi jednu ili više vrstu neionizirajućeg zračenja [2].

Uz spomenute uređaje, neionizirajuće zračenje može biti izazvano i od strane prirodnih izvora, stoga možemo reći da na nas djeluju i tehnička i prirodna neionizirajuća zračenja, slika 2.

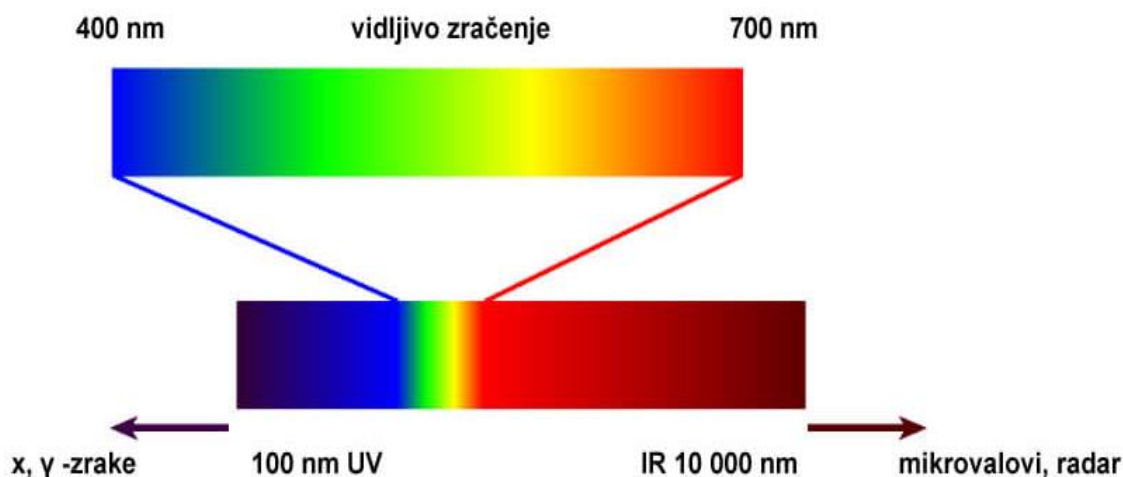
Obzirom na izvore, neionizirajuće zračenje može biti niskih frekvencija (transformatorske stanice, dalekovodi) i visokih frekvencija (mobiteli, TV odašiljači, radari, primjena indukcijskih i dielektričnih grijača u ind i dr.).



Slika 2. Neki od izvora neionizirajućeg zračenja

## 2. OPTIČKO ZRAČENJE

Svako inkohherentno i koherentno elektromagnetsko zračenje iz prirodnih ili umjetnih izvora u rasponu valnih duljina od 100 nm do 10 000 nm nazivamo optički zračenjem, slika 3.



Slika 3. Optičko zračenje

Optička zračenja pokrivaju ono područje elektromagnetskog spektra koje se koristi u tehnici osvjetljavanja i termotehnici, a ljudsko oko registrira samo vidljivi dio spektra, dok ultraljubičasto i infracrveno zračenje ne primjećuje. Spektar optičkog zračenja dijeli se na ultraljubičasto, vidljivo i infracrveno zračenje.

### 2.1. Ultraljubičasto zračenje

Ultraljubičasto zračenje obuhvaća elektromagnetsko zračenje s valnim duljinama manjim od onih koje ima vidljiva svjetlost, a većim od onih koje imaju X-zrake, u rasponu od 10 nm do 400 nm. Emitira se kada pobuđeni atomi prelaze

iz višeg energetskog stanja u niže, otpuštajući pri tom fotone energija u području ultraljubičastog zračenja. Prema valnim duljinama ultraljubičasto zračenje se dijeli na: blisko ultraljubičasto područje (400 do 300nm), prisutno u Sunčevoj svjetlosti, uzrokuje biološke efekte; srednje ultraljubičasto područje (od 300 do 200nm), koje neki nazivaju i dalekim ultraljubičastim područjem, karakterizira mogućnost gotovo neometana prolaska kroz zrak i vodu (kisik i vodena para jako apsorbiraju zračenje valnih duljina manjih od 185 nm, dušik manjih od 100 nm); ekstremno ultraljubičasto područje (200 do 10nm), koje se naziva i vakuumskim ultraljubičastim područjem, jer zračenje tih valnih duljina zrak gotovo u potpunosti apsorbira [3].

UV indeks ili ultraljubičasti indeks međunarodni je standard za mjerenje jačine ultraljubičastog zračenja Sunca koje može biti vrlo štetno za čovjeka, slika 4. Uglavnom se predviđaju te su sastavni dio svake vremenske prognoze, jer UV može vrlo jako utjecati na osjetljivu kožu gdje posljedice mogu biti opekline, oštećenje oka, a u nekim slučajevima i rak kože [4].

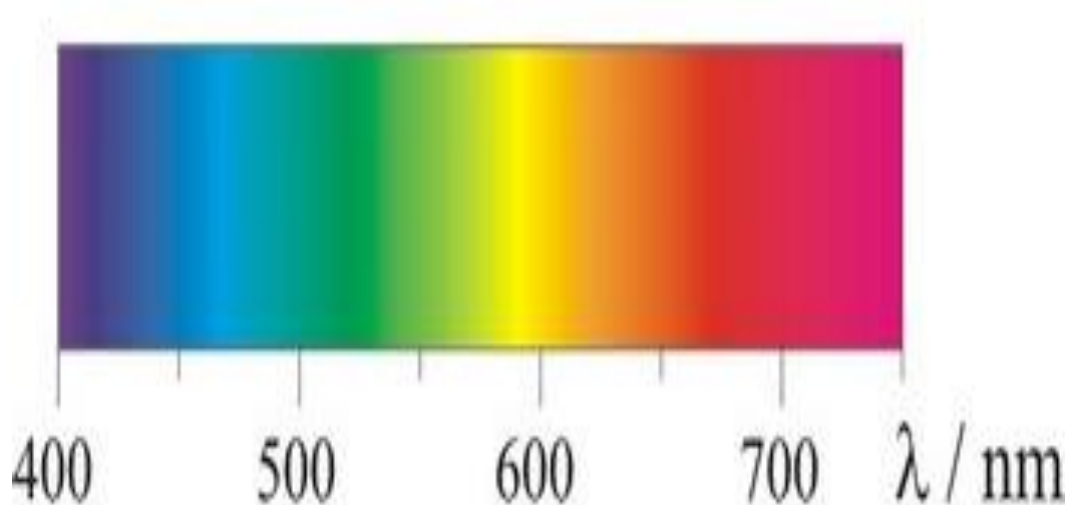


Slika 4. UV indeks

Izvori ultraljubičastog zračenja su Sunce, laseri, kvarcne lampe koje imaju vrlo štetan utjecaj na kožu i potkožno tkivo, kao i na cijeli organizam ovisno o valnoj duljini i količini izloženosti.

## 2.2. Vidljivo zračenje

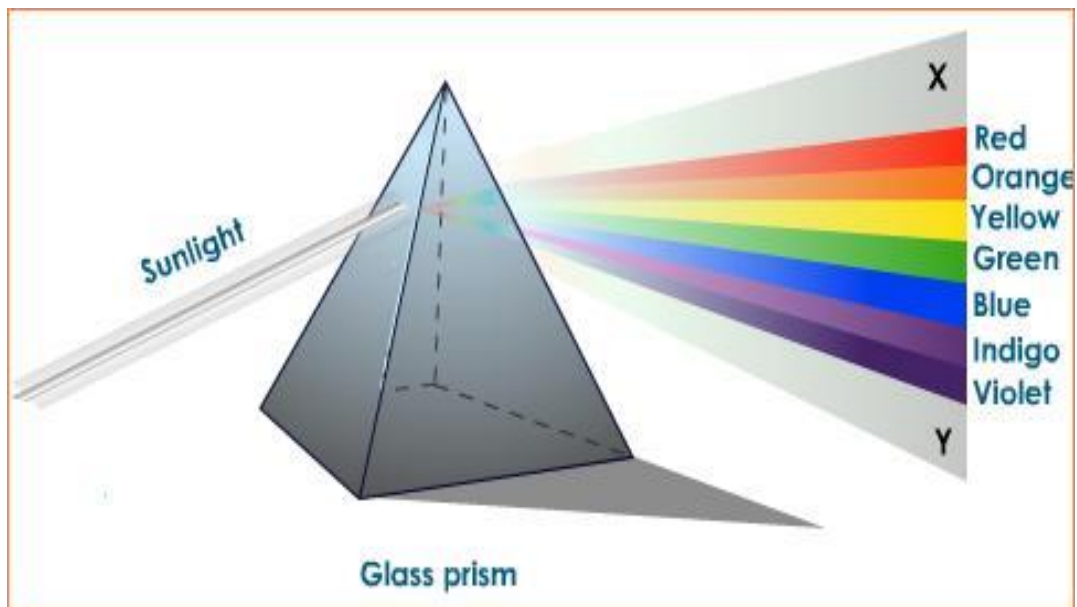
Ljudsko oko zapaža samo elektromagnetsko zračenje u području valnih duljina od 400 nm do 760 nm, slika 5. Taj uski dio elektromagnetskog spektra naziva se vidljivo zračenje [5]. Bijela ili vidljiva svjetlost smjesa je svjetlosti svih boja koja se pomoću staklene prizme mogu razdvojiti na sastavne boje tj. spektar vidljive svjetlosti, a svaka boja odgovara određenom području valnih duljina.



Slika 5. Vidljivi dio elektromagnetskog zračenja

Spektar vidljivog zračenja prikazuje se pomoću loma svjetlosnih zraka na nekom mediju kao što su leća, prizma, vodena kap i slično, slika 6. Pritom se

kratkovalno zračenje lomi jače nego dugovalno. Jedan od najpoznatijih primjera optičkog prikaza vidljivog spektra je duga.



Slika 6. Razlaganje svjetlosti na prizmi

### 2.3. Infracrveno zračenje

Infracrveno zračenje ili infracrvena svjetlost je zračenje s valnim duljinama većim od valne duljine vidljive crvene svjetlosti, a manjim od valne duljine radiovalova. To je raspon od približno 750 nm do 1 mm. Za ljudsko oko to zračenje je nevidljivo ali se može osjetiti na koži kao osjećaj topline. Izvori infracrvenog zračenja su sunce, infracrvene lampe, slika 7., i grijači, velike peći svih vrsta, zavarivanje, proizvodnja stakla i čelika i dr.



Slika 7. Infracrvena lampa

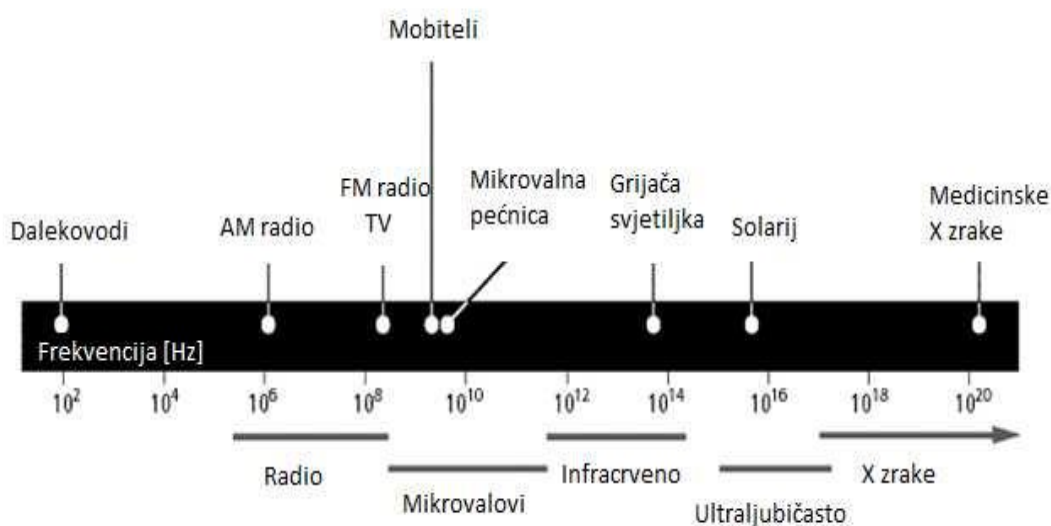
Također infracrveno zračenje ima i široku primjenu, vojska ga koristi za aktivno otkrivanje ciljeva u mraku. Termalno infracrveno zračenje koje emitiraju sva tijela ovisno o svojoj temperaturi koristi se za pasivni nadzor prostora (alarmni uređaji), otkrivanje požara i u medicini [6].

Infracrveno zračenje koje emitira svaki vrući predmet izaziva ugodan osjećaj kada nam je hladno, ali i ono može biti štetno kada se previše približimo vatri, pošto nas može opeći.

### 3. RADIOVALNO I MIKROVALNO ZRAČENJE

Mikrovalovi su elektromagnetski valovi valne duljine od 1 do 300 nm, dok radiovalovi obuhvaćaju područje frekvencije od 3kHz do 300 MHz. Za razliku od optičkog zračenja, mikrovalno i radiovalno zračenje prodire dublje i može djelovati na unutarnje organe.

Izvori radiovalnog i mikrovalnog zračenja su mobiteli, antene mobilnih telekomunikacija, TV i radiododašiljačke antene, satelitske antene, radar, mikrovalna pećnica, slika 8. Što se mobitela tiče, odnosno bežičnih komunikacijskih sustava, oni rade na nekoliko frekvencija elektromagnetskog spektra.



Slika 8. Elektromagnetski spektar

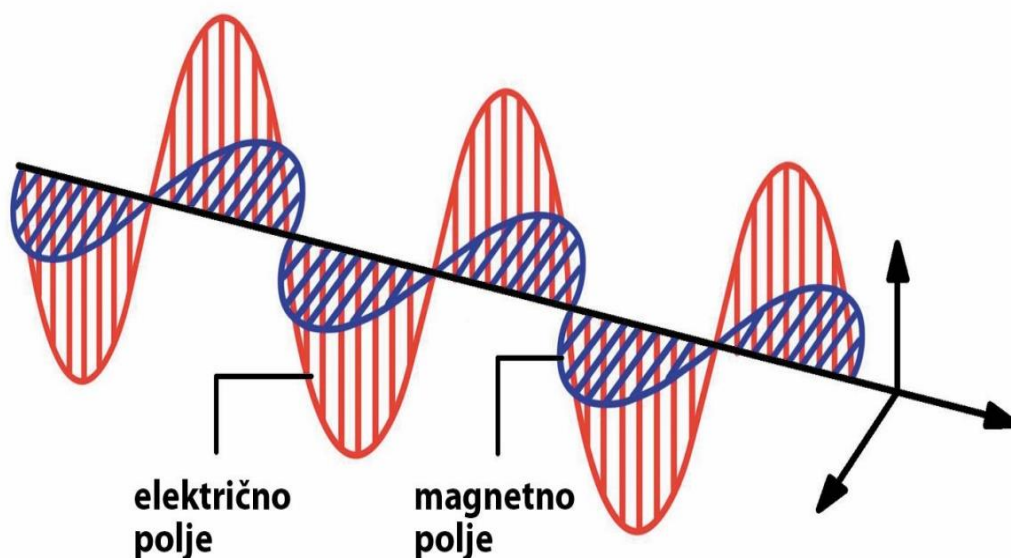
Vrlo veliki broj ljudi u današnje vrijeme u svojim kućanstvima koriste mikrovalne pećnice, te se istovremeno pitaju jesu li mikrovalne pećnice opasne za njihovo zdravlje. Mikrovalne pećnice nisu zasigurno „izvor zdravlja“, ali u samoj kuhinji postoje i mnogo opasnije stvari od zračenja mikrovalne pećnice, a neki od primjera su: otvoreni plamen, trovanje plinom, prskanje ulja, udar električne struje



i dr. Nitko sa sigurnošću ne može tvrditi da se izloženosti mikrovalnom zračenju može smatrati potpuno sigurnom, ali savjesnim korištenjem mikrovalnih pećnica rizici za zdravlje su minimalni, jer su ovi uređaji konstruirani prema određenim sigurnosnim propisima i ako s njima rukujemo na ispravan način, ne predstavljaju opasnost za korisnika. Pri rukovanju se treba pridržavati uputa, te redovito čistiti pećnicu i paziti na moguća oštećenja. Ljudi se često pitaju „Može li zračenje mikrovalova oštetiti organizam tako da na tijelu ne osjetimo nikakav utjecaj?“. Odgovor na ovo pitanje je – ne. Mikrovalno zračenje je nevidljivo i ima toplinski učinak, no naše tijelo osjeti djelovanje mikrovalova puno ispod praga kada bi oni imali dovoljno snage da prouzroče tjelesna oštećenja. Mikrovalovi prolaze kroz staklo i plastiku, a apsorbiraju ih svi objekti koji sadrže vodu. Izlaganje vrlo velikim količinama mikrovalnog zračenja može izazvati opekotine i oštećenja očiju. Ukoliko su vrata pećnice oštećena ili se ne mogu propisno zatvoriti, može doći do "istjecanja zračenja". Maksimalno istjecanje mikrovalnog zračenja dopušteno pravilima utvrđenim za uređaje koji emitiraju zračenje iznosi  $1 \text{ mV/cm}^2$ , mjereno na udaljenosti 5 cm od bilo koje vanjske površine pećnice. Smatra se da ta razina nije štetna, tako dugo dok nema oštećenja na pećnici, iz nje ne bi smjela istjecati energija mikrovalnog zračenja. Nakon ovih razmatranja, netko bi se mogao pitati: „Što sprečava mikrovalove da ne izađu kroz otvore za hlađenje mikrovalne pećnice ili kroz mrežu na vratima?“. Fizika ima objašnjenje i za ovo pitanje. Mikrovalna pećnica u koju se stavlja hrana zapravo je Faradayev kavez, pa se mikrovalovi ne šire izvan pećnice. Vrata su obično staklena, no na njima je nalijepljena fina mreža od provodljivog materijala koja ne dopušta prolaz mikrovalovima relativno duge valne duljine, a istodobno prolazi svjetlost, tj. elektromagnetsko zračenje puno kraće valne duljine. Što znači da mikrovalovi ne prolaze kroz otvore za hlađenje ili pak kroz mrežu na vratima i to ponajprije zbog svojih osnovnih vlastitih fizikalnih svojstava. Da bi se ipak izbjegla opasnost od nekontroliranog zračenja, mikrovalna pećnica prekida sa radom čim se otvore vrata, pa je to također jedna od mjera opreza.

#### 4. ZRAČENJE EKSTREMNO NISKIH FREKVENCIJA

Zračenje ekstremno niskih frekvencija koje uključuje izmjeničnu struju i neionizirajuće zračenje od 1Hz do 300 Hz. Budući da se tu radi o niskim frekvencijama, valne duljine do 1000 km, stvaraju se statička elektromagnetska polja. Polja ekstremno niske frekvencije sadrže razdvojeno, neovisno magnetsko i električno polje, slika 9. Električno polje stvara napon i sa njegovim povećanjem povećava se snaga električnog polja dok magnetska polja stvara struja koja teče vodičima i njenim povećanjem povećava se snaga magnetskog polja. Što znači da napon proizvodi električno polje odnosno struju, a struja magnetsko polje.



Slika 9. Električno i magnetsko polje

Razlika između električnog i magnetskog polja je ta što električno polje postoji i onda kada je električna oprema isključena dok magnetsko postoji samo kada je električna oprema uključena. Zračenja ekstremno niskih frekvencija ovisi o udaljenosti od izvora, što možemo vidjeti u tablici 1., jačini izvora magnetskog polja i vremena provedenog u magnetskom polju. Jaka magnetska polja nalaze

se u blizini generatora, velikih električnih motora, električnih kablova, sušila za kosu, električnih brijanja i drugih sličnih uređaja.

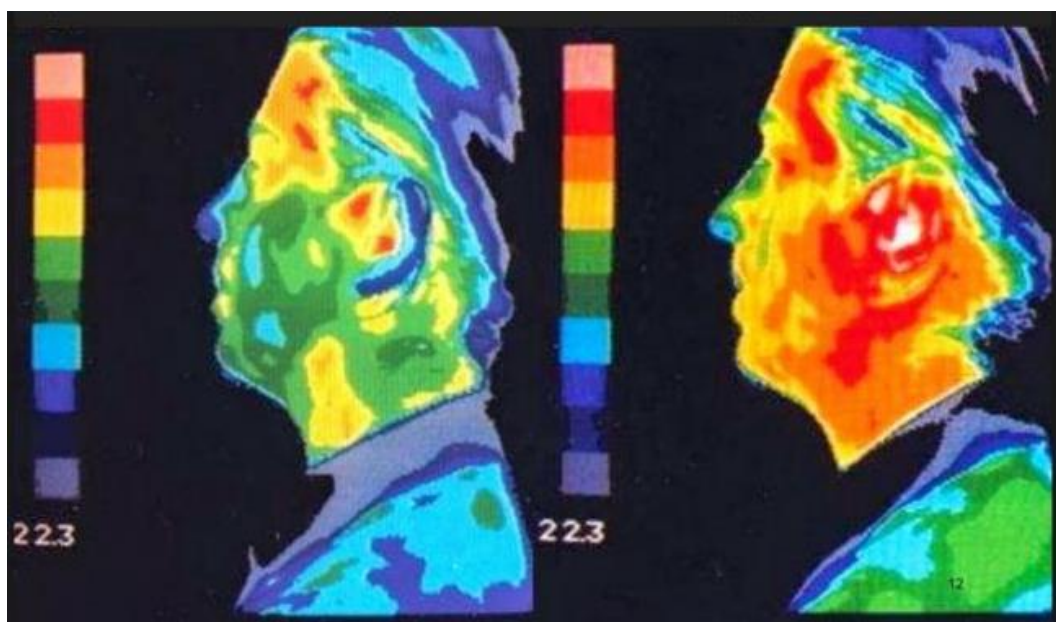
Tablica 1. Prosječna jakost magnetskog polja na udaljenosti 15 cm od električnog uređaja

<b>ELEKTRIČNI UREĐAJ</b>	<b>JAKOST MAGNETSKOG POLJA</b>
Sušilo za kosu	300 Mg
Mikrovalna pećnica	200 Mg
Električni brijanj	100 mG
Mikser	70 mG
Aparat za kavu	7 mG
TV	7 mG

istraživanja koja su provedena pokazala su da se nekim radnicima, koji su na radnom mjestu bili izloženi jakim magnetskim poljima, povećao rizik dobivanja tumora. Međutim, to ne dokazuje da izlaganje tom zračenju uzrokuje tumor. Znanstvenici su proveli brojna istraživanja, ali se još nisu složili djeluju li ili ne ova zračenja na zdravlje ljudi. Međutim, zbog zaštite radnika koliko je to moguće, NIOSH (Nacional Institute for Occupational Safety and Health) je izdala određene mjere prevencije, među kojima su i sljedeće: informiranje radnika i zaposlenih ljudi o mogućim opasnostima magnetskih polja, odrediti gdje su glavni izvori zračenja na radnom prostoru, povećati udaljenost radnika od izvora zračenja, smanjiti vrijeme izlaganja zračenju, koristiti opremu koja je dizajnirana tako da ima nisku emisiju zračenja.

## 5. UTJECAJ BEŽIČNIH TEHNOLOGIJA NA ZDRAVLJE ČOVJEKA

U današnje moderno telekomunikacijsko doba sve češće se postavljaju pitanja o zračenju mobilnih uređaja i antena koje se postavljaju u naseljima. Bez obzira na neke dokazane efekte zračenja naročito mobilnih uređaja poput apsorpcije zračenja u tkivu, i nekih koje nisu sa sigurnošću utvrđeni niti odbačeni poput karcinoma, broj korisnika je neprestano u rastu. Problem je u tome što zračenje ne možemo vidjeti niti osjetiti, barem trenutno, pa je samim time i u manjem fokusu ljudsko zdravlje. Radiofrekventna elektromagnetska polja imaju sposobnost prodiranja u ljudsko tijelo, a glavni učinak toga je porast temperature u izloženom tkivu, slika 10.



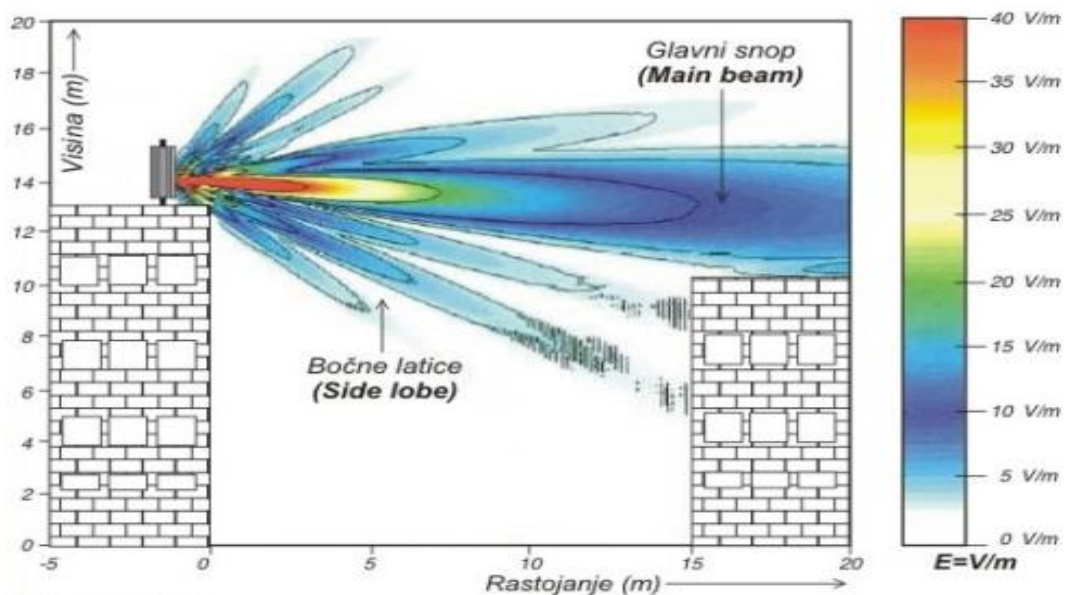
Slika 10. Zagrijavanje glave nastalo elektromagnetskim zračenjem

Ljudsko tijelo se može prilagoditi malim porastima temperature na isti način kao i tijekom vježbanja i obavljanja sportskih aktivnosti iz razloga što može regulirati svoju unutarnju temperaturu. Međutim kada dođe do određenog praga, izlaganje RF i popratni porast temperature mogu izazvati ozbiljne zdravstvene učinke kao što su toplotni udar i oštećenje tkiva. Opća karakteristika RF EMF-a je da što je veća frekvencija, manja je dubina prodiranja EMF-a u tijelo. Kako 5G tehnologije mogu koristiti veće EMF frekvencije (> 24 GHz), osim onih koje se trenutno koriste (<4 GHz), snaga s tih viših frekvencija će se primarno apsorbirati površnije od one iz prethodnih tehnologija mobilne telekomunikacije. Međutim, iako je udio snage koji se površno apsorbira veći za veće frekvencije, ICNIRP (2020) ograničenja postavljena su kako bi se osiguralo da će rezultirajuća vršna prostorna snaga ostati daleko niža od te potrebne da štetno utječe na zdravlje. Sukladno tome, izloženosti od 5G neće nanijeti nikakvu štetu pod uvjetom da se pridržavaju smjernica ICNIRP (2020) [7].

### 5.1.Zračenje bežičnih uređaja

Pri uspostavi poziva šalju se radiosignali s pokretnog telefona do najbliže bazne stanice koja ih prenosi do drugih pokretnih telefona ili u fiksnu mrežu. Pokretni telefoni i odašiljači koji se postavljaju na bazne stanice proizvode radio-frekvencijska polja, slična onima koja emitiraju TV-odašiljači i radiouređaji koje upotrebljavaju taksisti, hitne službe ili TV-mreže [8]. Za vrijeme razgovora mobiteli „komuniciraju“ s baznim stanicama. Preko mobilnih telefona govor i podaci pretvaraju se u signale i prenose elektromagnetskim valovima do baznih stanica, potom do druge bazne stanice koja „komunicira“ s mobitelom kojem je upućen poziv. Predugi razgovori mogu biti štetni ako mobitel držimo pokraj uha. Ako mobitel držimo pokraj upaljenog televizora možemo povremeno primijetiti smetnje na ekranu što je znak kako mobitel javlja svoju lokaciju svom teleoperateru, isto tako ako ga držimo pokraj upaljenog radija povremeno možemo čuti kratkotrajni šum, čak i kada je mobitel ugašen.

Potpunim pražnjenjem baterije, ili njenim vađenjem iz mobitela ovo se neće događati. Mobilni telefon najjače zrači kada uspostavlja vezu sa baznom stanicom. Bazna stanica sastoji se od antene, nosača i elektronskog sklopa koji su međusobno raspoređeni na način da svaka bazna stanica pokriva određeni dio teritorija. Antena smještena na vrhu nosača odašilje elektromagnetske valove koji se odašilju pravocrtno u prostor. Kako bi se uspostavila komunikacija, mobilni telefon također odašilje signal kojim uspostavlja dijalog s baznom stanicom. Stanice mogu biti velike i male, a uglavnom se postavljaju na udaljenostima od 200 do 500 metara u gradovima te na 2 do 5 kilometara u ruralnim područjima [9]. Broj baznih stanica ovisi o okolini i broju veza koje je istodobno potrebno ostvariti. Bazne stanice zrače puno snažnije nego kućni WiFi uređaji i mobilni telefoni, ali snaga zračenja repetitora se smanjuje sa kvadratom udaljenosti, slika 11., osim toga bazne stanice obično zrače u jednom smjeru, dok je zračenje u drugim smjerovima puno slabije.



Slika 11. Jačina EM polja bazne stanice u zavisnosti od rastojanja

Repetitori, slika 12., su okomito postavljene pravokutne plohe koje su fiksirane na osovini i najsnažnije zrače u smjeru prema kojem su okrenute. Iz tog razloga bazne stanice postavljene pokraj autocesta obično imaju dva repetitora okrenuta prema automobilima koji iz jednog smjera dolaze i prema drugom smjeru kuda odlaze. Na padinama brda bazne stanice ponekad imaju samo jedan repetitor koji je okrenut prema obližnjem naselju ispod brda. U gradovima bazne stanice imaju više repetitora postavljenih u krug kako bi jednakom snagom primale i slale signale iz svih smjerova [10].

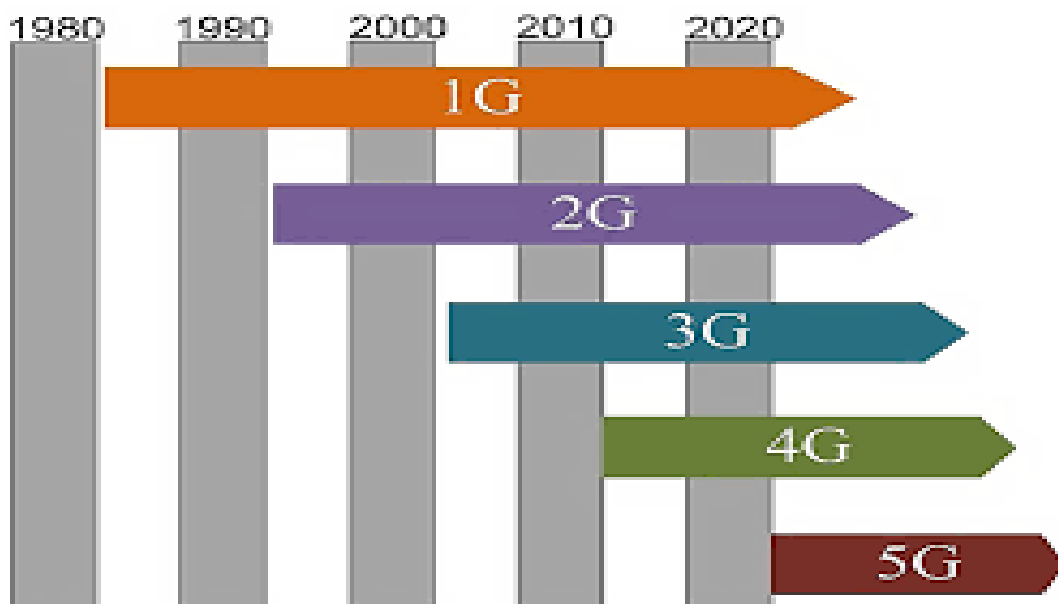


Slika 12.Repetitori

## 5.2. Razvoj bežičnih generacija

Tehnologije mobilnih telekomunikacija npr. mobiteli, odašilju i primaju radio frekventna elektromagnetska polja na definirane načine koji omogućuju komunikaciju. Specifična metoda korištenja radiofrekventnih elektromagnetskih polja naziva se bežičnim standardom. Bežični standard koji se koristi za prvu

generaciju mobilnih telekomunikacija naziva se "1G". Razvijanjem tehnologije ti se standardi ažuriraju i može postojati obitelj različitih bežičnih protokola koji se zajedno nazivaju "1G". Na primjer, "UMTS" je dobro poznati protokol u 3G obitelji, a "LTE" je dobro poznat protokol u 4G obitelji. Međutim, kad se u standard uvede posebno velika ili važna promjena, općenito se ažurira naljepnica za bežični standard. Na primjer, gdje su napravljene velike promjene u bežičnom standardu 1G, novi se standard tada naziva bežičnim standardom druge generacije ili "2G". Slično tome, "2G" je zamijenjen sa "3G", "3G" sa "4G", a sada kada se primjenjuju značajni pomaci u odnosu na 4G, pojavila se peta generacija bežičnog standarda koja je poznata kao "5G", slika 13.



Slika 13. Razvoj generacija



## 6. 5G TEHNOLOGIJA

5G generacija predstavlja revoluciju u svijetu telekomunikacija, slika 14. Nove tehnologije koje se uvode po prvi se puta pojavljuju i značajno mijenjaju način na koji se shvaćaju mobilne mreže. Razlozi za potrebu uvođenja nove generacije su mnogi, a pogodnosti kojima će takav iskorak rezultirati još veće. Upotrebom 5G mreže razvijat će se umjetna inteligencija te se otvara mogućnost njezine široke primjene u industriji, poljoprivredi, obrazovanju, zdravstvu, a gradit će se i pametna gradska infrastruktura, unapređujući tako način funkcioniranja javnih službi [11].



Slika 14. Prikaz 5G tehnologije

Po prvi puta upoznajemo koncepte poput Masivnog MIMO-a, IM-a (eng. Interference Management), dijeljenja spektra, gustih mreža, dupleks radija, malih

ćelija i ostalih inovativnih tehnologija koje će pružati korisnicima do sto puta veće brzine. Nova 5G mreža pružiti će korisniku niz poboljšanja performansi u smislu povećanja kapaciteta mreže, manjeg vremena čekanja ili latencije, više mobilnosti te povećanje pouzdanosti i sigurnosti mreže. Omogućiti će puno veću povezanost terminalnih uređaja na istu baznu stanicu, produljit će vijek trajanja baterija terminalnih uređaja i pomoći korisnicima u upravljanju vlastitim podacima [12]. Bitna razlika između prethodnih generacija i nadolazeće je spektar na kojem 5G djeluje. Važan razlog uvođenja 5G mreža je zasićenost trenutnog spektra prethodnih mobilnih generacija. Broj korisnika i novih uređaja koji se priključuju stalno raste zbog čega se smanjuje preostali prostor za korištenje mobilnih mreža. Osim težine održavanja kontrole spektra, dovodi se u opasnost i sigurnost frekvencija koje koriste službe poput vojske, sigurnosno-obavještajnih službi i ostalih organa reda kojima je izuzetno važna neometana i privatna komunikacija [13]. Sve mobilne generacije trenutno operiraju na frekvencijama do 6 GHz-a jer se pretpostavljalo da je to dovoljno prostora za sve korisnike i njihove uređaje [13]. U tablici 2., možemo vidjeti frekvencije na kojima rade određeni operateri u Hrvatskoj.

Tablica 2. Frekvencije na kojima rade određeni operateri u Hrvatskoj [14]

Operater	MCC	MNC	2G GSM pojas	GSM oznaka	3G UMTS pojas	UMTS band	4G LTE pojas	FDD-LTE band
Hrvatski Telekom	219	1	900 MHz 1800 MHz	E-GSM-900 DCS-1800	900 MHz 2100 MHz	B8 B1 (IMT)	800 MHz 1800 MHz	20 3
Vipnet	219	10	900 MHz	E-GSM-900	2100 MHz	B1 (IMT)	800 MHz 1800 MHz 2600MHz	20 3 7
Tele2	219	1	900 MHz 1800 MHz	E-GSM-900 DCS-1800	900 MHz 2100 MHz	B8 B1 (IMT)	1800 MHz	3
Bonbon	219	1	900 MHz 1800 MHz	E-GSM-900 DCS-1800	900 MHz 2100 MHz	B8 B1 (IMT)	800 MHz 1800 MHz	20 3
Tomato	219	10	900 MHz	E-GSM-900	2100 MHz	B1 (IMT)	800 MHz 1800 MHz 2600MHz	20 3 7

Valne duljine poviše navedene razine su nestabilnije i nemaju visok doseg što zahtjeva dodatnu opremu i održavanje infrastrukture. Manji radiovalovi teže zaobilaze prepreke poput zidova, stabala pa čak i lošeg vremena i radi toga je odlučeno izbjegavati visoke frekvencije i zadovoljiti se spektrom do 6 GHz-a. Sa dolaskom nove 5G generacije mobilne mreže, operateri se odlučuju za značajno veće proširenje opsega operiranja mobilne mreže. Milimetarski radiovalovi imaju valnu duljinu od 1 mm do 10 mm i zauzimaju područje od 30 GHz-a do 300GHz-a.

Frekvencije milimetarskih valova dozvoljavaju veću alokaciju frekvencijskog opsega što rezultira bržim prijenosom podataka. Milimetarski spektar bi trebao omogućiti teleoperaterima značajno povećanje frekvencijskog opsega od trenutnih 20 MHz kojim se služe 4G korisnici [13].

Spektar milimetarskih valova donosi razne prednosti:

- Mogućnost prijenosa veće količine podataka odjednom
- Velike brzine prijenosa podataka
- Povećana sigurnost prenesenih podataka
- Vrijeme kašnjenja (latencija) do 1 ms
- Oslobođenje frekvencijskog spektra

Milimetarski valovi donose i određene poteškoće:

- Izgradnja dodatne infrastrukture
- Poskupljenje opreme
- Nizak domet
- Osjetljivost na prepreke
- Osjetljivost na vremenske promjene

## 7. POTENCIJALNE PRIJETNJE 5G MREŽE

Sa dolaskom nove 5G tehnologije mobilne mreže koja se značajno razlikuje od prethodnih, dolaze i nove prijetnje. Sve više uređaja ima mogućnost spajanja na Internet i sudjelovanja u razmjeni podataka s ostatkom mreže. Od servera velikih IT korporacija do automobila i hladnjaka otvaraju se mogućnosti za neželjene upade i krađu povjerljivih informacija.

Neki od razloga zbog kojih 5G mreža može predstavljati sigurnosni rizik [15]:

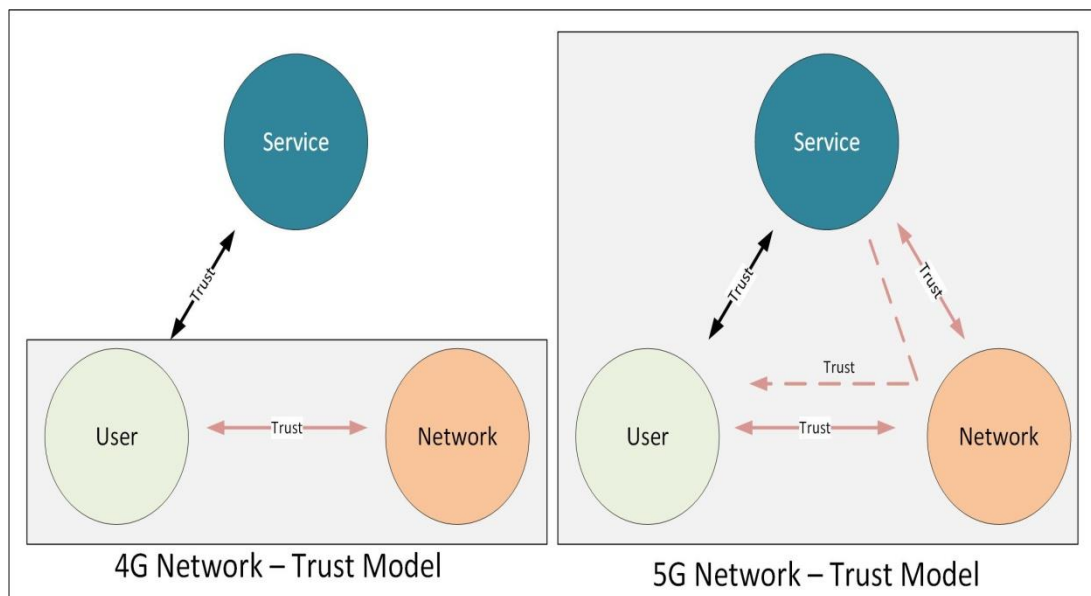
- Radi se o novoj tehnologiji čije su komponente nedovoljno testirane
- 5G omogućuje kretanje i pristup velikoj količini podataka što rezultira širom pozadinom za izvođenje napada
- Dolazi do veće ovisnosti naspram 4G mreže u pogledu osjetljivih podataka kao što je primjena u zdravstvu

Sigurnosni napadi se mogu podijeliti na dvije skupine: na pasivne i aktivne. Pasivni napad je pokušaj dolaska do korisnih informacija od korisnika, bez utjecaja na samu mrežu. Cilj pasivnih napada je kršenje povjerljivosti i privatnosti korisnika, gdje je popularni pasivni napadi u mobilnoj mreži prisluškivanje i analiza prometa. Za razliku od pasivnih napada, aktivni napadi mogu uključivati i promjene povjerljivih podatka ili prekidanje legitimne komunikacije.

Najučinkovitiji oblici obrane od sigurnosnih napada su:

- Provjera autentičnosti

Provjera osobe i poruke na način da se provjerava mreža, pružatelj usluge ili oboje. Nije dovoljno samo provesti enkripciju poruke metodom simetričnog ključa, nego će biti nužno vršiti provjeru i nad posrednikom tj. pružateljem usluge. Nova 5G tehnologija donosi nam i novi oblik sigurnosti, slika 15.



Slika 15. Novi oblik sigurnosti korisnika u 5G mreži [15]

- Povjerljivost

Metoda simetričnog ključa koristila se u prethodnim generacijama kako bi se onemogućio napad na osobne podatke poput financijskih i zdravstvenih podataka, ali to više nije dovoljno. U novim metodama osiguravanja povjerljivosti koristi se povećanje jačine signala kako bi se osiguralo da signal dođe do željene destinacije, a to su umjetni šum i obrada signala.

- Dostupnost

Služi da se korisnicima signalizira može li se mreža koristiti i gdje. Da bi otežali ili spriječili komunikacije u mreži napadači nastoje ometati signal i na taj način pruža se mogućnost preopterećenja mreže do razine otkazivanja.

- Integritet

Provjeravanjem autentičnosti poruke utvrđuje se njena legitimnost, gdje se nastoji utvrditi da se poruke od pošiljatelja nije mijenjala ni duplicirala. Dupliciranje poruke može dovesti do nepotrebnog trošenja kapaciteta i preopterećenja mreže.

## **8. ZAKONSKA REGULATIVA I ZAŠTITA OD ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA**

Davatelji usluga prilikom usmjeravanja zračenja baznih stanica moraju uzeti u obzir dopuštene propisane količine zračenja s obzirom na pravne propise koje propisuju pojedine države. Sve bazne stanice u Hrvatskoj koje emitiraju radiovalove znatno su ispod normi postavljenih međunarodnih smjernica. U Hrvatskoj je na snazi više pravnih propisa koji reguliraju dopuštene količine neionizirajućeg zračenja a to su: Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14) [16] i Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (NN 91/10) [2]. Oba Pravilnika donose temeljna ograničenja i granične vrijednosti referentnih veličina za izloženost ljudi elektromagnetskim poljima. Pravilnik Ministarstva zdravlja u smislu zaštite ljudskog bića od elektromagnetskog zračenja razlikuje područje povećane osjetljivosti i profesionalne izloženosti.

### **8.1. Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja**

Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskih polja zračenja propisuju se [16]:

- a) granične razine elektromagnetskih polja, postupci njihovog provjeravanja i uvjeti za dobivanje ovlasti za obavljanje tih postupaka, kao i posebni zahtjevi za uređaje, postrojenja i građevine koje su izvori elektromagnetskih polja ili sadrže izvore elektromagnetskih polja;
- b) izvori elektromagnetskih polja, za koje je obvezna dozvola ministra zdravlja
- c) uvjeti koje moraju ispunjavati pravne ili fizičke osobe za projektiranje ili postavljanje i uporabu izvora elektromagnetskih polja;
- d) uvjeti za ishođenje ovlaštenja za obavljanje stručnih poslova zaštite od neionizirajućih zračenja i
- e) način vođenja evidencija te dostavljanja izvješća i podataka ovlaštenih pravnih osoba.

Temeljne veličine jesu veličine koje se izravno povezuju uz do sada potvrđene zdravstvene učinke elektromagnetskih polja i na koje se postavljaju temeljna ograničenja [16]. Referentne veličine jesu mjerljive veličine čijim nadzorom se posredno osigurava zadovoljenje temeljnih ograničenja.

Fizikalne veličine koje se mogu upotrebljavati kao referentne veličine jesu:

- jakost električnog polja
- gustoća magnetskog toka
- dodirna struja i
- gustoća snage (ekvivalentnoga ravnog vala).

Usklađenošću s graničnim razinama referentnih veličina, danim u ovom Pravilniku, osigurava se usklađenost s temeljnim ograničenjima. Zaštita od potvrđenih štetnih zdravstvenih učinaka je postignuta ako temeljna ograničenja nisu prekoračena. Primjenom načela predostrožnosti, granične razine referentnih veličina su smanjene u odnosu na pripadna temeljna ograničenja. Time se uzimaju u obzir mogući štetni učinci EM polja na zdravlje ljudi, a koji još nisu znanstveno potvrđeni. Pravilnik uređuje zaštitu ljudi u javnom području, području povećane osjetljivosti i području profesionalne izloženosti.

## 8.2. Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja

Zakonom o zaštiti od neionizirajućeg zračenja uređuje se zaštita od neionizirajućeg zračenja u svrhu smanjivanja opasnosti za zdravlje osoba koje rukuju izvorima neionizirajućeg zračenja i osoba koje su izložene neionizirajućem zračenju [2]. Temeljni zahtjevi koje trebaju ispuniti uređaji koji proizvode neionizirajuće zračenje jesu sigurnost, točnost, izdržljivost, utjecaj na okoliš, kontrola količine zračenja koje proizvode, odgovarajuće oznake značajki uređaja, pripadajuća dokumentacija te upute za uporabu.

U zaštiti od neionizirajućeg zračenja primjenjuju se dva načela: predostrožnost i ograničenje izlaganja neionizirajućem zračenju. Načelo predostrožnosti provodi se primjenom mjera zaštite kojima se sprječavaju ili smanjuju štetni učinci za život i zdravlje osoba, a načelo ograničenja izlaganja neionizirajućem zračenju ostvaruje se utvrđivanjem gornje granice dopuštene izloženosti ljudi i primjenom granica za najveću razinu neionizirajućeg zračenja koju smije emitirati izvor neionizirajućeg zračenja.

Mjere zaštite od neionizirajućeg zračenja [2]:

1. propisivanje graničnih razina i kontrola izloženosti ljudi neionizirajućem zračenju,
2. proračun i procjena razina zračenja u okolišu izvora neionizirajućeg zračenja,
3. mjerenje razine zračenja u okolišu izvora neionizirajućeg zračenja,
4. vremensko ograničavanje izloženosti ljudi neionizirajućem zračenju,
5. označavanje izvora neionizirajućeg zračenja i prostora u kojima su smješteni,
6. uporaba zaštitne opreme pri radu s izvorima neionizirajućeg zračenja ili radu u prostorima s neionizirajućim zračenjem,
7. određivanje uvjeta za smještaj, nabavu i uporabu izvora neionizirajućeg zračenja,
8. obrazovanje i stručno usavršavanje rukovatelja vezano uz zaštitu od neionizirajućeg zračenja,
9. utvrđivanje i praćenje zdravlja osoba koje su na radnim mjestima izložene neionizirajućem zračenju,
10. osobna i uzajamna zaštita ljudi od izlaganja neionizirajućem zračenju,
11. osiguranje stručnih radnika, tehničkih, financijskih i drugih uvjeta za provedbu mjera zaštite od neionizirajućeg zračenja,
12. vođenje evidencije o izvorima neionizirajućeg zračenja i o izloženosti rukovatelja izvorima neionizirajućeg zračenja,
13. nadzor nad izvorima neionizirajućeg zračenja i nad primjenom mjera zaštite.



## 9. PRIMJER ZAŠTITE OD ZRAČENJA 5G TEHNOLOGIJE

Kako bi umanjili štetnost zračenja moramo krenuti prvo od sebe i svoje obitelji. Potrebno je smanjiti broj uređaja koji zrače u domu te skratiti vrijeme izlaganja njihovom zračenju koliko je to moguće. Veliki broj ljudi spava s mobitelom uz glavu znajući pri tome da mobitel odašilje određeno zračenje i da to zračenje može biti štetno za zdravlje, stoga je potrebno mobitele i računala držati što dalje od spavaćih soba. Prilikom razgovora zračenje mobitela je puno veće pa se preporuča ako smo u mogućnosti da umjesto prislanjanja uha na mobitel, koristimo slušalice ili razgovaramo putem zvučnika. Slijede nam neke od preporučljivih mjera koje je navela Hrvatska udruga za zaštitu od elektromagnetnog zračenja kako bi smanjili rizik od štetnih posljedica za zdravlje prilikom korištenja mobitela.

Mjere opreza pri korištenju mobilnih telefona [17]:

1. Ne prislanjati mobitel uz glavu prije uspostave poziva

Kod uspostave poziva potrebno je pričekati na uspostavljanje veze prije nego prislonimo mobitel na uho jer tijekom uspostave veze mobilni uređaj radi maksimalnom snagom.

2. Koristiti zvučnik ili žičane slušalice (kad god je to moguće)
3. Izbjegavati razgovor kada je signal mobilne mreže slab
4. Birati modele sa što nižom vrijednošću specifične apsorpcije (SAR). Gdje vrijednosti SAR-a ovise o sljedećim parametrima:

- parametri upadnog polja: frekvencija, jakost, polarizacija, položaj izvora i objekta (blisko i daleko polje)

- svojstva izloženog tijela: veličina, unutarnja i vanjska geometrija, dielektrična svojstva različitih tkiva

- efekti uzemljenja i refleksije zbog drugih objekata u polju u blizini izloženog tijela

Prema Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskih polja, dopuštena apsorbirana snaga uprosječna: [16]

- za cijelo tijelo je 0,08 W/kg te
- za glavu i trup je 2,0 W/kg.

#### 5. Izbjegavati nošenje uz tijelo

Npr. umjesto nošenja mobitel u džepu hlača ili košulje radije nositi u torbi ili ruksaku.

6. Ne držati mobitel uz glavu za vrijeme spavanja (ne koristiti ga kao budilicu)
7. Ako mobitel držite u spavaćoj sobi ili ga koristite kao budilicu postavite ga na zrakoplovni način rada
8. Umjesto govornih poziva prednost davati korištenju tekstualnih poruka (SMS, mail, chat..)
9. Kad je to moguće, prednost davati korištenju Wi-Fi mreža u odnosu na mobilne (povezivanje u pravilu traje kraće)
10. Kod duljih razgovora mijenjati stranu glave
11. Izbjegavati telefoniranje u malom prostoru (lift, automobil...).

Mobiteli dva do tri puta više zrače u liftu i automobilu nego na ulici, što može imati posljedice na zdravlje, zato je to potrebno izbjegavati.

Uz navedene mjere još dodatna zaštita su NESU card, male kartice nalik na čip koji se postavlja na pozadinu mobilnog uređaja ili se umeće u mobilni uređaj. Djeluje na način da u krugu od 1,2 metra od mobitela neutralizira zračenje mobilnog telefona, ali i svih ostalih uređaja koji odašilju elektromagnetske valove [18]. Proizvode se od sirovina koje prethodno nisu kemijski obrađene: zlato, srebro, bakar, nikal i kvarc. Sastojci su neotrovni i ljudski ih organizam dobro podnosi te je stoga primjena sirovina testirana i u medicinskoj tehnici [19].

Kod postavljanja NESU kartice kod uređaja kojem se poklopac baterije ne može otvoriti, slika 16., potrebno je:

- a) Izvaditi NESU iz pakiranja kao i jednu od naljepnica koje se nalaze u kutiji
- b) Očistiti mjesto prije lijepljenja. Postaviti NESU na poleđinu mobilnog uređaja i ostaviti dovoljno prostora oko NESU kako bi naljepnica mogla u cijelosti prionuti na poleđinu mobilnog uređaja
- c) Zalijepiti



a)

b)

c)

Slika 16. Postavljanje NESU na pozadinu mobilnog uređaja [20]

Kod postavljanja NESU kartice kod mobilnih uređaja kojem se poklopac baterije može otvoriti, slika 17., potrebno je:

- a) Otvoriti poklopac baterije mobilnog uređaja

- b) Umetnuti NESU u mobilni uređaj na bateriju ili u unutrašnjost mobilnog uređaja ali tako da ne ometa njegov rad te da se poklopac može nesmetano zatvoriti
- c) Zatvoriti poklopac



a)

b)

c)

Slika 17. Umetanje NESU u mobilni uređaj [20]

## 10. ZAKLJUČAK

Mobilni uređaji posljednjih su godina postali dio naše svakodnevice i teško je zamisliti život bez njih, posebno za poslovne komunikacije, bez malih spravica koje omogućuju dostupnost u svakom trenutku. Međutim, usporedno sa razvijanjem mobitela razvijale su se i nove tehnologije mreža. Svaka nova generacija mobilne mreže predstavlja veliki napredak u tehnologiji te nam omogućuje brže pristupanje internetu s većim brojem istovremeno spojenih korisnika. Nova 5G mreža biti će brža za čak tisuću puta od 4G mreže i imati će veću efikasnost uređaja, veću pouzdanost mreže te mogućnost spajanja do milijun uređaja na kvadratnom kilometru. Jednostavnije rečeno, imat ćemo vrlo brzi internet i stabilnu vezu bez pucanja, što znači da će se smanjit kašnjenje signala, čime će se poboljšati i način gledanja prijenosa uživo. Još jedna prednost koju nam pruža upotreba 5G mreže je razvijanje umjetne inteligencije te otvaranje mogućnosti njezine široke primjene u industriji, poljoprivredi, obrazovanju, zdravstvu, a graditi će se i pametna gradska infrastruktura, unapređujući tako način funkcioniranja javnih službi. Svaka nova tehnologija sa sobom donosi i potencijalne prijetnje, gdje se osim privatnosti i sigurnosti podataka, javlja i zabrinutost zbog utjecaja neionizirajućeg zračenja 5G tehnologije na čovjeka. Najveća opasnost zračenja je ta što ga ne možemo osjetiti, a negativne zdravstvene posljedice se mogu manifestirati tek nakon dužeg perioda. S obzirom na činjenicu da kao pojedinci ne možemo utjecati na globalne trendove, najviše što možemo učiniti je da se pokušamo zaštititi od zračenja koliko nam to okolnosti omogućavaju. Osnovno pravilo je da smanjimo broj uređaja koji zrače i skratimo vrijeme izlaganja zračenju. U današnje vrijeme teško je očekivati da ćemo se jednostavno odreći prednosti koje nam donosi tehnologija, ali moramo misliti i na svoje zdravlje, zbog toga je od velike važnosti da se pridržavamo preporučenih mjera.

## 11. LITERATURA

- [1] Stevanović S., „Utjecaj elektromagnetskih polja na organizam čovjeka“, Zagreb 2018.
- [2] Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja NN 91/10, 114/18  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_07\\_91\\_2571.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_07_91_2571.html),  
(pristupljeno 20.3.2020)
- [3] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63114>  
(pristupljeno 23.3.2020.)
- [4] [https://hr.wikipedia.org/wiki/UV\\_indeks](https://hr.wikipedia.org/wiki/UV_indeks) (pristupljeno 23.3.2020).
- [5] <https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=vidljivo+zra%C4%8Denje>  
(pristupljeno 23.3.2020.)
- [6] [http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_fizika2.php?ktg=3&pktg=&mid=19](http://www.medioteka.hr/portal/ss_fizika2.php?ktg=3&pktg=&mid=19)  
(pristupljeno 24.3.2020.)
- [7] <https://www.icnirp.org/> (pristupljeno 24.3.2020.)
- [8] <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/31/dodatak.htm> (pristupljeno 24.3.2020).
- [9] Pejnović N., „Utjecaj bežičnih tehnologija na ljudsko zdravlje“, 2009.
- [10] <https://novenews.net/hr/tehnologija/stetnost-zracenja-mobitela-i-baznih-stanica-178> (pristupljeno 26.3.2020.)
- [11] [https://ec.europa.eu/croatia/content/what\\_can\\_we\\_expect\\_from\\_new\\_5G\\_techology\\_hr](https://ec.europa.eu/croatia/content/what_can_we_expect_from_new_5G_techology_hr) pristupljeno 1.4.2020.)
- [12] Maček S., „Analiza primjene informacijsko-komunikacijskih usluga mobilne mreže pete generacije“, Zagreb 2018.

- [13] Opačak M., „Prilike i prijetnje 5G mobilne mreže u Republici Hrvatskoj“, Split 2019.
- [14] <https://www.racunalo.com/koje-frekvencijebandove-imaju-telekom-operatori-2g-3g-4g/> (pristupljeno 2.4.2020.)
- [15] <https://arxiv.org/pdf/1806.10360.pdf> (pristupljeno 2.4.2020.)
- [16] Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja NN 146/2014  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_12\\_146\\_2740.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_12_146_2740.html) ,  
(pristupljeno 6.4.2020.)
- [17] <http://www.huzez.hr/sigurno-koristenje-mobitela/> (pristupljeno 21.4.2020)
- [18] <https://lider.media/aktualno/nesu-kartica-hrvatski-izum-protiv-zracenja-mobitela-hit-u-svijetu-33032> (pristupljeno 22.4.2020.)
- [19] <https://www.nesu.eu/> (pristupljeno 2.5.2020.)
- [20] <http://www.ifixit.hr/2014/02/zastitite-se-od-zracenja-mobitela-sa-nesu-kartica/> (pristupljeno 2.5.2020.)

## 12. PRILOZI

### Popis slika

Slika 1. Prikaz utjecaja neionizirajućeg zračenja na atome.....	1
Slika 2. Neki od izvora neionizirajućeg zračenja.....	2
Slika 3. Optičko zračenje.....	3
Slika 4. UV indeks.....	4
Slika 5. Vidljivi dio elektromagnetskog zračenja.....	5
Slika 6. Razlaganje svjetlosti na prizmi.....	6
Slika 7. Infracrvena lampa.....	7
Slika 8. Elektromagnetski spektar.....	8
Slika 9. Električno i magnetsko polje.....	10
Slika 10. Zagrijavanje glave nastalo elektromagnetskim zračenjem.....	12
Slika 11. Jačina EM polja bazne stanice u zavisnosti od rastojanja.....	14
Slika 12. Repetitori.....	15
Slika 13. Razvoj generacija.....	16
Slika 14. Prikaz 5G tehnologije.....	17
Slika 15. Novi oblik sigurnosti korisnika u 5G mreži.....	21
Slika 16. Postavljanje NESU na pozadinu mobilnog uređaja.....	27
Slika 17. Umetanje NESU u mobilni uređaj.....	27



Popis tablica

Tablica 1. Prosječna jakost magnetskog polja na udaljenosti 15 cm od električnog uređaja.....	11
Tablica 2. Frekvencije na kojima rade određeni operateri u Hrvatskoj.....	18