Utjecaj mobilnih komunikacijskih sustava na okruženje

Oršiček, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:599408

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Iva Oršiček

UTJECAJ MOBILNIH KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA OKRUŽENJE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ MOBILNIH KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA OKRUŽENJE

IMPACT OF MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS ON SOURRANDINGS

Mentor: mr.sc. Zoran Vogrin

Student: Iva Oršiček, 0135230647

Zagreb, rujan 2016.

UTJECAJ MOBILNIH KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA NA OKRUŽENJE

SAŽETAK

U ovome završnom radu prikazuje se stanje telekomunikacijskih tehnologija u prometu. Istražuje se kako mobilna tehnologija utječe na zdravlje čovjeka, što je elektromagnetsko zračenje i kako se zaštititi od njega i koji su zapravo učinci zračenja mobilne telefonije. Navedeni su termički i netermički učinci, pravilnik o sigurnosnim zahtjevima o dopuštenim vrijednostima zračenja i pravilnik o zaštiti od elektromagnetskog zračenja.

KLJUČNE RIJEČI: mobilni komunikacijski sustav; antena; zdravlje; bazna stanica; elektromagnetsko zračenje;

IMPACT OF MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS ON SOURRANDINGS

SUMMARY

In this graduation work the main point is the state of telecommunications technology in traffic. It explores how mobile technology affects human health , what is the electromagnetic radiation and how to protect yourself from it and what are actually effects of mobile phone radiation . There are specified thermal and nonthermal effects, regulations on safety requirements of radiation limit values and rules on protection against electromagnetic radiation.

KEYWORDS: mobile communication system; antenna; health; base station; electromagnetic radiation;

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. UTJECAJ ELEKTRIČNIH MAGNETSKIH POLJA NA OKOLIŠ I ZDRAVLJE 3

3. STANJE I PERSPEKTIVA TELEKOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U PROMETU 7

4. UTJECAJ MOBILNE TEHNOLOGIJE NA ZDRAVLJE ČOVJEKA 13

4.1. TERMIČKI I NETERMIČKI UČINCI ZRAČENJA MOBILNE TELEFONIJE 13

4.2. SAR JEDINICA 17

4.3. RECIKLIRANJE MOBITELA 20

5. ZAKONSKA REGULATIVA I ZAŠTITA OD ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA 24

5. ANTENE MOBILNIH KOMUNIKACIJA 28

5.1. BEŽIČNI PRENOSIVI UREĐAJI 30

5.2. RADIO I TV ODAŠILJAČKE ANTENE 31

6. EKOLOŠKA POLITIKA I SUVREMENI TRENDOVI U TELEKOMUNIKACIJSKOM PROMETU 33

7. ZAKLJUČAK 37

8. LITERATURA 39

POPIS KRATICA 40

POPIS SLIKA 41

POPIS TABLICA 42

1. UVOD

Računala se danas sve više koriste u poslovnoj komunikaciji, posebno koristeći mogućnosti interneta. Zbog ubrzanog razvoja informacijsko komunikacijske tehnologije, samim time rastom broja mrežnih uređaja, infrastrukturne opreme i na posljetku krajnjih korisnika koji su najveći potrošači, raste i utjecaj na okruženje.

U današnjem telekomunikacijskom svijetu sve češće se postavlja pitanje o sigurnosti ili štetnosti i nepoželjnim učincima neionizirajućeg zračenja mobilnih uređaja i baznih stanica. Niti jedno istraživanje do sada nije definitivno dokazalo štetnost, ali niti sa sigurnošću nije potvrdila da je neionizirajuće zračenje bezopasno.

Predmet završnog rada je utjecaj mobilnih komunikacijskih sustava na okruženje.

Cilj završnog rada je prikazati stanje telekomunikacijskih tehnologija u prometu, objasniti kako mobilna tehnologija utječe na zdravlje čovjeka, kako se zaštiti od elektromagnetskog zračenja te koji su učinci zračenja mobilne telefonije.

Završni rad sastoji se od osam funkcionalno povezanih dijelova ili teza međusobno povezanih:

1. Uvod,
2. Utjecaj električnih magnetskih polja na okoliš i zdravlje,
3. Stanje i perspektiva telekomunikacijskih tehnologija u prometu,
4. Utjecaj mobilne tehnologije na zdravlje čovjeka,
5. Zakonska regulativa i zaštita od elektromagnetskog zračenja,
6. Antene mobilnih komunikacija,
7. Ekološka politika i suvremeni trendovi u telekomunikacijskom prometu,
8. Zaključak i
9. Literatura.

Prvo poglavlje završnog rada je Uvod u kojem se iznosi predmet rada, cilj, svrha te njegova struktura.

Drugo poglavlje pod nazivom Utjecaj električnih magnetskih polja na okoliš i zdravlje odnosi se na zagađenje okoliša zračenjem, elektrosmog i utjecaj na zdravlje, elektrostres.

Treće poglavlje pod nazivom stanje i perspektiva telekomunikacijskih tehnologija u prometu odnosi se na općenite pojmove telekomunikacija te vrste zračenja.

U četvrtom poglavlju rada navedeni su termički i netermički učinci zračenja mobilne telefonije, objašnjeno je koji učinak je štetniji za ljudsko zdravlje te je SAR jedinica, navedene su dozvoljene SAR vrijednosti i pojašnjeno je recikliranje mobitela.

U petom poglavlju naveden je zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja i pravilnik o zaštiti od elektromagnetskog zračenja.

Antene mobilnih komunikacija šesto je poglavlje rada u kojem je pojašnjeno funkcioniranje antena te vrste antena.

Sedmo poglavlje rada prikazuje ekološku politiku te trendove u telekomunikacijskom prometu.

Osmi dio rada je Zaključak koji je donesen na temelju istraživanja i vlastitih promišljanja.

Na kraju rada se uz popis literature nalazi i popis kratica i akronima te popis slika prikazanih u tekstu rada.

2. UTJECAJ ELEKTRIČNIH MAGNETSKIH POLJA NA OKOLIŠ I ZDRAVLJE

Pri korištenju telekomunikacijskog prometa javljaju se električna i elektromagnetska svojstva. Uz njih se javlja i elektrosmog, a pojava elektrostresa uvjetovana je tim poljima.

U današnje vrijeme kada se komunikacija uglavnom odvija putem mobilnih terminalnih uređaja i računala te brzim razvojem telekomunikacija dolazi do onečišćenja okoliša pod utjecajem elektromagnetskog zračenja koje se naziva elektrosmog, a u ljudskom organizmu izaziva elektrostres.

Razvoj različitih mikrovalova koji potječu od radiodifuzije, zemaljske i satelitske televizije, navigacijskih vojnih i meteoroloških radarskih sustava i svih ostalih aparata i uređaja koji se koriste u industriji, kućanstvu i uredu stvorili su gustoću u biosferi i dobili naziv elektrosmog. Elektromagnetskom smogu također pridonosi i ozonska rupa kroz koju na zemlju dolaze ionizirajući i neionizirajući mikrovalovi sa Sunca i svemira. On obuhvaća sva područja neionizirajućih zračenja u golemom elektromagnetskom spektru od statičkih polja, preko polja ekstremno niskih frekvencija, radiofrekvencija do polja najviših frekvencija ultraljubičastog svjetla. Primjer izvora električnih, magnetskih i elektromagnetskih polja su svi električki i elektronički uređaji kao npr. radiofonija svih valnih dužina, mobilne radioveze, odašiljači (TV i radio tornjevi, lokalni odašiljači), radari (zrakoplovi, zračne luke, promet), elektrane, trafostanice, dalekovodi, kućna elektrika (televizori, bojleri, mikrovalne pećnice i sl.), prijevozna sredstva (tramvaji, električne željeznice, vozila), industrijske primjene (elektroliza, kaljenje), sustavi osiguranja od provala, medicinske primjene. [1]

Djeca i adolescenti su, zbog tjelesnih sustava koji se tek razvijaju te mnogo tanjih kostiju, posebno izloženi i apsorbiraju znatno veću količinu zračenja, što može dovesti do raznih zdravstvenih tegoba i ozbiljnog narušavanja zdravog i pravilnog razvoja. Dalekovodi, trafostanice, transformatori i željeznički električni sustavi neki su od izvora niskofrekventnih elektromagnetskih polja. Kućne električne instalacije, produžni kablovi, digitalne budilice, noćne svjetiljke, TV uređaji ili osobna računala tek su dio tehnologije koja se svakodnevno koristi u kućanstvu. Stalna izloženost takvim izvorima niskofrekventnih zračenja može izazvati razne tegobe, no uz stručan savjet njihov se štetan utjecaj može jednostavno umanjiti ili posve eliminirati. Tako se, u pravilu, štetan utjecaj brzo i efikasno rješava, primjerice odmicanjem električnog izvora ili uređaja od ljudskog tijela.

Metar udaljenosti od noćne svjetiljke ili digitalnog sata u većini će slučajeva dovoljno reducirati električno polje da se može mirno i sigurno spavati.

Svojstvo elektromagnetskog smoga je da se osjetilima ne može osjetiti, ali njegovo štetno djelovanje na organizam se osjeća. Elektromagnetska zračenja mijenjaju stanje u stanicama i utječu na genetske informacije što može prouzročiti rak i druge deformacije. Obzirom na štetno djelovanje elektromagnetskog zračenja na čovjeka, zaštitu je potrebno provesti ograničavanjem povećanja jakosti tih polja i provedbom mjera za smanjenje jakosti polja. Zakon o elektrosmogu sadrži zahtjeve koje je potrebno ispuniti za gradnju i rad trajnijih uređaja koji proizvode elektromagnetska polja visoke ili niske frekvencije, posebice uređaja za prijenos radiofrekvencija i nadzemnih prijenosnih vodova visokog napona.

Pod pojmom tehnička zračenja spada elektromagnetsko zračenje. Kod istraživanja pogubnosti tog zračenja na ljudski organizam posebno je zanimljiva električna komponenta elektromagnetskog polja. Elektromagnetsko zračenje stvara svaki uređaj koji se napaja električnom energijom odnosno sva pripadajuća instalacija: od dalekovoda, trafostanica do vodiča i prekidača u kućanstvu. Slične promjene se ne javljaju u magnetskom polju jer je ljudsko tijelo nemagnetično. Iz svega iznesenoga i uzevši u obzir da se u stanicama odvijaju elektrokemijske reakcije, utjecaji električnih polja na organizam su nezanemarivi. Zbog velikih jakosti polja ispod dalekovoda pogubni utjecaji na ljude su rano otkriveni i dokazani, te se zna da je jedino rješenje bijeg od dalekovoda.

Jedna od prvih država koja je problematiku djelovanja električnih i magnetskih polja na čovjeka postavila u zakonske okvire je Republika Njemačka, koja je krajem 1997. godine donijela "Uredbu o elektromagnetskim poljima" popularnije zvanu "Zakon o elektrosmogu". Donošenje Uredbe posljedica je razvoja tri velika trenda u poslovanju. Pod trendove se podrazumijeva veći broj korisnika mobilnih terminalnih uređaja i samim time veći broj baznih stanica, proširenje brzih željezničkih linija kroz Njemačku i njihove veze sa susjednim uprava koje za posljedicu imaju izgradnju velikih infrastrukturnih postrojenja za opskrbu elektičnom energijom kao i telekomunikacijskih i signalno sigurnosnih postrojenja. Također je tu i trend stvaranja prekograničnih veza između opskrbljivača energijom i njihovih partnera. Spomenuti trendovi povezuju jedno, a to je da njihove prijamne postaje i linije skupljaju velike količine elektromagnetskog zračenja. [1]

Kada se govori o zaštiti od elektromagnetskog zračenja, mnoge države imaju mjere predostrožnosti za bežične mreže u predškolskim ustanovama i osnovnim školama kako bi

zaštitili najmlađe, no Hrvatska nije među njima. Kod visokofrekventnih unutarnjih ili vanjskih izvora elektromagnetskog zračenja poput mobilnih terminalnih uređaja, WLAN usmjernika, repetitora odašiljača, bežični fiksni telefoni i sl. u posljednjih desetak godina znatno se povećala brzina i količina bežičnog prijenosa podataka, te se samim time povećala i količina zračenja. To uključuje i veću cjelodnevnu izloženost zračenju, bilo kod kuće, u uredu ili na javnom mjestu te je sve više elektrosenzibilnih ljudi koji pate od raznih simptoma i bolesti nastalih zbog izloženosti velikim koncentracijama elektrosmoga. Mnoge države su to prepoznale kao jedan od gorućih problema današnje civilizacije oko čijeg se rješenja sve više aktiviraju.

U Njemačkoj je Savezno ministarstvo za zaštitu od zračenja preporučilo žičanu internetsku vezu umjesto bežične, a iz nekih frankfurtskih škola je u potpunosti izbačena bežična veza. Austrijski liječnički zbor je također prepoznao elektromagnetsku preosjetljivost i razvio smjernice za liječenje da se mobilni terminalni uređaji koriste što kraće, djeci ograničiti korištenje, te izbaciti bežični pristup u školama i vrtićima. Belgija je uz zabranu bežičnog pristupa u vrtiću, zabranila i prodaju terminalnih uređaja dizajniranih za najmlađe do sedam godina. Italija, Španjolska, Francuska su također države upoznate sa štetnim djelovanjem elektromagnetskog zračenja, te korištenje bežične mreže u školama se dozvoljava samo u svrhu edukacije.

Europske vlade se pozivaju na poduzimanje svih razumnih mjera kako bi se smanjila izloženost elektromagnetskim poljima. Posebnu pozornost potrebno je obratiti na osjetljive skupine (djecu, mlade ljude) kod kojih je najveći rizik od tumora glave. Ističu kako je djeci, pogotovo u školama i učionicama, treba dati prednost žičanim Internet vezama i strogo regulirati korištenje mobilnih telefona u školskim prostorijama. Traži se provođenje informativnih kampanja o opasnosti od bioloških učinaka na okoliš i zdravlje ljudi, i traži se preispitivanje sadašnjih standarda izloženosti EM poljima postavljenih od strane Međunarodne komisije za zaštitu od ne ionizirajućeg zračenja. Cilj je smanjiti zračenje koliko god je moguće, a da usluge ostanu dostupne.

Također je potrebno određivanje mjesta za bazne stanice ne samo prema interesima tele operatora, nego u dogovoru s lokalnim i regionalnim vlastima, mještanima i zainteresiranim građanima. Hrvatska je jedna od samo četiri zemlje u Europi (uz Rumunjsku, Slovačku i Portugal), u kojoj kod određivanja lokacija baznih stanica nije potrebno konzultirati organe lokalne uprave i lokalnu zajednicu i jedina zemlja u Europi u kojoj za takve objekte ne treba građevinska dozvola. Bežična tehnologija koja emitira EM polja može imati negativne učinke

na ljudsko zdravlje, pogotovo kod mladih ljudi čiji je mozak još uvijek u razvoju. Prema tome Europski parlament osuđuje agresivne marketinške kampanje tele operatora za prodaju mobitela djeci i mladima, skreće se pozornost na oprez i preporuku da se mobilni telefoni, kada su u pitanju djeca, ne bi smjeli koristiti preko razumne granice te bi se trebale preferirati fiksne veze te se potiče provođenje kampanja podizanja svijesti kod mlade populacije o potrebi korištenja hands-free, kraćem trajanju poziva, isključivanju mobitela kada se ne koristi te korištenje u područjima s dobrim signalom. [2]

3. STANJE I PERSPEKTIVA TELEKOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U PROMETU

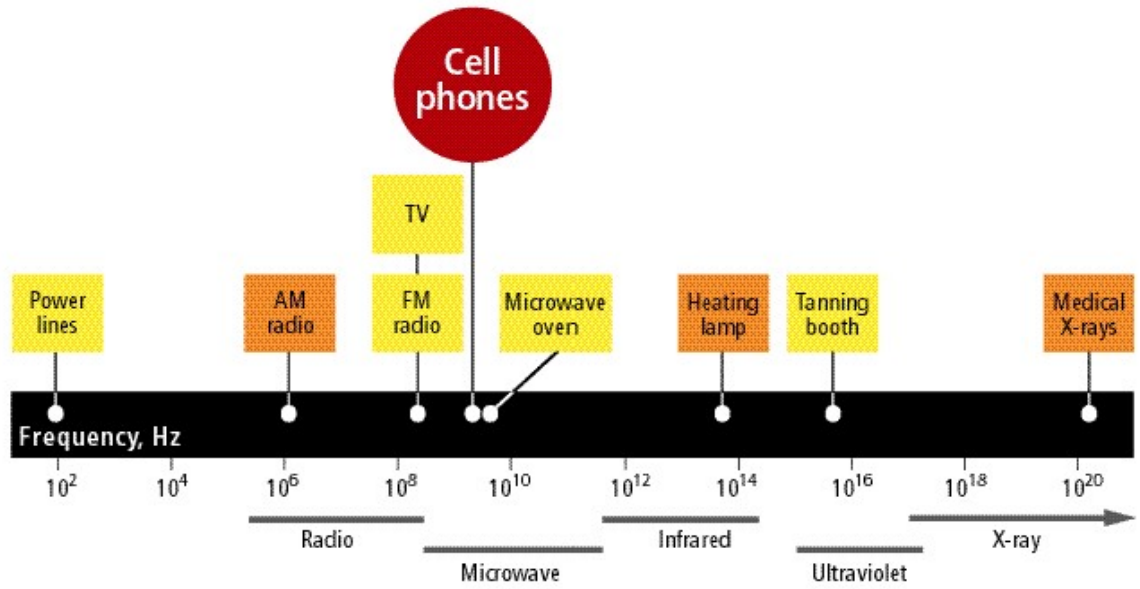
Svaka materija koja ima električna ili magnetska svojstva u stanju je emitirati zrake određene valne duljine i frekvencije, pa takvo zračenje nazivamo elektromagnetskim. Električno i magnetsko polje su vezani u jednu specifičnu cjelinu tako da se u modernoj znanosti ne odvajaju jedno od drugog, što je poznato iz činjenice da je pomoću magneta moguće inducirati struju, a oko svakog vodiča detektirati magnetsko polje. [1]

Razlikujemo prirodna i umjetna elektromagnetska zračenja. Prirodna zračenja su magnetsko polje Zemlje, elektrostatsko polje atmosfere, prirodna radioaktivnost, sunčeva svjetlost i sva radijacija iz svemira. Umjetna zračenja su sva ona proizvedena od strane čovjeka, a koja možemo okarakterizirati kao elektrosmog odnosno kao još jednu vrstu zagađenja Zemlje. Sva umjetna i prirodna elektromagnetska zračenja mogu biti promjenjive prirode ili su statična polja.

Elektromagnetski okoliš bitno se promijenio u 20. stoljeću kada se počinju javljati i izvori koje je načinio čovjek. Razvojem električne mreže njihov broj se povećao do neslućenih razmjera i još uvijek je u porastu. Visokonaponski dalekovodi i snažni radarski uređaji su izvori jakih električnih i magnetskih polja.

Mobilni telefoni i njihove bazne stanice dvosmjerni su radijski uređaji koji proizvode radiofrekvencijsku emisiju koja omogućuje njihov rad. Mobilni telefoni koriste radio valove na isti način kao što to čine radio i TV uređaji ili radio stanice koje koriste taksi službe, policija i vojska. Ti radio valovi spadaju u tzv. neionizirajuće zračenje kakvo proizvode i drugi elektronički kućanski uređaji, npr. radio i TV prijemnici, glačala, kuhinjski uređaji, sušila za kosu itd. [1]

Bežični komunikacijski sustavi rade na nekoliko frekvencija elektromagnetskog spektra što prikazuje Slika 1. [3]



Slika 1. Elektromagnetski spektar

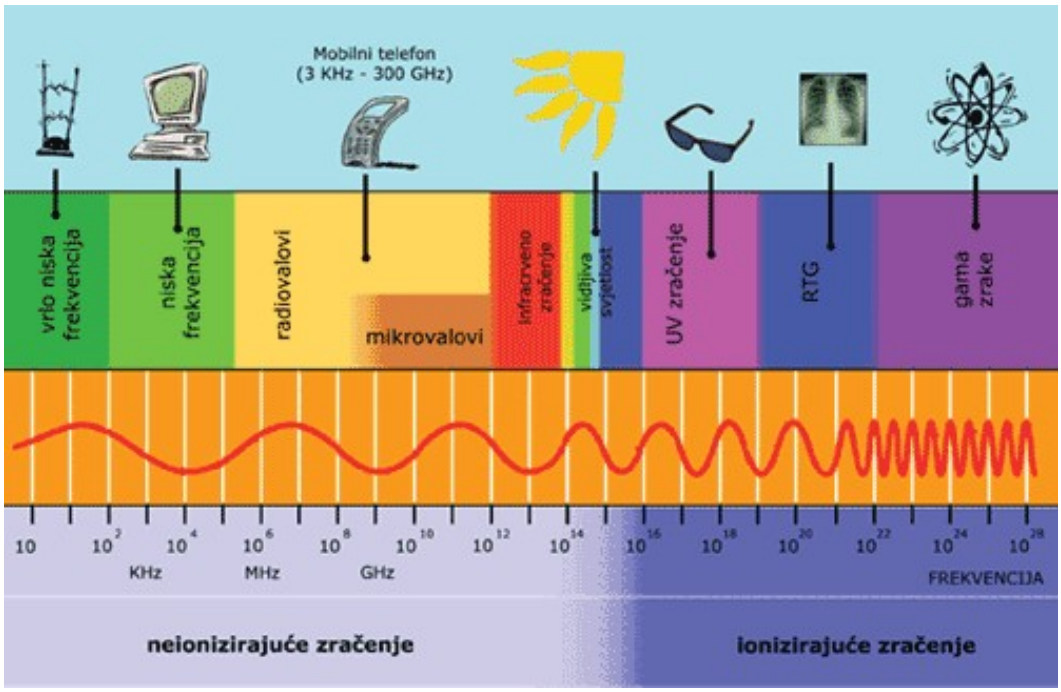
Izvor: http://161.53.18.5/static/erg/2001/zirdum/radioant1.htm, 07.07.2016.

Izloženost čovjeka elektromagnetskom zračenju se ne vidi, ne čuje i najčešće ne osjeti. Iako su neki od elektromagnetskih valova dokazano štetni, znanstvene spoznaje omogućile su korisnu upotrebu cijelog elektromagnetskog spektra.

Elektromagnetsko zračenje opisuje se kao val energije koji prolazi kroz prostor i materiju. [1] Zračenje se tvori od elektromagnetskih valova različitih frekvencija i valnih duljina koji se kreću kroz prostor i materijale brzinom svjetlosti. Sve frekvencije elektromagnetskog zračenja nazivamo elektromagnetskim spektrom.

Po količini energije koju nose zračenja dijelimo u dvije kategorije koje su prikazane na Slici 2., a to su:

- ionizirajuće zračenje i
- neionizirajuće zračenje.



Slika 2. Spektar elektromagnetskog zračenja

Izvor: http://161.53.18.5/static/erg/2001/zirdum/radioant1.htm, 09.07.2016.

Ionizirajuća zračenja imaju dovoljnu količinu energije za ionizaciju atoma, tj. izbacivanje elektrona iz neutralnog atoma i stvaranje električki nabijenog iona. Ionizirajuće zračenje najčešće se u medicini i stomatologiji koristi za dijagnostiku i liječenje težih bolesti. Sva ostala zračenja nazivamo neionizirajućima, a proizvode ih svi uređaji koji za svoj rad trebaju električnu energiju. Ionizirajuće zračenje je pojava za koju ljudska osjetila nisu razvijena, za razliku od mnogih drugih pojava u prirodi. Čovjek može biti izložen i smrtonosnoj dozi ionizirajućeg zračenja, a da u samom trenutku zračenja ništa ne osjeti. Posljedice zračenja, bez osjetilne veze s uzrokom zapažaju se tek nakon nekog vremena, od nekoliko sati do nekoliko dana ili čak godina, što ovisi o vrsti i svojstvima tog zračenja

Ionizirajuće zračenje je oblik energije, poput svjetlosti ili topline. Uključuje čestice i zrake koje emitiraju radioaktivni materijali, zvijezde, visokonaposka oprema i nuklearni reaktori. Većina ionizirajućeg zračenja je prirodna pojava, a dio je proizvod ljudskih aktivnosti.

Vrste ionizirajućeg zračenja koje su važne za zdravlje su [1]:

- alfa čestice,
- beta čestice,
- gama zrake i
- X-zrake.

Alfa i beta čestice su subatomske čestice velike brzine koje radioaktivni materijali emitiraju pri raspadu.

Gama zrake i X-zrake su vrste elektromagnetskog zračenja. Ove čestice i zrake imaju dovoljno energije da pri sudaru izbace elektron iz ljuske atoma. Taj se proces naziva ionizacija, a zračenje koja ga uzrokuje ionizirajuće zračenje.

Alfa čestica identična je jezgri helija, a sastoji se od dva protona i dva neutrona. To je relativno teška i visoko-energetska subatomska čestica sa pozitivnim nabojem +2 zbog svoja dva protona. [3]

Brzina alfa čestice u zraku je otprilike jedna dvadesetina brzine svjetlosti. Kad je omjer neutrona i protona u jezgri određenih atoma prenizak, oni emitiraju alfa česticu kako bi uspostavili ravnotežu.

Beta čestice su ekvivalentne elektronima. Razlika je u tome što beta čestice potječu iz jezgre, a elektroni se nalaze u omotaču. Beta čestice imaju električni naboj -1. Masa beta čestice iznosi otprilike 1/2000 mase protona ili neutrona. [3]

Brzina pojedinačne beta čestice ovisi o tome koliko energije ima i varira u širokom opsegu.
Iako beta čestice emitiraju radioaktivni atomi, one same po sebi nisu radioaktivne. Njihova energija u obliku brzine nanosi štetu živim stanicama tako što razbija kemijske veze i stvara ione.

Gama zraka je paket elektromagnetske energije, tj. foton. Gama fotoni su fotoni s najviše energije u elekromagnetskom spektru. Emitiraju ih jezgre nekih radioaktivnih atoma. Gama fotoni nemaju masu ni električni naboj, ali imaju vrlo visoku energiju, otprilike 10000 puta veću od energije fotona u vidljivom dijelu elektromagnetskog spektra. Zbog visoke energije gama čestice putuju brzinom svjetlosti i u zraku mogu prijeći stotine tisuća metara prije nego što potroše energiju. [3] Mogu proći kroz mnogo vrsta materijala uključujući i ljudsko tkivo. Vrlo gusti materijali, poput olova, obično se koriste za zaštitu od gama zračenja. Radioaktivni elementi koji emitiraju gama zrake najrašireniji su izvori zračenja. Moć prodiranja gama zraka ima mnogo upotreba. Iako gama zrake mogu prodrijeti kroz mnoge materijale, one ne čine te materijale radioaktivnim.

X-zrake su elektromagnetsko zračenje slično svjetlosti, ali s višom energijom. Strojevi za generiranje X-zraka imaju vakuumiranu staklenu cijev na čijim krajevima su postavljene

elektrode, negativna katoda i pozitivna anoda. Na elektrode je doveden visoki napon koji može biti u rasponu od nekoliko tisuća volti do nekoliko stotina tisuća volti. Razlika potencijala tada elektrone nakupljene na katodi ubrzava prema anodi te oni udaraju u metalnu ploču s velikom energijom. Pri sudaru s metalnom pločom elektrone će privući pozitivno nabijena jezgra atoma metala, pri čemu se smanjuje energija elektrona, tj. dolazi do emisije X-zraka, koje imaju veliku moć prodiranja.

Visoka energija X-zraka može uzrokovati ionizaciju i čini X-zrake biološki opasnim ako apsorbirana doza nije ispod preporučenog minimuma.

Ljudi su izloženi ionizirajućem zračenju od Sunca, stijena, tla, prirodnih izvora u ljudskom tijelu, padalina koje su rezultat nuklearnih testova, nekih potrošačkih proizvoda i radioaktivnih materijala koje ispuštaju bolnice te nuklearne i termoelektrane. Većim dozama zračenja izloženi su piloti, astronauti, radnici u nuklearnim elektranama te medicinsko osoblje.

Neionizirajuće zračenje je opći naziv za dio elektromagnetskog spektra sa slabom energijom fotona, koja nije dovoljna za razbijanje atomskih veza u ozračenom materijalu, ali još uvijek ima snažan efekt zagrijavanja. Prirodni izvori neionizirajućeg zračenja su: Sunce, udaljene zvijezde, ostali kozmički izvori, te zemaljski izvori (poput munje).

Neionizirajuće zračenje uključuje [1]:

- niskoenergetsko ultraljubičasto (engl. *Ultraviolet*, UV) zračenje,
- vidljivu svjetlost, infracrveno (engl. *Infrared*, IR) zračenje,
- radiofrekventna (engl. *Radiofrequency,* RF) i mikrovalna (engl. *Microwave*, MW) polja,
- polja ekstremno niskih frekvencija (engl. *Extremely Low Frequency*, ELF) i
- statična električna i magnetska polja.

Učinci neionizirajućeg zračenja na tijelo samo su termički i ne ostaju u tijelu. Njihov biološki utjecaj sasvim se razlikuje od ionizirajućeg zračenja koje emitiraju radioaktivni materijali (npr. uran) ili radiološki uređaji (npr. rendgen) i koji u nedopuštenim količinama mogu biti štetni za zdravlje jer mogu mijenjati strukturu molekula ljudskog tijela i s vremenom se kumuliraju u tijelu.

Današnja opterećenja od elektromagnetskih zračenja izazivaju prema spoznajama mnogih znanstvenika biokemijske promjene i stalan stres u središnjem živčanom sustavu, također izazivaju i poremećaje funkcija mozga i psihička oštećenja. [3]

Burnim razvojem telekomunikacija prošireno je elektromagnetsko onečišćenje okoliša širom svijeta i u području visokih frekvencija.

S obzirom na sva dosadašnja saznanja o štetnom djelovanju elektromagnetskog smoga na čovjeka, životinje i šume nužno je provesti zaštitu i to u dvije faze:

1. ograničavanjem povećanja jakosti tih polja te
2. provedbom mjera za smanjenje jakosti tih polja.

Svi oblici i načini proizvodnje i uporabe energije utječu na okolinu te neizravno na ljudsko zdravlje. Ti učinci mogu nastati u rutinskom radu (proizvodnji, distribuciji i uporabi energije) ali i u nesrećama na energetskim objektima. S javnozdravstvenog gledišta sve su te točke interesantne, kako s obzirom na profesionalnu izvrgnutost tako i s obzirom na izvrgnutost opće populacije svekolikog pučanstva. [1]

4. UTJECAJ MOBILNE TEHNOLOGIJE NA ZDRAVLJE ČOVJEKA

Znanost se sve više bavi istraživanjem radiofrekventnog zračenja. Proučavajući utjecaj zračenja na biološku materiju dokazano je da [4]:

- Izlaganje RF zračenju, ukoliko je dovoljnog intenziteta, može biti opasno, te može dovesti do raznih ozljeda kao što su oštećenje vida, opekline kože, unutarnje opekline, izboj topline, toplinski udar i sl.
- Biološki efekti izlaganja RF zračenju ovise o stupnju apsorbirane energije, dok u relativno širokom pojasu (1 - 10.000 MHz), frekvencija utječe vrlo malo.
- Biološki efekti izlaganja RF zračenju su proporcionalni količini apsorbirane energije, dok vrijeme izlaganja utječe vrlo malo.
- Nema nikakvih pokazatelja štetnih utjecaja RF zračenja na biološku materiju sve dok tijelo nije apsorbiralo dovoljnu količinu energije.

Elektromagnetna energija koristi se na različite načine. Mnogi tehnološki izumi u posljednjih 20-tak godina, od svakodnevnih kućnih i uredskih uređaja do mobilnih uređaja toliko su značajni i olakšavaju stil života da se postavlja pitanje kako je čovjek mogao živjeti bez njih. [5] Ovi izumi postali su sastavni dio svakodnevice čovjeka, ali uz svoje očite pozitivne strane nose i onaj negativni dio kao što je i očita opasnost od prekomjerne razine i nekontroliranog utjecaja elektromagnetskog zračenja na zdravlje čovjeka.

4.1.TERMIČKI I NETERMIČKI UČINCI ZRAČENJA MOBILNE TELEFONIJE

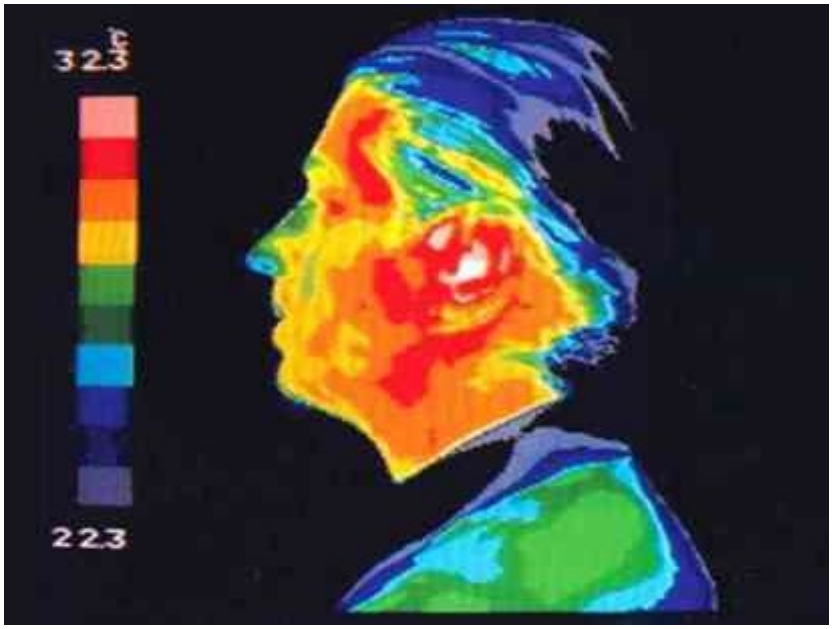
Učinke mikrovalnog zračenja dijelimo na termičke i netermičke učinke.

Jedini dokazani učinak radiofrekventnog (RF) zračenja na ljudski organizam je termički učinak odnosno učinak nespecifičnog zagrijavanja tkiva bliže ili dalje od površine kože u ovisnosti o fizikalnim karakteristikama zračenja. [4]

Pregrijavanje je posljedica apsorpcije i akumulacije mikrovalne energije u vodenom mediju živih tkiva. Termički učinak mikrovalnog zračenja u neposrednoj je povezanosti s jakošću mikrovalnog zračenja. Iako jakost zračenja pri uporabi mobilnih uređaja neće dovesti do oštećenja organizma, ipak treba biti oprezan, jer se fiziološke promjene tkiva pri pregrijavanju događaju već pri promjeni temperature za 1˚C, osobito kod očiju i testisa koji su

slabo prokrvljeni organi što znači da imaju slabu sposobnost učinkovite autoregulacije temperature, odnosno samoohlađivanja. [5]

Kod uporabe mobilnih uređaja najugroženiji dio ljudskog tijela je glava zbog izrazite blizine izvora zračenja (antene) što uzrokuje zagrijavanje tkiva u glavi. Većina energije zračenja mikrovalova mobitela apsorbira se unutar 3 do 4 cm mozga, odnosno u neposrednoj blizini gdje se drži mobitel prilikom razgovora.



Slika 3. Zagrijavanje ljudske glave

Izvor: http://www.duhovnaizgradnja.com/forum/viewtopic.php?f=19&t=517, 24.07.2016.

Slika 3. prikazuje ljudsku glavu i porast temperature. Analiza temeljena na modelu ljudske glave pokazuje da temperatura raste eksponencijalno s vremenom. Vrijeme telefoniranja od 6 do 7 minuta ima za posljedicu porast temperature u glavi u iznosu od 90% vrijednosti stacionarnog stanja. Prema istraživanjima, sa smanjenjem veličine glave raste temperatura u mozgu. Tako je porast temperature u glavi odraslog čovjeka iznosio nešto manje od 0,003 ˚C, dok je porast temperature u glavi djeteta iznosio nešto manje od 0,05˚C. [4] Neki ljudi osjećaju to zagrijavanje, pa instinktivno promijene stranu na kojoj drže mobilni uređaj prilikom razgovora. Savjet je da se strana mijenja nakon dvije minute razgovora, a razgovori ne traju dulje od pet minuta. Treba obratiti pozornost i kod kupovine

novog uređaja na količinu zračenja koje je iskazano u njegovim specifikacijama te po mogućnosti kupiti uređaj koji zrači manjom vrijednošću. [4]

Zagrijavanje tkiva uzrokovano djelovanjem RF zračenja može dovesti i do razvoja zdravstvenih poremećaja ponajprije na koži (opekline), oku (opekline, razvoj katarakte) i reproduktivnim organima (oštećenja testisa, ometanje procesa proizvodnje, aktivnosti i sazrijevanja spolnih stanica u oba spola, tj. razvoj neplodnosti, promjene razina spolnih hormona, nepovoljni učinci na fetus u trudnoći u obliku fetalnih malformacija i anomalija povezanih s ranim ili kasnim pobačajima).

Uz efekt zagrijavanja kao posljedica utjecaja elektromagnetskog zračenja na ljudski organizam istraživanja su iznjedrila nove spoznaje koje se očituju u dodatnom utjecaju na ljudski DNK. Naime istraživanja su pokazala da DNK zbog svoje fraktalnosti ima svojstva fraktalnih antena te zbog te činjenice dodatno upija elektromagnetsko zračenje. [5] Fraktalne antene mogu se pronaći u kombinaciji s RFID (engl. *Radio-Frequency Identification*) čipovima u robi široke potrošnje do kućnih antena za hvatanje televizijskog programa te unutar mobilnih uređaja koji sadrže tanke fraktalne antene instalirane unutar samog kućišta uređaja. DNK nalikuje velikoj neprekinutoj spirali s brojnim „odjeljcima“ koji u potpunosti izgledaju kao djelići svake kompleksne fraktalne antene. Još prije tri desetljeća znanstvenici su se bavili bio-fotonikom i protokom informacija u i iz DNK, smatrajući je biološkim Internetom, do sada nitko nije mogao dokazati kako zapravo DNK prima i odašilje podatke. Znanstvena istraživanja su 2011. godine otkrila kako je ljudska DNK fraktalna antena. Konkretno, studija je pokazala kako DNK ima dvije strukturalne karakteristike fraktalnih antena [5]:

- elektroničku kondukciju i
- samo-simetriju.

Dio znanstvene javnosti godinama se bavi i proučavanjem mogućih netermičkih zdravstvenih učinaka izloženosti niskim razinama RF zračenja vezanih najviše uz upotrebu mobilnih telefona.

Istraživanja su uglavnom usmjerena na povezanost niskih razina RF zračenja s pojavom tumora glave i vrata, iako je istraživana povezanost i s tumorima testisa, dojke, pluća, očnim melanomom te leukemijama i limfomima. Pregled brojnih studija koje pokušavaju povezati izloženost mobilnoj telefoniji s pojavom tumora glave pokazuje proturječne rezultate s većinom studija koje ne nalaze takvu povezanost te manjim brojem studija

koje nalaze blago povećan rizik od pojedinih tumora glave. Sumiranjem rezultata dosadašnjih originalnih studija ne nalazi se značajno povišen rizik od pojave glioma, meningeoma, akustičkog neurinoma te tumora žlijezda slinovnica tijekom 10-godišnje uporabe mobitela. Dakle, dosadašnje studije ne daju podatke dovoljne za potvrdu kauzalne povezanosti mobilne telefonije s pojavom brzorastućih tumora mozga i drugi tumori s kratkim indukcijskim periodom. Za spororastuće tumore učinci RF zračenja se, bez obzira na dosadašnje većinom negativne rezultate, još ne mogu adekvatno procjenjivati zbog prekratkog perioda izloženosti koji je analiziran ili za sada može biti analiziran. [4]

Elektromagnetsko zračenje ima i druge učinke na žive organizme, a oni nisu neposredno povezani s njegovom jakošću. U svakom živom biću i svakoj živoj stanici precizno je kalibriran elektrokemijski mehanizam visoke osjetljivosti. Žive stanice djeluju kao primopredajnici elektromagnetskih valova, kao biološki oscilatori različitih tipova, koji djeluju na različitim vlastitim frekvencijama, od kojih neke iznenađuju i blizu su frekvencijama mobilnih uređaja. Tako se može dogoditi da endogene bioelektrične aktivnosti organizma interferiraju sa zračenjem egzogenog izvora (mobilnog uređaja). Stanična frekvencija je osobito važan dio jedinstvenog komunikacijsko-informativnog spleta življenja na vrhu kojeg stoji neuroendokrini sustav. [4]

Uvjet za prijenos informacija je da je zračenje koherentno. Učinci mobilne telefonije mogu izazvati smetnje informativnog spleta življenja, i to tako da se neke funkcije u krivom trenutku uključe ili otkažu u najkritičnijem trenutku.

Elektromagnetsko zračenje mobilnog uređaja u fazi emisije djeluje s frekvencijom 8,34 Hz, što je prirodni ritam theta i alfa moždanih valova, dakle osnovnog moždanog ritma pri budnom čovjeku. [5]

Postoji velika vjerojatnost da interferencija elektromagnetskih valova uzrokuje psihičke smetnje kod čovjeka koje su dokazane. Kod mnogih korisnika mobilnih uređaja, osobito onih osjetljivih, pojavi se smetenost, slabo se osjećaju, bezvoljnost i slične tegobe.

4.2. SAR JEDINICA

SAR je specifična apsorbirana snaga (engl. *Specific Absorption Rate*). SAR je mjera brzine apsorbiranja energije po jedinici mase biološkog tkiva, a izražava se u vatima po kilogramu (W/kg).

Međunarodna ograničenja zbog izlaganja zračenju temelje se na termalnim učincima elektromagnetske radijacije, a RF frekvencije se određuju sa specifičnom apsorpcijom, a to je SAR vrijednost. Taj dobiveni parametar je odabran, jer predstavlja disipaciju energije po jedinici mase i vremena. [6] On uzima u obzir vrstu izvora, frekvenciju rada i vremensko trajanje izlaganja. Za izlaganja poljima velikog dometa mora se voditi računa o lokaciji antene izvora i dielektričnoj strukturi ljudskog tijela. Također, mora se voditi računa o učincima poput stojnog vala, fokusiranja elektromagnetskih polja i prirode elektrostatičkih i vodljivih polja.

SAR je energetska veličina i može biti izmjerena kalorimetrijskom metodom, izbjegavajući mjerenje polja, što je na ovim frekvencijama raspršenog polja, u blizini objekta dosta težak zadatak. [1]

Informacije o maksimalnim i prosječnim specifičnim apsorpcijama cijelog tijela izračunavaju se preko SAR vrijednosti prema jednadžbi:

$$SAR = E^2 \sigma / \rho \ [W/kg]$$

gdje je:
SAR [W/kg] - specifična apsorbirana snaga,
E [W/m] -efektivna vrijednost električnog polja,
σ [S/m] - specifična vodljivost tkiva,
ρ [kg/m^3] - gustoća tkiva.

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

Američka savezna komisija za telekomunikacije prihvatila je 1,6 W/kg za prihvatljivu mjeru SAR razine. Što je SAR razina niža, opasnost je manja.

Tablica 1. SAR vrijednosti pojedinih mobilnih uređaja

Proizvođač	**SAR vrijednost [W/kg]**
Samsung Galaxy S2	1,07
Nokia Lumia 720	0,76
Iphone 5	0,97
Sony Xperia Z10	1,61
Huawei U8815	0,69
HTC Desire	0,75

Izvor: http://www.biogen.rs/mob/, 30.07.2016.

U Tablici 1. prikazane su SAR vrijednosti za pojedine mobilne uređaje koji se danas upotrebljavaju.

Prema Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskih polja, dopuštena apsorbirana snaga uprosječena:

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

	Prosječni SAR	
	Profesionalna izloženost (W/kg)	Područje povećane osjetljivosti (W/kg)
ICNIRP glava i trup	10,0	2,0
cijelo tijelo	0,4	0,08
Hrvatska glava i trup	10,0	2,0
cijelo tijelo	0,4	0,08

Slika 4. Dozvoljene SAR vrijednosti

Izvor: http://161.53.18.5/static/erg/2001/zirdum/radioant1.htm, 07.07.2016.

Slika 4. prikazuje prosječne SAR vrijednosti za Međunarodnu komisiju za zaštitu od neionizirajućeg zračenja ICNIRP (engl. *International Commission on NonIonizing Radiation Protection*) te za Hrvatsku.

Učinci niskofrekvencijskih polja do 100 kHz su:

- iritacija mišićnog tkiva,
- poremećaj rada srca,
- poremećaj rada centralnog živčanog sustava,
- poremećaj rada metabolizma (sprečava se proizvodnja melatonina koji je zapreka stvaranju kancerogenih stanica) i
- promjene u sintezi DNK i proteina.

Učinci viskofrekvencijskih polja od 100 kHz do 300 GHz su:

- lokalno zagrijavanje tijela (mobilni telefon) i cijelog tijela (radari, antene jače snage),
- glavobolja,
- ubrzano treptanje očima i
- gubitak koncentracije.

4.3. RECIKLIRANJE MOBITELA

Prema istraživanjima programa za zaštitu okoliša UNEP oko 80 % elektroničkog otpada još uvijek se nesavjesno odbacuje u okoliš, dovodeći u zemlju, površinske i podzemne vode oko 70% teških metala.

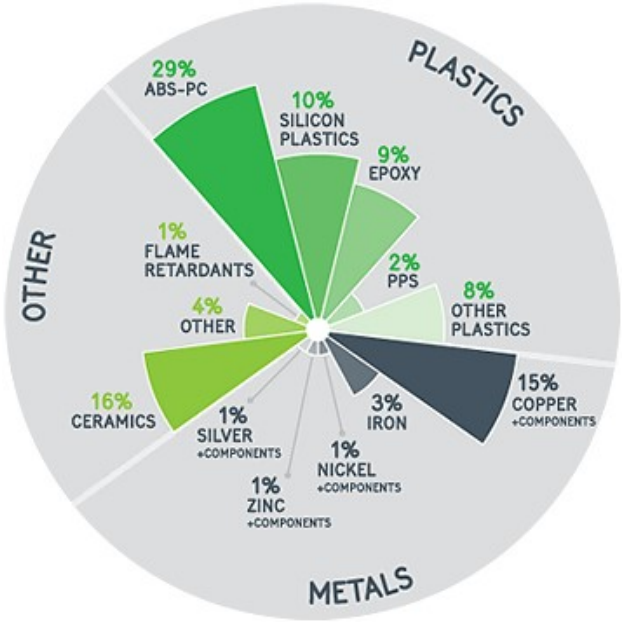
Mobilni telefoni već su duže vrijeme nezaobilazno sredstvo komunikacije modernog svijeta i elektronički uređaj koji u najkraćem vremenu zamjenjujemo novim. Odabiru modela nerijetko posvećujemo puno pozornosti potaknuti ponudom, reklamama i akcijama operatera, ali kako bi stvorili višestruku korist, okolišu i zajednici stare mobitele potrebno je reciklirati.

Recikliranje je izdvajanje materijala iz otpada i njegovo ponovno korištenje. Uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari ili materijala. Vrlo je važno najprije odvojiti otpad prema vrstama otpadaka. Mnoge otpadne materije se mogu ponovo iskoristiti ako su odvojeno sakupljene. U recikliranje spada sve što se može ponovno iskoristiti, a da se ne baci.

Sastav mobilnog uređaja varira ovisno o modelu, te o razvoju tehnologije jer se stalno u proizvodnju uvode nove tvari i spojevi, s boljim ili poboljšanim svojstvima što je prikazano na Slici 5.

Suvremeni mobilni uređaji najčešće su sastavljeni od [7]:

- većim dijelom mobilni uređaji sastoje se od različitih vrsta plastike (npr. ABS plastike ima oko 29%)
- bakra i komponenti bakra ima prosječno oko 15 %
- željeza oko 3 %
- oko 1 % ima elemenata kao što su nikal i spojevi nikla, cink i spojevi cinka, srebro i spojevi srebra, aluminij, kositar, olovo, zlato, mangan itd.
- oko 1% ima i prigušivača plamena, koji spadaju u opasne materijale



Slika 5. Sastav mobilnog terminalnog uređaja

Izvor: ttp://www.mobilemuster.com.au/learn-about-recycling/why-recycling-matters/, 31.08.2016.

Pravilno zbrinjavanje mobitela postaje sve veći ekološki problem u svijetu. Recikliranje mobilnih telefona je važno jer odlaganje mobilnog telefona može biti štetno za okoliš kao potencijalno otrovno zagađenje do kojega može doći zbog štetnih tvari koje oni sadrže. Opasne tvari mogu procuriti u okoliš. Stari i odbačeni mobiteli u prirodu otpuštaju na desetke štetnih i opasnih tvari [7]:

- kobalt,
- litij,
- bakar,
- olovo,
- živu,
- nikal te
- kadmij.

Kadmij se smatra jednom od najotrovnijih tvari na svijetu. Kako bi se spriječilo odbacivanje starih mobitela u prirodi, mobitele treba reciklirati.

Slika 6. Simbol za recikliranje

Izvor: http://recikliraj.hr/recikliranje-mobilnih-uredaja-mobitela, 14.07.2016.

Na današnjem stupnju razvijenosti tehnike i tehnologije razvile su se četiri osnovne metode zbrinjavanja EE otpada postupcima reciklaže [8]:

- Demontaža opreme: ručna demontaža dijelova koji se mogu oporaviti i ponovno koristiti
- Mehanička obrada: odstranjivanje dijelova koji sadrže opasne otpade, a potom obrada ostatka usitnjavanjem i rezanjem u cilju dobivanja korisnih materijala, npr. raznih vrsta plastike i metala
- Spaljivanje: nakon spaljivanja gorivih dijelova EE otpada dobivaju se korisni dijelovi,odnosno metali
- Kemijska obrada: plemeniti metali se mogu dobiti iz štampanih ploča putem kemijskih procesa

Svaka od ovih metoda zbrinjavanja EE otpada predstavlja određeni vid reciklaže, koji se zasnivaju na ekološkoj i ekonomskoj opravdanosti. Rezultat recikliranja su vrijedne sirovine kao što su željezo, bakar, aluminij, mesing, itd.. One se prodaju kao sekundarne sirovine i vraćaju natrag u proces proizvodnje novih uređaja. Na taj način se smanjuje eksploatacija prirodnih resursa.

U hrvatskoj postoji tvrtka Fonebank za recikliranje mobilnih telefona koja nudi uslugu lake zamjene mobilnog telefona što utjelovljuje i premašuje WEEED inicijativu (engl. *Waste Electrical and Electronic Equipment Directive*). Bitan aspekt poslovanja je pomaganje u sprječavanju zagađenja okoliša odbačenim mobilnim telefonima i dodatnom opremom. Fonebank tvrtka reciklira u skladu sa smjernicama za recikliranje kako bi osigurali maksimalno smanjenje zagađenja. [7]

5. ZAKONSKA REGULATIVA I ZAŠTITA OD ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA

Prilikom usmjeravanja zračenja baznih stanica davatelji usluga moraju uzeti u obzir dopuštene propisane količine zračenja s obzirom na pravne propise koje propisuju pojedine države. Sve bazne stanice u RH koje emitiraju radiovalove znatno su ispod normi postavljenih međunarodnih smjernica.

U Republici Hrvatskoj na snazi je više pravnih propisa koji reguliraju dopuštene količine neionizirajućeg zračenja, i to:

- Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (Narodne novine 105/99), [8] i
- Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskog zračenja (Narodne novine 91/10). [9]

Oba spomenuta 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.

Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskog zračenja propisuju se [9]:

- 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;
- izvori elektromagnetskih polja, za koje je obvezna dozvola ministra zdravlja (u daljnjem tekstu: ministar);
- uvjeti koje moraju ispunjavati pravne ili fizičke osobe za projektiranje ili postavljanje i uporabu izvora elektromagnetskih polja;
- uvjeti za ishođenje ovlaštenja za obavljanje stručnih poslova zaštite od neionizirajućih zračenja i
- način vođenja evidencija te dostavljanja izvješća i podataka ovlaštenih pravnih osoba.

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. [8]

Mjere zaštite od neionizirajućeg zračenja jesu [8]:

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. označivanje 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.

Ovisno o frekvencijskom području, temeljna ograničenja postavljaju se na sljedeće veličine:

- unutarnje (inducirano) električno polje od 1 Hz do 10 MHz,
- specifična gustoća apsorbirane snage od 100 kHz do 10 GHz i
- gustoća snage od 10 GHz do 300 GHz.

Područja povećane osjetljivosti su područja stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno, škole, ustanove predškolskog odgoja, rodilišta, bolnice, smještajni turistički objekti, dječja igrališta te površine neizgrađenih parcela namijenjene prema urbanističkom planu za jednu od prethodno navedenih namjena.

Područja profesionalne izloženosti su područja radnih mjesta koja nisu u području povećane osjetljivosti i na kojima se pojedinci mogu zadržavati do 8 sati dnevno, pri čemu je kontrolirana njihova izloženost elektromagnetskim poljima.

Na međunarodnoj razini dane su smjernice *Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric*, *Magnetic and Electromagnetic Fields* (up to 300 GHz) od strane Međunarodnog povjerenstva za zaštitu od neionizirajućeg zračenja ICNIRP (engl. *International Commission on NonIonizing Radiation Protection*) u kojima su definirane granične vrijednosti za iznose vremenski promjenjivih električnih i magnetskih polja u slobodnom prostoru, zasebno za opću i radnu populaciju. [10] Te su smjernice donesene na temelju znanstvenih istraživanja i spoznaja o štetnom učinku elektromagnetskog zračenja na zdravstveno stanje ljudi.

Također, Europska unija izdala je direktive 2004/40/EC, 2008/46/EC i preporuku 1999/519/EC koje se odnose na minimum zahtjeva za zaštitu ljudi od rizika za zdravlje i njihovu sigurnost. [10]

Prema ICNIRP (engl. *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) postoje četiri načina zaštite od zračenja:

1. Trajanje izloženosti

Za ljude koji su uz prirodno pozadinsko zračenje izloženi dodatnim izvorima zračenja, ograničavanje ili minimiziranje trajanja izloženosti smanjit će dozu zračenja.

2. Udaljenost

Intenzitet zračenja smanjuje se povećavanjem udaljenosti od izvora zračenja; doza zračenja drastično se smanjuje što se više udaljavamo od izvora

3. Štitovi

Barijere od olova, betona i vode pružaju dobru zaštitu od prodirućeg zračenja kao što je gama zračenje. Zbog toga se neki radioaktivni materijali spremaju ili se rukuje njima pod

vodom ili korištenjem daljinskog upravljanja u prostorijama izgrađenim od debelog betona ili obloženim olovom. Postoje posebni plastični štitovi koji zaustavljaju beta čestice, dok zrak zaustavlja alfa čestice. Postavljanje odgovarajućeg štita između izvora zračenja i ljudi uvelike će smanjiti ili potpuno eliminirati dodatnu dozu zračenja

4. Zatvaranje

Radioaktivni materijali zatvaraju se u što je moguće manji prostor i drže se izvan okoliša. Radioaktivni izotopi koji se koriste u medicinske svrhe odlažu se u zatvorenim ustanovama, dok nuklearni reaktori funkcioniraju unutar zatvorenih sistema sa nekoliko barijera koje zatvaraju radioaktivni materijal. Prostorije s radioaktivnim materijalom imaju snižen tlak tako da može doći samo do curenja u prostoriju, ali ne i iz prostorije.

5. ANTENE MOBILNIH KOMUNIKACIJA

Bazna stanica je, u širom aspektu, naziv za lokaciju na kojoj se nalaze primopredajni radio uređaji i odgovarajuća telekomunikacijska oprema, koja služi za povezivanje postavljenih uređaja s ostalim dijelovima javne mobilne telekomunikacijske mreže.

Bazna stanica opslužuje područje koje se naziva ćelijom (engl. *cell*). Razlikuju se po namjeni i vrsti: postoje tzv. makroćelije i mikroćelije. U makroćelijama se koriste velike i snažne antene kako bi se dobila bolja pokrivenost što većeg područja. Pristupne stanice za mikroćelije su obično postavljene na objekte različitih dimenzija i namjena, te služe za pokrivanje manjih područja. Povećanje kapaciteta može se realizirati tehnikom dijeljenja mikroćelija na pikoćelijske strukture.

Antena je naprava koja služi za emitiranje odnosno prijem elektromagnetskih valova. Kod antena možemo promatrati nekoliko bitnih parametara po kojima se antene razlikuju [11]:

- rezonantna frekvencija,
- usmjerenost (dobitak),
- polarizacija,
- impedancija te
- dijagram zračenja.

Frekvencija na kojoj neki sustav radi obrnuto je proporcionalna valnoj duljini preko konstante koju nazivamo brzinom svjetlosti. Rezonantna frekvencija je ona pri kojoj je električka duljina antene jednaka polovici valne duljine.

Usmjerenost antene je parametar koji pokazuje koliku količinu EM zračenja antena proizvodi u nekom smjeru u odnosu na zamišljenu antenu koja zrači kuglasti val.

Polarizacija antene definira se kao smjer titranja vektora električnog polja kojeg antena zrači.

Antena je sredstvo kojim prilagođavamo impedanciju pojnog voda koji izlazi iz odašiljača na impedanciju slobodnog prostora. Kada se govori o impedanciji antene, misli se na ulaznu impedanciju antene odnosno impedanciju koju vidi generator signala (odašiljač).

Dijagram zračenja je geometrijski prikaz raspodjele gustoće snage ili jakosti električnog polja u prostoru oko antene.

Mobilni radiokomunikacijski sustavi koriste frekvencije 800 – 900 MHz u radiovalnom spektru, i odašiljače koji koriste frekvencijsko područje od 1850 – 1990 MHz.

Antene za radiokomunikaciju se obično postavljaju na tornjeve, vodene cisterne i druga visoka mjesta kao što su krovovi zgrada itd. Antene su obično postavljene u tri grupe po tri antene gdje jedna antena u svakoj grupi emitira signale mobilnim jedinicama (telefonima u autu, mobitelima). Druge dvije antene u svakoj grupi se koriste za primanje signala od mobilnih jedinica. Zračenje ovih antena je znatno no samo u njenoj bližoj okolini (desetke centimetara).

U najgorem slučaju količina zračenja se kreće oko 1 $\mu W/cm^2$ (dozvoljena količina zračenja se kreće prosječno oko 580 $\mu W/cm^2$ za period izlaganja od 30 minuta). Da bi došlo do opasnosti od zračenja za pojedinca, on bi se trebao popeti na razinu na kojoj antena odašilje signale na udaljenosti oko pola metra. Do takvih izvora je inače ulaz nedostupan (osim za radnike). [11]

Izgradnja baznih stanica u Hrvatskoj radi se:

- bez građevinske i lokacijske dozvole (jedina zemlja EU i regije s takvim propisom),
- bez informiranja stanovništva,
- bez javne rasprave i suglasnosti lokalne samouprave,
- bez potrebe usklađivanja s GUP-om ili dokumentima prostornog uređenja (antenski prihvati),
- bez studije utjecaja na okoliš te
- unutar 60 dana (u većini drugih EU članica između 90 dana i 2 godine).

5.1. BEŽIČNI PRENOSIVI UREĐAJI

Najpoznatije bežične mreže su mreže mobilnih telefonskih usluga. Mobilni uređaj uspostavlja komunikaciju preko pristupnih stanica, koje prosljeđuju poziv žičnim putem ili dalje do druge pristupne stanice u dometu.

Laboratorijska mjerenja su provedena korištenjem bežičnog radio uređaja na različitim frekvencijama da se odredi količina radivoalne energije koja bi mogla biti apsorbirana u glavu pojedinca koji koristi jedan od ovih uređaja.

Bežični prenosivi radio uređaji, npr. *walkie-talkies* su uređaji male snage koji se koriste za slanje i primanje poruka preko relativno male udaljenosti. Zbog korištenja niskih energetskih nivoa (obično nekoliko Watta ili manje) ovi radio uređaji se normalno ne bi smatrali kao mogući izvori opasnog zračenja. [1]

Nisu pronađeni nikakvi dokazi da bi izlaganje odnosno korištenje tih uređaja bilo opasno, a ni da nije opasno, jer se istraživači nisu još jasno izrazili o vezi ovih uređaja i opasnosti koje nastaju uz njih. [11]

Slika 7. Prikaz uspostavljanja poziva

Izvor:http://estudent.fpz.hr/Predmeti/Mobilni_komunikacijski_sustavi/Materijali/3predavanje.pdf, 15.07.2016.

5.2. RADIO I TV ODAŠILJAČKE ANTENE

Za prijem i slanje radiovalova koristi se antena. Kod niskih frekvencija radiovalova, npr. kod radio prijema, antene su vrlo jednostavne izvedbe, dok povećanjem frekvencije gubitak snage signala u vodovima, a i u samoj anteni dolazi do izražaja, te su antene u računalnim bežičnim mrežama složenije izvedbe. [12]

Signali radio i tv antena je bitan izvor zračenja u okolišu. Količina zračenja kojoj može biti izložen radnik ili ovisi o frekvenciji zračenja. Antene odašilju na različitim frekvencijama, u ovisnosti o kanalu, od 550 kHz za AM radijske do 800 MHz za UHF televizijske stanice. [12]

Operativna snaga je oko nekoliko stotina vata za radio stanice do milijun vata za određenu televizijsku stanicu. Intenzitet elektromagnetskog polja koje se stvara pri odašiljanju signala ovisi o više faktora : tip stanice, dizajn antene koja se upotrebljava, snaga odašiljanja prema anteni, visini antene i udaljenosti od antene. Pošto ljudsko tijelo više apsorbira energiju pri određenim frekvencijama, opasnost od zračenja će ovisiti o frekvenciji i intenzitetu odašiljanog signala.

Obično je pristup takvim antenama zabranjen, da neko ne bi bio izložen poljima velike jačine koja postoje oko antene. Mjerenja koja su obavljena oko takvih antena u nastanjenim područjima pokazuju da nivo zračenja je tipično dosta ispod onoga koji se smatra opasnim. Radnici koji popravljaju ili vrše određene radove na antenama su izloženi poljima velike jačine. Da ne bi do toga došlo trebalo bi osigurati da se radi na antenama kada ne odašilju signale i da se specificira minimum udaljenosti na kojoj je radnik zaštićen. Na Slici 8. prikazana je odašiljačka antena.

Slika 8. Odašiljačka antena

Izvor: http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/mijic/radioprijenos.html, 20.07.2016.

6. EKOLOŠKA POLITIKA I SUVREMENI TRENDOVI U TELEKOMUNIKACIJSKOM PROMETU

Zračenje mobilnih telefona mjeri se SAR vrijednošću odnosno specifičnom brzinom apsorpcije koja označava količinu elektromagnetske energije koju naše tijelo upija u jedinici vremena dok koristimo svoj mobilni telefon.

Razina elektromagnetskog polja koju proizvode mobilni telefoni veća je od razine elektromagnetskog polja koju proizvode bazne stanice, jer se prilikom korištenja mobilni telefoni drže neposredno uz tijelo. Antenski sustavi uvijek se postavljaju na povišenim mjestima, a jakost tog polja drastično opada s povećanjem udaljenosti od njegova izvora.

Elektromagnetske emisije baznih stanica u Hrvatskoj usklađene su s ograničenjima, a stručnjaci stalno prate sva istraživanja i uvažavaju mišljenja uglednih nezavisnih hrvatskih i međunarodnih ustanova. [13]

Pravilnik o ograničenjima jakosti elektromagnetskih polja za radijsku opremu i telekomunikacijsku terminalnu opremu obvezuje operatere da nakon puštanja bazne stanice u rad kod ovlaštene nezavisne institucije zatraže elaborat mjerenja jakosti elektromagnetskog polja. Na zahtjev Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije (HAKOM), operater HAKOM-u dostavlja primjerak elaborata. Na temelju zaprimljenih podataka i elaborata mjerenja HAKOM izdaje “Potvrdu o sigurnosti“ kojom se potvrđuje da bazna stanica ne stvara elektromagnetska polja čije bi vrijednosti prelazile one propisane ovim Pravilnikom.

U Hrvatskoj ispitivanja i mjerenja o jakosti zračenja elektromagnetskog zračenja provode neovisne ustanove poput Fakulteta elektrotehnike i računarstva ili Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada. [14]

Svjetska zdravstvena organizacija prije nekoliko godina objavila je izvještaje o baznim stanicama i bežičnim tehnologijama u kojima se nalaze i informacije o utjecaju elektromagnetskog zračenja na ljudsko zdravlje te zaključila da su svi do sada prikupljeni dokazi pokazali da signal baznih stanica ne uzrokuje kratkoročne niti dugoročne negativne utjecaje na ljudsko zdravlje.

S obzirom na izloženost vrlo niskim razinama elektromagnetskog zračenja i do sada prikupljenim rezultatima istraživanja, nema uvjerljivog znanstvenog dokaza da slabi

radiofrekvencijski signali baznih stanica i bežičnih mreža mogu uzrokovati negativne posljedice na zdravlje.

HAKOM je objavio izmjene i dopune Pravilnika o načinu i rokovima provedbe mjera zaštite sigurnosti i cjelovitosti mreža i usluga (NN br. 67/16) koji stupa na snagu 1. siječnja 2017. godine. [15]

Riječ je o izmjenama kojima se za operatore predviđaju obveze revizije informacijskog sustava, a koje su dio mjere Nadzora tehničkih i ustrojstvenih mjera, koje poduzimaju operatori za osiguranje sigurnosti svojih mreža i usluga i usmjeravanje operatora javnih komunikacijskih mreža i/ili usluga u cilju osiguranja visoke razine sigurnosti i dostupnosti javnih komunikacijskih mreža i usluga.

Odlukom o donošenju Nacionalne strategije kibernetičke sigurnosti i Akcijskog plana za njezinu provedbu (NN 108/15), HAKOM je određen nositeljem navedene mjere, te su stoga, radi ispunjenja obveza iz navedene mjere, donesene odgovarajuće izmjene i dopune Pravilnika. [15]

Predviđene su i dodatne izmjene koje se odnose na usklađivanje s ENISA-inim (engl. *European Network and Information Security Agency*) smjernicama i obrascima, te izmjene koje bi trebale doprinijeti jasnijem propisivanju obveza vezano za način obavještavanja krajnjih korisnika o nastalom incidentu. [15]

ENISA je agencija Europske unije koja se bavi pitanjima sigurnosti informacija i informacijskih mreža. Agencija je službeno počela raditi 15. ožujka 2004., a sjedište joj je u Heraklionu u Grčkoj. Zadatak ENISA agencije je pomoći institucijama Europske unije, državama članicama i poslovnoj zajednici da prepoznaju probleme vezane uz sigurnost podataka i pronađu rješenja koja će osigurati visoki stupanj zaštite i sigurnosti mreža i informacija.

Vladajuća tijela svih država u svijetu, službena medicina i tzv. organizacije koje se brinu o zdravlju ljudi kao što su Svjetska Zdravstvena Organizacija WHO (engl. *World Health Organization*) i ICNRIP (ENGL. *International Commission on NonIonizing Radiation Protection*) danas priznaju samo toplinski efekt zagrijavanja ljudskog tkiva uslijed elektromagnetskog zračenja kao mogući uzročnik zdravstvenih problema. Stoga sve smjernice o dozvoljenom elektromagnetskom zračenju koju su trenutno na snazi u svijetu u obzir uzimaju samo istraživanja termalnog efekta na ljudsko tkivo i to u relativno kratkom periodu

promatranja. Glavna ideja vodilja ovih smjernica je da dugotrajno izlaganje malim dozama zračenja (unutar dopuštenih limita) ne može imati negativan utjecaj na ljudsko zdravlje. [16]

Međutim, postoje brojna istraživanja od strane uglednih istraživača i institucija koje navode da postoje ozbiljni negativni efekti na ljudsko zdravlje uslijed izlaganja i vrlo malim dozama elektromagnetske radijacije (tzv. netermalni efekt elektromagnetskog zračenja). Ova istraživanja i analize su dostupne kroz nezavisnu istraživačku skupinu nazvanu BioInicijativa.

Ponukani sve većim porastom raka i korelacijom s brojem korisnika mobitela u svijetu, WHO i Internacionalna agencija za istraživanja raka IARC (engl. *International Agency for Research on Cancer*) 2011. godine priznale su mobilnu telefoniju kao mogući uzročnik raka i svrstale je u istu skupinu (2B) mogućih karcinogena kao i benzen i DDT.

Neke od suvremenih tehnologija planiraju se kako slijedi [17]:

- Male ćelije

Male ćelije su u biti male bazne stanice koje integriraju Wi-Fi i 3G/LTE. Omogućuju mobilnom operatoru rasterećenje (engl. *offload*) Wi-Fi i 3G/LTE prometa s makro ćelija mobilne mreže u gusto naseljenim urbanim sredinama. Ove ćelije su vrlo malih dimenzija, mogu se lako 'posijati' po javnim površinama i skoro mogu biti nezamjetljive. Dapače, to je i prijedlog *Ericsonna* koji predlaže da se kod gradnje ili rekonstrukcije objekata, odmah u zidove ili stropove ugrade ovakve male ćelije: važnost malih ćelija u heterogenim mrežama.

- Automobilski hot-spotovi

BMW tvrtka s ponosom predstavlja *BMW Car Hotspot LTE* tehnologiju koja omogućava ugradnju 3G/LTE rutera unutar automobila. Na taj način taxi prijevoznici mogu omogućiti klijentima bežično surfanje, a i možda važnije u očima automobilske industrije, je mogućnost umrežavanja i 'pametnog' spajanja, odnosno komuniciranja automobila jedan s drugim, s naplatnim rampama i slično.

- Wi-Fi hot-spotovi

Južna Koreja planira do 2017.g. uvesti 12000 novih Wi-Fi hot-spotova te izgraditi nacionalnu Wi-Fi mrežu.

- Wi-Fi stadion

Gradi se najveći Wi-Fi stadion na svijetu - u New Orleansu se gradi najveći stadion NFL lige koji će imati čak 1500 pristupnih točaka za bežični pristup Internetu.

- Bežična mreža u kampusu u Splitu

U planu je izgradnja bežične mreže u sveučilišnom kampusu u Splitu.

- HotSpot Croatia

HotSpot Croatia je projekt Ministarstva turizma Hrvatske koje planira bespovratno dati 1.5 milijun kuna općinama za izgradnju novih 'hot-spots' pristupnih točaka i to uglavnom po malim turističkim mjestima u Dalmaciji. Očekuje se gradnja oko 269 novih pristupnih točaka.

7. ZAKLJUČAK

Informacijska tehnologija mijenja načine na koji ljudi rade i žive. Svjedoci smo sve veće uporabe uređaja u čijoj je osnovi emitiranje, prijenos i primanje neionizirajućih elektromagnetskih valova. Mobilni je telefon u svakodnevnom životu postao nezamjenjiv. Omogućuje nam komunikaciju u pokretu, unaprjeđuje kvalitetu života i poslovanja te njime možemo zatražiti informacije ili pomoć bilo gdje i bilo kada.

Čovjek je svakodnevno izložen različitim zračenjima od kojih većina, pri umjerenoj izloženosti, ne utječe na zdravlje. Kad se govori o mobilnoj telefoniji, često se u negativnom kontekstu spominje elektromagnetsko zračenje, tj. njegov utjecaj na čovjeka korištenjem mobilnih uređaja .

Broj korisnika koji su prepoznali prednosti mobilne komunikacije stalno raste, kako u svijetu tako i u Hrvatskoj.

Telekomunikacijska komponenta sustava zaštite najčešće predstavlja zasebnu strukturu unutar same telekomunikacijske mreže, a razlog tome leži u zahtijevanom stupnju kvalitete i pouzdanosti sustava zaštite, koji je općenito veći nego onaj koji se zahtjeva od samih telekom sustava.

Osnovni cilj komunikacijskih sustava unutar energetskih sustava (sustava zaštite) je da se omogući brza, pouzdana i jasna izmjena kritičnih kontrolnih signala i drugih podataka.

Svaka država za sebe definira zakone, odredbe i uredbe kojima definira prekogranične aktivnosti u telekomunikacijskom svijetu. Jednako tako, sve aktivnosti za razvoj i korištenje digitalne ekonomije ovise o pristupu Internetu. Postoje vrlo bitne razlike između pojedinih država u pogledu telekomunikacijske legislative i zakona vezanih uz radiofrekvencijski spektar. Te činjenice bitno utječu na razvoj jedinstvenog telekomunikacijskog tržišta.

Rasprava o mobilnoj komunikaciji i ljudskom zdravlju najčešće započinje kada saznamo da se u našoj blizini gradi bazna stanica. Tada obično ne govorimo o činjenicama ili znanstvenim istraživanjima i mjerenjima, nego o pretpostavljenoj opasnosti od zračenja. Zbog postojanja zračenja baznih stanica treba se držati određenih pravila sigurnosti prilikom rada s njima. Postoje međunarodni pravilnici o sigurnosti od izlaganja osoba radiofrekventnom zračenju od strane antena baznih stanica mobilne telefonije.

Neosporna je činjenica da usporedno s rastom broja raste i broj sve težih oboljenja kao što su tumori i to kod sve mlađe populacije, pa čak i djece. Zadnje brojke govore da se u svijetu upotrebljava oko 6 milijardi mobitela.

Iako postoji zakon o elektromagnetskom zračenju i pravilnik o postavljanju baznih stanica, smatram da su stanovnici Hrvatske još uvijek nedovoljno informirani o štetnosti samog zračenja, kao i o mjerama sigurnosti i zaštite od zračenja.

8. LITERATURA

[1] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/tk_i_okolis.pdf (srpanj, 2016.)

[2] http://www.huzez.hr/assets/Uploads/Mjere-predostroznosti-wi-fi-3.pdf (kolovoz, 2016.)

[3] http://161.53.18.5/static/erg/2001/zirdum/radioant1.htm (srpanj, 2016.)

[4] Macan J, Turk R. Health effects of radiofrequency radiation, 2010

[5] Pejnović, N. Utjecaj bežičnih tehnologija na ljudsko zdravlje, 2009.

[6] http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2003/koscak/zdravstveniRiziciKoristenjaMobUredaja.pdf (srpanj, 2016.)

[7] http://recikliraj.hr/recikliranje-mobilnih-uredaja-mobitela/ (srpanj, 2016.)

[8] I. Kranjčević-Orešković: Zbrinjavanje i reciklaža EE otpada, ŽSV informatike, Otočac, 2010.

[8] http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_12_146_2740.html (srpanj, 2016.)

[9] www.zakon.hr/z/347/Zakon-o-zaštiti-od-neionizirajućeg-zračenja (srpanj, 2016.)

[10] http://www.icnirp.org/ (srpanj, 2016.)

[11]http://estudent.fpz.hr/Predmeti/Mobilni_komunikacijski_sustavi/Materijali/3predavanje.pdf (srpanj, 2016.)

[12] http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/mijic/radioprijenos.html (srpanj, 2016.)

[13] http://www.duhovnaizgradnja.com/forum/viewtopic.php?f=19&t=517 (srpanj, 2016.)

[14]https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Trendovi_razvoja_metoda_za_povecanje_otpornosti_svjetlovodne.pdf (srpanj, 2016.)

[15] http://www.ictbusiness.info/telekomunikacije/ (srpanj, 2016.)

[16] https://www.iarc.fr/ (kolovoz, 2016.)

[17] http://mandrilo.com/index.php/elektromagnetsko-zagadjenje#13 (kolovoz, 2016.)

POPIS KRATICA

ELF (engl. *Extremely Low Frequency*)

ENISA (engl. *European Network and Information Security Agency*)

HAKOM (Hrvatska agencija za poštu i elektroničke komunikacije)

IARC (engl. *International Agency for Research on Cancer*)

ICNIRP (engl. *International Commission on NonIonizing Radiation Protection*)

IR (engl. *Infrared*)

MW (engl. *Microwave*)

RF (engl. *Radiofrequency*)

SAR (engl. *Specific Absorption Rate*)

UV (engl. *Ultraviolet*)

UNEP (engl. *United nations environment programme*)

WEEED (engl. *Waste Electrical and Electronic Equipment Directive*)

WHO (engl. *World Health Organization*)

POPIS SLIKA

Slika 1. Elektromagnetski spektar 8
Slika 2. Spektar elektromagnetskog zračenja 9
Slika 3. Zagrijavanje ljudske glave 14
Slika 4. Dozvoljene SAR vrijednosti 19
Slika 5. Sastav mobilnog terminalnog uređaja 21
Slika 6. Simbol za recikliranje 22
Slika 7. Prikaz uspostavljanja poziva 30
Slika 8. Odašiljačka antena 32

POPIS TABLICA

Tablica 1. SAR vrijednosti pojedinih mobilnih uređaja..... 18

METAPODACI

Naslov rada: Utjecaj mobilnih komunikacijskih sustava na okruženje

Student: Iva Oršiček

Mentor: mr.sc. Zoran Vogrin

Naslov na drugom jeziku (engleski):

Impact of Mobile Communication Systems on Sourrandings

Povjerenstvo za obranu:

prof. Dr. Sc. Dragan Peraković	predsjednik
Mr.sc. Zoran Vogrin	mentor
Prof. Dr. Sc. Jasna Golubić	član
Prof. Dr. Sc. Eduard Missoni	zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: IKP

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: PROMET (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane završnog rada: 13.09.2016.

Napomena: pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je __ZAVRŠNI RAD___ (vrsta rada) isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi. Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom _____**Utjecaj mobilnih komunikacijskih sustava na okruženje**____, na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica: U Zagrebu, _____

_____