

ELEKTROMAGNETSKA POLJA U LJUDSKOME OKOLIŠU I IZAZOVI NORMIZACIJE

mr. sc. Branko Burazer, dipl. ing.
Hrvatski zavod za norme
Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb

Sažetak: Primjena bežičnih tehnologija zadnjih godina eksponencijalno raste. Razina umjetno stvorenoga neionizirajućega elektromagnetskog zračenja iz različitih izvora raste puno većom brzinom od sposobnosti čovjekove prilagodbe. Mi smo aktivni sudionici velikoga društvenog eksperimenta čije sve pozitivne, a još manje potencijalno negativne utjecaje na čovjekov psihofizički razvoj nismo u stanju jasno sagledati. Posebno su osjetljive skupine u tom procesu djeca, trudnice i profesionalci koji su u svakodnevnom poslu izloženi povećanim razinama elektromagnetskih (EM) polja.

Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja, ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) objavila je 1998. godine preporuke o osnovnim ograničenjima i referentnim razinama neionizirajućeg zračenja. Vodili su se sljedećim temeljnim načelima: toplinski efekti, kratkotrajna izloženost EM polju i potvrđeni znanstveni dokazi. Te preporuke prihvatila je i Europska unija putem Preporuke Vijeća 1999/519/EZ o ograničenjima izloženosti opće populacije elektromagnetskim poljima u rasponu od 0 Hz do 300 GHz.

Na temelju tih preporuka, na europskoj je razini donesena Direktiva 2004/40/EZ, u kojoj su definirani minimalni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi koji se odnose na izloženost radnika rizicima od EM polja. Zbog različitih interesa i određenih nedostataka, primjena ove direktive odgađana je više puta. Stavljena je izvan snage i zamijenjena Direktivom 2013/35/EU o minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim fizikalnim čimbenicima (elektromagnetska polja).

U Republici Hrvatskoj su preporuke iz Direktive primijenjene kroz izradu odgovarajuće pravne i zakonske regulative. Ministarstvo zdravlja nadležno je za provođenje mjera zaštite od neionizirajućeg zračenja sukladno Zakonu o zaštiti od neionizirajućeg zračenja i Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskih polja.

Normizacijske organizacije na međunarodnoj razini (IEC, ITU, ISO), u Europi (CENELEC, CEN, ETSI) te HZN na nacionalnoj razini provode normizacijske aktivnosti kroz izradu odgovarajućih norma, uputa, tehničkih specifikacija i drugih dokumenata. Na temelju normizacijskih zahtjeva Europske komisije, CEN, CENELEC i ETSI izrađuju usklađene norme koje se objavljuju u službenom glasilu Europske unije i predstavljaju bitan element u procesu stavljanja sigurnih proizvoda i usluga na europsko tržište.

Sve više novijih istraživanja potvrđuju da pretjerana upotreba pametnih telefona, tableta i drugih bežičnih uređaja može imati negativni utjecaj na fizičko, emocionalno i psihičko zdravlje ljudi. Međunarodna zdravstvena organizacija (WHO – World Health Organization) je zbog toga stavila neionizirano elektromagnetsko zračenje na listu potencijalnog uzročnika raka kod ljudi, i to u kategoriju 2B.

Na znanstvenoj zajednici velika je odgovornost da provedu interdisciplinarna istraživanja i uvedu dodatne kriterije koji se odnose na različite vidove **netoplinskog** utjecaja EM polja, navike upotrebe mobilnih uređaja ili trajanje izloženosti EM polju.

Ključne riječi: elektromagnetsko polje, temeljna ograničenja, referentne razine,

1. UVOD

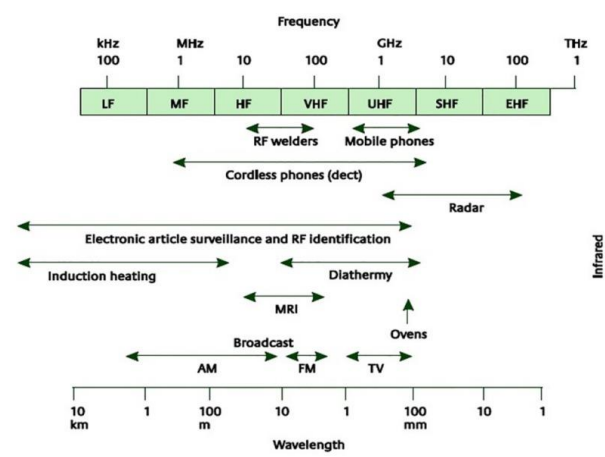
Čovjekov organizam predstavlja bioelektrični sustav koji djeluje kao rezultat unutarnjih procesa, ali i različitih utjecaja iz vanjskog okruženja. Još uvijek znanost nije u potpunosti otkrila mehanizme međudjelovanja EM polja i ljudskoga bioenergetskog polja odnosno fizičkog tijela. Izloženost utjecaju vanjskih umjetno stvorenih elektromagnetskih polja može imati pozitivne, ali u

određenim uvjetima i štetne zdravstvene učinke. Međunarodna znanstvena istraživanja, posebno zadnjih godina sve više potvrđuju da su EM polja biološki aktivna kod ljudi i životinja. Stanovništvo je zadnjih desetljeća izloženo sve većim razinama EM polja koja potječu od različitih električnih i elektroničkih uređaja i instalacija. Živimo u vremenu masovnog uvođenja bežičnih tehnologija u vrlo širokom spektru ljudskih djelatnosti.

Još uvijek se važeće znanstveno uporište, na temelju kojega je izgrađen regulatorni i normizacijski sustav, zasniva na izvješću međunarodne komisije za zaštitu od neionizirajućeg zračenje (ICNIRP) iz 1998. godine, potkrijepljen najnovijim izvješćem znanstvenog odbora za rastuće i novoutvrđene zdravstvene rizike (SCENIHR). U takvim okolnostima znanstvena zajednica zajedno s normizacijskim organizacijama i regulatornim tijelima propisuje odgovarajuće norme kao i metode zaštite od mogućih štetnih zdravstvenih učinaka EM polja na ljude. U Hrvatskoj su doneseni zakoni i prateći pravilnici koji reguliraju ovu materiju sukladno važećim direktivama Europske unije, a HZN, kao nacionalno normirno tijelo, razvija i prihvaća odgovarajuće izvorne, europske ili međunarodne norme. Sve više znanstvenih istraživanja potvrđuje pojavu štetnih zdravstvenih učinaka na ljude izložene djelovanju EM polja **pri znatno nižim razinama** od onih propisanih u važećim zakonskim i normizacijskim dokumentima. To zahtijeva **usklađeni** napor svih zainteresiranih dionika da se donese novi regulatorni i normizacijski okvir koji će na kvalitetniji način osigurati zaštitu zdravlja ljudi uz istovremenu široku primjenu bežičnih tehnologija

2. RF SPEKTAR

Dio elektromagnetskog spektra koji predstavlja neionizirajuće zračenje i stvara određene zdravstvene učinke prikazan je na slici 1.



Slika 1- Neionizirajući dio elektromagnetskog spektra

Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture izdalo je *Pravilnik o namjeni radiofrekvencijskog spektra* (NN 107/2013) te *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o namjeni*

radiofrekvencijskog spektra (NN 94/2015 i NN 32/2017).

Ovim se Pravilnikom propisuje namjena radiofrekvencijskog spektra u Republici Hrvatskoj. Omogućuje usklađenu uporabu radiofrekvencijskog spektra te primjenu i razvoj suvremenih elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga, uz uvažavanje načela zaštite javnog interesa, načela objektivnosti, transparentnosti, razmjernosti i nediskriminacije u upravljanju i uporabi radiofrekvencijskog spektra, te uvažavanje odgovarajućih gospodarskih, sigurnosnih, tehničkih, zdravstvenih, kulturnih i znanstvenih zahtjeva.

Jedan način podjele frekvencijskog spektra i značajniji izvori koji generiraju EM polja, prikazan je u tablici 1.

Naziv	Frekvencijsko područje	Značajniji izvor
Statička polja (samo magnetska polja)	0 Hz	Primjena u medicini (MRI skeneri)
Vrlo niske frekvencije	$0 < f \leq 300$ Hz	Elektroenergetski vodovi, električni i elektronički kućni uređaji
Međufrekvencije	$300 \text{ Hz} < f \leq 100 \text{ kHz}$	Video pokazivači, protuprovalni uređaji, čitači kartica, detektori metala
Radijske frekvencije	$100 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	Mobilni uređaji i bazne postaje komunikacijskih sustava (GSM, UMTS, LTE, WLAN, RFID,), medicinske primjene, radio i TV difuzija, mikrovalne pećnice
Niže terahercno područje (THz)	Između radiovalova i optičkog spektra	Spektroskopija

Tablica 1- Pregled frekvencijskog spektra i značajnijih izvora EM polja

Ne razmatra se utjecaj infracrvenog i ultraljubičastog dijela spektra.

3. PRIMJENA RF TEHNOLOGIJA

Informacijsko društvo u kojemu živimo sve veću važnost daje primjeni bežičnih tehnologija u širokom frekvencijskom području (M2M – bežična komunikacija između uređaja, pametno mjerenje, inteligentni transportni sustavi, pametne energetske mreže, električna mreža na tijelu, pametna kuća, e-škola).

Glavni izvori EM polja u području jako niskih frekvencija su energetske vodove te kućanski električni i elektronički uređaji. U radiofrekvencijskom dijelu spektra to su mobiteli i pametni telefoni, bežična laptop računala, odašiljački antenski sustavi pokretnih komunikacijskih sustava (GSM, UMTS, LTE, WiFi, WIMAX) te radiodifuzni i TV odašiljački antenski sustavi. Popularnost bežične komunikacije je tako narasla da se žičani telefonski sustavi sve više zamjenjuju bežičnim. ITU procjenjuje da će 2020. godine u svijetu biti preko 50 milijardi uređaja koji primjenjuju bežičnu komunikaciju. U tom je procesu glavni motiv ubrzani tehnološki razvoj uz osiguranje kratkoročne ekonomske učinkovitosti. Pri tome se ne vodi dovoljno računa o mogućim dugoročnim negativnim utjecajima, posebno na zdravlje ljudi i onečišćenje okoliša.

Radijski odašiljači, od radiodifuznih do onih u uređajima za bežičnu identifikaciju, postaju sveprisutni s tendencijom smanjivanja potrebne odašiljačke snage. Radi bolje i učinkovitije iskoristivosti ograničenoga frekvencijskog spektra, novi pametni telefoni upotrebljavaju više frekvencijskih područja na kojima mogu komunicirati, radiofrekvencijski moduli (Wi-Fi, Bluetooth...) su integrirani u brojne elektroničke uređaje (laptop, kamere, kreditne kartice, ID kartice, kućanske uređaje, vozila, pametnu odjeću, medicinske uređaje...). Novi trend razvoja **pametnih gradova** sadrži primjenu bežičnih tehnologija kao ključan element u njegovim brojnim sustavima. U području mobilnih mreža već su u primjeni 4 tehnološke generacije (NMT, GSM, UMTS, LTA). U fazi testiranja su i brojne funkcionalnosti koje nas očekuju s primjenom pete generacije mobilnih komunikacijskih sustava. Sve veća je primjena bežičnog prijenosa energije za napajanje električnih uređaja male snage.

4. IZLOŽENOST DJELOVANJU EM POLJA

Izloženost ljudi djelovanju elektromagnetskih polja dolazi iz sve većeg broja različitih izvora koji pronalaze primjenu u sve više područja svakodnevnog života.

U frekvencijskom području iznad 100 kHz pa do nekoliko GHz je najbrži porast različitih tehnoloških primjena u kojima se emitira EM polje. Najveća izloženost djelovanju EM polja, kako za opću populaciju tako i za profesionalce, dolazi od odašiljača u neposrednoj blizini ili na samom tijelu. Glavni faktori koji utječu na intenzitet izloženosti jesu udaljenost, snaga i odnos aktivnog i pasivnog stanja izvora. Današnji pametni telefoni predstavljaju glavni izvor zračenja koji utječe na tkivo i funkcioniranje samoga mozga.

U odnosu na prvu generaciju mobilne telefonije (GSM) uvedena su brojna tehnološka poboljšanja (dinamička kontrola snage, diskontinuirano odašiljanje) kao i tzv. „hands free“ kompleti kojima se znatno smanjuje snaga odašiljača, a time i stupanj izloženosti djelovanju EM polja. Pri procjeni izloženosti potrebno je uzeti u obzir istovremeno djelovanje EM polja iz više različitih izvora u blizini tijela, što ponekad može zahtijevati specifičnu dozimetriju za pojedini organ.

Znatno se povećao broj izvora EM polja u zatvorenim prostorima (različite pristupne točke za bežičnu komunikaciju, bazne postaje kratkoga dometa, npr. 3G femtoćelije, WiFi ili DECT uređaji).

Očekuje se porast primjene uređaja koji rade u milimetarskom valnom području i u THz-nom frekvencijskom području (u sustavima nedestruktivne kontrole kvalitete, za širokopojasne telekomunikacije kratkoga dometa).

Jedan je od najvažnijih neriješenih problema kod eksperimentalnih kao i epidemioloških studija nemogućnost detaljnog i jasnog opisa same dozimetrije. Mnoge su provedene studije pokazale postojanja bioloških utjecaja djelovanja EM polja. Međutim, zbog nedovoljno kvalitetnog opisa same izloženosti znanstvenici nisu u mogućnosti provesti nezavisne studije kojima bi potvrdili navedene rezultate. Takve studije s nedovoljnim opisom samog procesa izloženosti imaju malu ili nikakvu vrijednost pri ocjenjivanju mogućeg rizika jer ne osiguravaju znanje o metodama djelovanja tog procesa. Za realnu dozimetriju potrebno je izvršiti provjeru većeg broja parametara koji spadaju unutar sljedećih pet kategorija: intenzitet i vrijeme izloženosti, značajke frekvencijskog područja, opis prostorne (geometrijske) raspodjele, kombinirana izloženost iz više izvora te značajke samog sustava izloženosti djelovanju EM polja.

Studije i istraživanja zdravstvenih učinaka EM djelovanja EM polja na ljude se trebaju provoditi duže vrijeme odnosno barem nekoliko godina kako bi se mogla uspostaviti uzročno posljedična povezanost s dijagnozom određenoga zdravstvenog poremećaja.

U pravilu se procjena izloženosti provodi na temelju

- **kratkotrajnih mjerenja** do dva dana uz neposredan nadzor izložene osobe
- **lokacijsko mjerenje** koje predstavlja kratkotrajan uzorak ukupne izloženosti EM poljima na pojednoj lokaciji (škola, vrtić...)

Da bi se osiguralo kvalitetno mjerenje **dugotrajne izloženosti** od npr: energetskih elektrovodova, TV/radio odašiljača ili baznih postaja, neophodno je sakupiti relevantne podatke o tim izvorima tijekom dužeg promatranog vremena. Pri tome je poseban problem odrediti koja je to najniža vrijednost određene mjerene veličine kod koje se zbog dugotrajne izloženosti pojavljuje štetno djelovanje.

Pri procjenjivanju izloženosti nužno je osigurati odgovarajuću vremensku i prostornu rezoluciju s posebnim fokusom na pojedine dijelove tijela. Budući da smo svi neprekidno izloženi djelovanju EM polja, jako je teško osigurati referentne kontrolne grupe koje neće biti izložene djelovanju EM polja. Zbog nemogućnosti ispitivanja specifičnih mehanizama djelovanja, istraživači primjenjuju pomoćne mjere za ocjenjivanje izloženosti pomoću mjerenja jakosti polja, frekvencije EM valova, gustoće snage ili specifične brzine apsorpcije.

4.1 Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja - ICNIRP

ICNIRP-ove *Upute za ograničenje izloženosti vremenski promjenjivim električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (do 300 GHz)*, objavljene su 1998. godine. Uvedene su dvije vrste populacije koje su izložene utjecaju EM polja: profesionalna i opća populacija.

Profesionalnu populaciju čine odrasle osobe koje su izložene u poznatim uvjetima i koji su svjesni određenog rizika te poduzimaju zaštitne mjere.

Opću populaciju čine sve dobne skupine, različitog zdravstvenog stanja, među kojima su i posebno osjetljive skupine (djeca, trudnice), a koji nisu svjesni da su izloženi djelovanju EM polja niti poduzimaju bilo kakve zaštitne mjere. Zbog toga su za opću populaciju uvedene stroža ograničenja izloženosti u odnosu na profesionalnu populaciju.

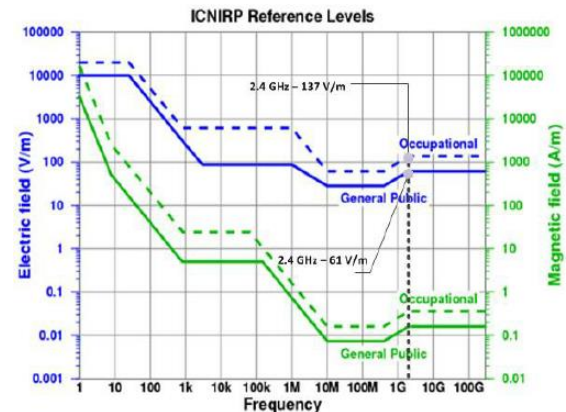
Temeljna ograničenja izloženosti EM polju zasnivaju se na potvrđenim zdravstvenim učincima. Ovisno od frekvencije, fizičke veličine koje se upotrebljavaju za definiranje temeljnih ograničenja na izloženost EM poljima su:

- *gustoća struje*, 1 Hz - 10 MHz, zaštita od štetnog djelovanja na funkcije živčanog sustava;
- *specifična brzina apsorpcije (SAR)*, 100 kHz - 10 GHz, zaštita od toplotnog stresa cijelog tijela kao i lokalno pretjerano zagrijavanje tkiva;
- *gustoća struje* i *SAR*, 100 kHz - 10 MHz;

- *gustoća snage*, 10 GHz - 300 GHz zaštita od pretjeranog zagrijavanja površinskog dijela tkiva.

Zaštita od štetnih zdravstvenih učinaka je osigurana ako temeljna ograničenja nisu prekoračena.

Referentne razine izloženosti omogućuju usporedbu s mjernim vrijednostima fizičkih veličina (slika 2). Sukladnost s referentnim razinama osigurava sukladnost s temeljnim ograničenjima.



Slika 2 - ICNIRP-ove referentne razine za opću i profesionalnu populaciju

Zbog nedovoljnog znanja o realnim procesima koji se odvijaju u biološkim organizmima izloženim djelovanju EM polja kao i nesigurnosti povezanoj s odgovarajućom dozimetrijom, uvedeni su određeni sigurnosni faktori u vidu strožih temeljnih ograničenja i nižih referentnih razina. Dopusštena vrijednost referentnih veličina za opću populaciju, u zavisnosti od frekvencijskog područja, smanjena je za 2-5 puta u odnosu na profesionalnu populaciju. Vrijednosti za referentne razine su dobivene primjenom matematičkih modela i ekstrapolacijom iz rezultata laboratorijskih ispitivanja na pojedinim frekvencijama.

4.2 Svjetska zdravstvena organizacija (WHO)

Međunarodna agencija za istraživanje raka IARC (International Agency for Research on Cancer) koja djeluje kao dio Svjetske zdravstvene organizacije (WHO – World Health Organisation) potvrdila je 2001. godine da EM polja jako niskih frekvencija **moгу** uzrokovati pojavu raka te su ih stavili u **kategoriju 2B**. Detaljnom analizom dostupnih studija i istraživanja, posebno onih povezanih s nastankom malignih tumora, IARC je 2011. godine klasificirao EM polja **radijskih** frekvencija također u **kategoriju 2B** kao moguće

uzročnike pojave raka u čovjeka. To se odnosi na EM polja jako niske jakosti koja stvaraju različiti uređaji kao što su: mobilni telefoni, pametni telefoni, Wi-Fi uređaji, bežični laptopi, bežični hotspotovi, elektronički dječji zaslone, pristupne točke u bežičnim učionicama i drugi. **WHO Interfon** konačna studija iz 2010. godine, u kojoj je sudjelovalo 13 zemalja, predstavila je dokaze i procjenu da uporaba mobitela tijekom više od 10 godina, s približno 1640 sati kumulativne uporabe kod odraslih ljudi udvostručuje rizik od pojave glioma, malignog tumora na mozgu s predviđenim životnim vijekom od približno 400 dana od uspostave dijagnoze.

4.3 EU Komisija

Europska je komisija preuzela odgovornost i obvezu uspostave i kontrole jedinstvenoga europskog tržišta proizvoda i usluga. Bitan je element u tom procesu stabilan i učinkovit **normizacijski sustav**. Europska komisija izdaje Direktive za određena područja u kojima se definiraju temeljni zahtjevi za zaštitu zdravlja ljudi i životinja te zaštitu okoliša. Nakon toga Komisija izdaje normizacijske zahtjeve (ranije su se zvali Mandati) službenim europskim normizacijskim organizacijama (CEN – CENELEC – ETSI) za izradu usklađenih ili harmoniziranih norma. Takve usklađene norme se objavljuju u Službenom glasniku Europske unije EUOJ (European Union Official Journal) i predstavljaju važnu pomoć u procesu provjere i kontrole proizvoda i usluga prije njihovog stavljanja na europsko tržište. U tim normama se navode metode i postupci mjerenja i kontrole određenih parametara proizvoda i usluga koji se moraju provesti da bi se ispunili zahtjevi iz odgovarajuće Direktive. Proizvodi i usluge koji zadovolje navedene zahtjeve iz usklađenih norma ili drugih odgovarajućih dokumenata dobivaju dozvolu da se stave na europsko tržište.

U području zaštite od neionizirajućeg zračenja, Europska komisija već duže vrijeme prati i analizira potencijalne zdravstvene učinke EM polja. Putem svojih posebnih odbora analiziraju znanstvenu literaturu i rezultate istraživanja, **financiraju istraživanja** u tom području, distribuiraju informacije te pridonose uspostavi zakonskih okvira za zaštitu radnika i građana.

4.3.1 Preporuka Vijeća Europske unije 1999/519/EZ

Vijeće Europske unije donijelo je **Preporuku 1999/519/EZ o ograničavanju izlaganja ljudi elektromagnetskim poljima (0 Hz-300 GHz)**. Cilj je bio uspostaviti okvir za ograničenje izloženosti opće populacije EM polju na temelju najboljih

dostupnih znanstvenih dokaza te učinkoviti sustav nadzora. Ova preporuka predstavlja temelj za zakonodavni okvir kojim se regulira stavljanje proizvoda i uređaja koji emitiraju EM polje na europsko tržište. Budući da su zemlje članice same odgovorne za zaštitu svoga stanovništva od mogućega negativnog utjecaja EM polja, one mogu postaviti i strože granice od onih danih u ovom dokumentu.

Temeljna ograničenja i referentne razine izvedene su iz ICNIRP-ovih preporuka objavljenih 1998. godine, a koje su bazirano na **kratkotrajnim učincima EM polja**. Temeljna ograničenja uzimaju u obzir nesigurnost povezanu s individualnom osjetljivošću i uvjetima iz okoline te dobnu i zdravstvenu različitost opće populacije stanovništva. Europska komisija redovito (2002, 2008, 2015) ocjenjuje temeljna ograničenja i referentne razine iz **Preporuke 1999/519/EZ** uzimajući u obzir najnovija znanstvena dostignuća i istraživanja.

4.3.2 Znanstveni odbor za rastuće i novoutvrđene zdravstvene rizike - SCENIHR

Znanstveni odbor za rastuće i novoutvrđene zdravstvene rizike - SCENIHR (*Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*) **ne provodi znanstvena istraživanja** već analizira relevantne znanstvene podatke i kreira svoje mišljenje o različitim temama povezanim s javnim zdravstvom posebno s obzirom na utjecaj EM polja te redovito izvješćuje Europsku komisiju. SCENIHR u izvješću iz 2015. godine pod nazivom *“Potencijalni zdravstveni učinci izloženosti elektromagnetskim poljima”* analizira podatke o zdravstvenom utjecaju najnovijih tehnologija. Poseban je problem u brojnim istraživanjima nedostatak jasnog i cjelovitog opisa dozimetrije zbog čega nije moguće provesti ponovljene eksperimente s jednakim rezultatima, a to je temelj važećega zdravstvenog pristupa. Studije s nedovoljnim opisom bitnih podataka kao što je izloženost nemaju značenje u procjeni rizika jer ne pokazuju odgovarajuće razumijevanje načina djelovanja određenih procesa. U tu grupu spadaju i brojne “in vivo” i “in vitro” studije o utjecaju zračenja mobitela. Zbog toga se znanstvenici koriste s nekoliko **alternativnih mjera** za evaluaciju izloženosti (jakost polja, frekvencija izloženosti, kumulativna izloženost, vrijeme od prve izloženosti i dr.). Preporuča se provođenje daljnjih istraživanja, posebno s obzirom na dugotrajnu izloženost kao i potencijalne rizike istovremenog utjecaja više različitih izvora EM polja.

SCENIHR daje svoje mišljenje o potencijalno štetnim zdravstvenim učincima EM polja za svako pojedino frekvencijsko područje. Na temelju uvida i analize dostupnih znanstvenih istraživanja

zaključili su da **nema jasnih i nedvosmislenih potvrda** o štetnim zdravstvenim učincima na ljude ako su razine izloženosti ispod vrijednosti propisanih europskim zakonodavstvom. Epidemiološke studije o izloženosti EM polju **ne pokazuju povećani rizik** za razvoj tumora na mozgu kao ni u drugim dijelovima glave ili vrata. Nove studije **ne potvrđuju** povezanost izloženosti EM polja i pojave Alzheimerove bolesti. **Nije pronađen mehanizam djelovanja** kojim bi se potvrdila povezanost porasta broja dječje leukemije i dugotrajnog življenja u blizini elektroenergetskih vodova koji generiraju snažna polja vrlo niskih frekvencija. Dostupna istraživanja potvrđuju da **ne postoji uzročna povezanost** između djelovanja EM polja i izvješća pojedinih osoba o različitim tegobama koje su po njima rezultat njihove **prevelike osjetljivosti**.

4.3.3 Direktiva 2004/40/EZ

Nakon stupanja na snagu **Direktive 2004/40/EZ** Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o *minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim fizikalnim čimbenicima (elektromagnetska polja)* pojedine zainteresirane strane, osobito iz medicinske struke, izrazili su snažnu zabrinutost. Provedbom ove Direktive bila bi ugrožena dosadašnja uporaba medicinskih postupaka koji se temelje na medicinskim snimanjima (MRI). Zbog toga je početak primjene Direktive 2004/40/EZ bio odgođan dva puta (2008. i 2013.). Za to je vrijeme Komisija izradila predlog na temelju kojeg je donesena nova Direktiva 2013/35/EU.

4.3.4 Direktiva 2013/35/EU

Direktiva 2013/35/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 26. lipnja 2013. o *minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim fizikalnim čimbenicima (elektromagnetska polja) te stavljanju izvan snage Direktive 2004/40/EZ* Utvrđuju se minimalni zahtjevi za zaštitu radnika od rizika za njihovo zdravlje i sigurnost, koji su posljedica ili bi mogli biti posljedica izloženosti elektromagnetskim poljima tijekom rada. Uzeti su u obzir poznati **izravni biofizikalni učinci** kao i **neizravni učinci** prouzročeni elektromagnetskim poljima. Pri tome se vodi računa da se ne narušava načelo tržišnog natjecanja. Ovom Direktivom **ne uzimaju se u obzir dugoročni učinci**, izloženosti elektromagnetskim poljima budući da trenutačno **ne postoje čvrsti znanstveni dokazi** o njihovoj uzročnoj povezanosti. Ako najnovija istraživanja i nova znanstvena saznanja potvrde dugoročne učinke, uključujući i karcinogene, Komisija bi

trebala razmotriti najbolji način kako bi te učinke uzela u obzir.

Fizikalne veličine, granične vrijednosti izloženosti (ELV) i vrijednosti upozorenja (AL) utvrđene u ovoj Direktivi temelje se na preporukama **Međunarodne komisije za zaštitu od neionizirajućeg zračenja (ICNIRP)**. Sustav koji uključuje granične vrijednosti izloženosti (ELVs) i vrijednosti upozorenja (ALs) predstavlja **sredstvo koje olakšava** osiguravanje visokih razina zaštite od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika koje može prouzročiti izloženost elektromagnetskim poljima. Problemi interferencije, **mogu se pojaviti na razinama ispod vrijednosti upozorenja (AL)**.

Elektromagnetska polja su statička električna, statička magnetska i periodički izmjenična električna, magnetska i elektromagnetska polja s frekvencijama do 300 GHz

Izravni biofizikalni učinci su učinci na ljudsko tijelo koji su izravna posljedica izloženosti elektromagnetskom polju, uključujući:

- **toplinski učinci** - grijanje tkiva apsorpcijom energije iz elektromagnetskih polja u tkivo;
- **netoplinski učinci** - stimulacija mišića, živaca ili osjetljivih organa, koji mogu imati štetan učinak na mentalno i fizičko zdravlje izloženih radnika;
- **struje u ekstremitetima**.

Neizravni učinci su prouzročeni izloženosti predmeta elektromagnetskom polju, koji mogu postati uzrokom štetnog učinka na sigurnost ili zdravlje, kao što su:

- interferencija s medicinskom elektroničkom opremom i pomagalima;
- opasnost od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima;
- detoniranje elektro-eksplozivnih naprava (detonatori);
- požari i eksplozije uzrokovani zapaljenjem zapaljivih materijala iskrama koje uzrokuju inducirana polja; dodirne struje ili pražnjenja iskrom i
- dodirne struje.

Granične vrijednosti izloženosti (ELV) su vrijednosti utvrđene na temelju biofizikalnih i bioloških spoznaja, posebno na temelju znanstveno dokazanih kratkoročnih i akutnih izravnih učinaka, tj. toplinskih učinaka i električne stimulacije tkiva. **Vrijednosti upozorenja (AL)** su operativne razine utvrđene s ciljem pojednostavnjivanja procesa dokazivanja sukladnosti s odgovarajućim graničnim vrijednostima izloženosti.

Objavljene su **upute za primjenu Direktive 2013/35/EU** u kojima se objašnjava kako procijeniti izloženost i utvrditi sukladnost te su navedene najkritičnije situacije i definirane posebne mjere.

5. NORMIZACIJSKE AKTIVNOSTI

IEC/TC 106, *Metode za procjenu izloženosti ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima* razvija **međunarodne norme** o mjernim metodama i proračunima izloženosti ljudi utjecaju električnih, magnetskih i elektromagnetskih polja. Utvrđuje značajke elektromagnetskog okruženja s obzirom na ljudsku izloženost kao i procjenu mjerne nesigurnosti. Obuhvaća frekvencijsko područje od 0 Hz do 300 GHz. Ovaj odbor je objavio 26 međunarodnih norma, a u programu rada je 13 normizacijskih projekata. Popis objavljenih norma i normizacijskih projekata u programu rada dostupan je na sljedećoj poveznici: http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:22:0:::FSF_PORG_ID:1303

Međunarodna telekomunikacijska unija (ITU – International Telecommunication Union) izrađuje brojne studije i provodi aktivnosti povezane s izloženosti ljudi EM poljima, koje proizvode radijski sustavi i mobilni uređaji. Glavna područja za koja se izrađuju studije su:

- mjerenja na realnim lokacijama i modeliranje višestrukih izvora koji rade na različitim frekvencijama i odašiljačkim antenama;
- utvrđivanje valjanosti predikcija za elektromagnetska polja;
- procedure i upute za numeričko modeliranje EM polja u okolini telekomunikacijskih odašiljačkih antenna i različitih sustava;
- uputa za evaluaciju EM polja koja generiraju ICT (Information Communications Technology) uređaji, bazirana na postojećim mjerenjima specifične brzine absorpcije (SAR – Specific Absorption Rate) i proračunskim procedurama, tehnikama i protokolima.

Popis objavljenih dokumenata iz područja zaštite ljudi od izloženosti utjecaju EM polja dostupan je na sljedećoj poveznici: <https://www.itu.int/net4/ITU-T/search?q=Human%20Exposure%20to%20Electromagnetic%20Fields&ex=false&fl=0>.

CENELEC-ov tehnički odbor **TC 106X**, *Elektromagnetska polja u ljudskome okolišu* bavi se različitim aspektima izloženosti ljudi elektromagnetskim poljima u frekvencijskom području od 0 Hz do 300 GHz. Za potvrđivanje sukladnosti s europskim direktivama CLC/TC 106X razvija sljedeće vrste norma:

- **norme proizvođača** - sadrže kriterije sukladnosti za proizvode i predviđene su da budu

objavljene kao usklađene (harmonizirane) norme u Službenom glasilu Europske unije (OJEU)

- **osnovne norme** - kojima se definiraju mjerne i proračunske metode i koje se mogu upotrebljavati za evaluaciju razine odašiljanih električnih, magnetskih i EM polja generiranih od strane proizvođača ili sustava
- **generičke norme** – koje se mogu primijeniti na široko područje proizvođača
- **norme za pojedine proizvode** – namijenjene su za posebnu porodicu proizvođača ili područje proizvođača.

Odbor je objavio ukupno 53 europske norme, a u programu rada je izrada 10 normizacijskih projekata. Popis objavljenih, povučenih i normizacijskih projekata u programu rada dostupan je na sljedećoj poveznici: <https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:105:0:::>

ETSI je službena europska normizacijska organizacija zajedno s CEN-om i CENELEC-om. Razvija i objavljuje norme iz područja informacijsko komunikacijskih tehnologija koje pokrivaju uređaje u širokom frekvencijskom području. ETSI-jeve harmonizirane norme se primjenjuju za ocjenjivanje sukladnosti proizvoda s temeljnim uvjetima iz Direktive za radijsku opremu (RED - Radio Equipment Directive), Direktive za elektromagnetsku kompatibilnost (EMC – Electromagnetic Compatibility) i Direktive za niski napon (LVD – Low Voltage Directive). Iz područja utjecaja EM polja na radnike ETSI je objavio tehničko izvješće **ETSI/TR 101 870**, *Lokacije nepokretnih radio odašiljača – Izloženost neionizirajućim elektromagnetskim poljima – Upute za radne uvjete* koje je dostupno na sljedećoj poveznici: http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101800_101899/101870/01.01.01_60/tr_101870v010101p.pdf

U Hrvatskom zavodu za norme djeluje tehnički odbor **HZN/TO E106**, *Elektromagnetska polja u ljudskome okolišu* koji prati rad zrcalnoga europskog odbora CLC/TC 106X i međunarodnog odbora IEC/TC 106.

HZN/TO E106 priprema i objavljuje norme o:

- raznim aspektima izloženosti ljudi elektromagnetskim poljima u frekvencijskom području od 0 Hz do 300 GHz;
- mjernim i računskim metodama procjene izloženosti ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima.

Hrvatski stručnjaci sudjeluju u radu odgovarajućih europskih i međunarodnih skupina koje pripremaju izradu norma iz područja izloženosti ljudi utjecaju EM polja. U HZN-u su objavljene ukupno 52 hrvatske norme.

Popis objavljenih HRN EN dokumenata dostupan je na sljedećoj poveznici: <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/WebPopisNorma?OpenView&RestrictToCategory=%27TO%20E106%27>

6. ZAKONSKA REGULATIVA U RH

Preporuka Vijeća Europske unije 1999/519/EZ o ograničavanju izlaganja ljudi elektromagnetskim poljima (0 Hz-300 GHz) predstavlja temelj na kojem je izgrađena hrvatska regulativa povezana sa zaštitom stanovništva od neionizirajućeg zračenja. Dva su glavna dokumenta iz tog područja:

- Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja NN91/2010
- Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14)

6.1 Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja NN91/2010

Uređuje se zaštita od neionizirajućeg zračenja u svrhu smanjivanja opasnosti za zdravlje osoba koje rukuju izvorima neionizirajućeg zračenja i koje su izložene neionizirajućem zračenju

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. 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. Od dvanaest zaštitnih mjera od neionizirajućeg zračenja, navedenih u zakonu, najznačajnije su:

- propisivanje graničnih razina i kontrola izloženosti ljudi neionizirajućem zračenju;
- proračun, procjena i mjerenje razina zračenja u okolišu izvora neionizirajućeg zračenja;
- vremensko ograničavanje izloženosti ljudi;
- označivanje izvora neionizirajućeg zračenja i prostora u kojima su smješteni;
- uporaba zaštitne opreme.

Granice zračenja **ne primjenjuju se** na medicinsko izlaganje neionizirajućem zračenju u svrhu dijagnostike i terapije koje je klinički opravdano. Tekst ovoga zakona dostupan je na slijedećoj poveznici: <https://narodne->

novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_07_91_2571.html.

6.2 Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14)

Ovim Pravilnikom propisuju se:

- temeljna ograničenja i granične razine EM polja te postupci njihovog provjeravanja;
- uvjeti za dobivanje ovlasti za obavljanje tih postupaka;
- posebni zahtjevi za uređaje, postrojenja i građevine koje su izvori ili sadrže izvore EM polja;
- izvori EM polja, za koje je obvezna dozvola ministra zdravlja.

Temeljne veličine jesu veličine koje se izravno povezuju uz do sada potvrđene zdravstvene učinke elektromagnetskih polja i na koje se postavljaju **temeljna ograničenja.**

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.

Javna područja jesu sva mjesta u urbanim i ruralnim sredinama na koja nije ograničen slobodan pristup općoj populaciji, a nisu u području povećane osjetljivosti odnosno profesionalne izloženosti.

Područja povećane osjetljivosti jesu zgrade stambene i poslovne namjene, škole, ustanove predškolskog odgoja, rodilišta, bolnice, domovi za starije i nemoćne, smještajni turistički objekti te dječja igrališta.

Područja profesionalne izloženosti jesu područja u kojima radnik, koji obavlja poslove vezane za izvore elektromagnetskih polja može biti izložen elektromagnetskim poljima 40 sati tjedno pri čemu je radnik upoznat s mogućnošću izlaganja, a

njegova izloženost elektromagnetskim poljima je kontrolirana.

Odredbe ovoga Pravilnika **ne primjenjuju se** na zaštitu:

- ljudi s ugrađenim medicinskim implantatima;
- pacijenata prilikom primjene EM polja u dijagnostičke i terapijske svrhe.

Temeljna ograničenja su propisana u području profesionalne izloženosti, javnom području i području povećane osjetljivosti. **Granične razine** su propisane na području profesionalne izloženosti, javnom području, području povećane osjetljivosti, kod istodobnog djelovanja EM polja više frekvencija te za istosmjerno magnetsko polje.

Tekst pravilnika dostupan je na sljedećoj poveznici:

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_12_146_2740.html.

7. MJERENJA EM POLJA

U Hrvatskoj HAKOM - Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti provodi mjerenja u radiofrekvencijskom spektru s ciljem njegove zaštite i kontrole te zaštite ljudi od elektromagnetskog zračenja. Posebno su važna mjerenja EM polja u područjima povećane osjetljivosti kao što su škole i dječji vrtići. Proveli su dvije kampanje mjerenja u školama i vrtićima, prvu 2010. godine a drugu 2016. godine. Na svojoj internetskoj stranici kreirali su interaktivni GIS portal koji obuhvaća prikaze podataka po tematskim cjelinama među kojima je i **mjerenje razina elektromagnetskog polja**, koje je dostupno na sljedećoj poveznici: <http://mapiranje.hakom.hr/CellRadiationMeasure>.

Interaktivni preglednik sadržava podatke o lokacijama mjerenja razina elektromagnetskih polja uz mogućnost uvida u rezultate mjerenja navedenih u pojedinim mjernim izvješćima.

8. NEZAVISNA ISTRAŽIVANJA

Dr. Devra Devis, koja se bavi izučavanjem mogućih štetnih zdravstvenih učinaka mobilnih telefona, objavila je 2013. godine knjigu „*Disconnect – The Truth About Cellphone Radiation*“. U njoj upozorava da je biološki učinak mobilnih telefona na ljudski organizam prvenstveno zbog nepravilne i isprekidane (eratične) prirode signala, što dovodi do narušavanja rezonancije DNK i mogućnosti njezinog obnavljanja. To je glavni razlog koji može dovesti i do pojave karcinogenih oboljenja.

Znanstvena analiza objavljena krajem 2010. godine pod nazivom: „*Non-Thermal Effects and Mechanisms of Interaction Between Electromagnetic Fields and Living Matter*“

pokazala je mehanizme i utjecaje EM polja na živo tkivo i DNK.

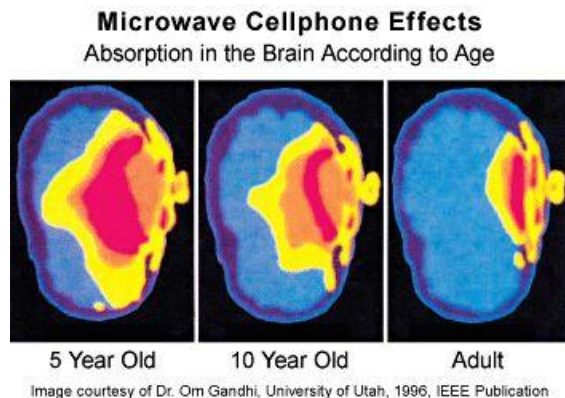
Dr. Martin Blank je na čelu znanstvenog tima 2011. godine otkrio da je **ljuska DNK fraktalna antena**. U zaključku Blankove studije navodi se kako DNK reagira na zračenja iz okoliša te da je povećanje različitih vrsta zračenja siguran razlog povećanja kancerogene epidemiologije. U studiji „*Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro*“ koja je objavljena 2009. zaključuje se da mobilni telefoni svojom frekvencijom i snagom zračenja dovode do smanjenja pokretljivosti ljudskih spermija kao i do fragmentacije DNK. Ova otkrića ukazuju na štetnost i opasnost od pretjerane uporabe mobitela, posebno za muškarce u reproduktivnoj dobi.

8.1 Bioinicijativa 2012

Izvrješće *Bioinicijativa 2012, dodatak iz 2014.* izradila je veća grupa znanstvenika, javnih zdravstvenih i regulatornih stručnjaka (The BioInitiative Working Group) s namjerom da dokumentiraju znanstvene rezultate o zdravstvenim učincima elektromagnetskih polja i predlože određene **izmjene važećih graničnih vrijednosti** kako bi se u budućnosti smanjili zdravstveni rizici. Iako smo svjesni da nemamo sve odgovore na sam proces djelovanja EM polja na ljudski organizam ipak brojna istraživanja potvrđuju da su zdravstveni učinci EM polja neupitni i da su današnje vrijednosti temeljnih ograničenja i referentnih razina za nekoliko redova veličine previsoki. Zato se preporučuju nužne izmjene odnosno odgovarajuća smanjenja navedenih veličina. Potreban je **novi pristup** kojim će se s ovom materijom bolje upoznati osobe i državna tijela koja donose odluke i koji kreiraju politiku javnoga zdravstva. Cilj je pronaći alternativna rješenja koja će zadržati razinu zdravstvene zaštite opće populacije kao i profesionalnih djelatnika u uvjetima ubrzanog porasta ukupne razine EM polja u čovjekovoj neposrednoj blizini kao i u njegovom svakodnevnom okruženju. Na temelju pojedinih opsežnih studija o utjecaju zračenja mobitela na pojavu tumora na mozgu došlo se do zaključka da je potrebno najmanje 10 godina izloženosti za uspostavu uzročno-posljedične povezanosti. Istraživanja provedena u Švedskoj su došla do zaključka da djeca koja se počnu koristiti mobitelom u ranim godinama imaju pet puta veću mogućnost da im se razvije tumor na mozgu u dobi između 20 i 30 godina.

Na slici 3 je prikazan utjecaj zračenja mobitela ovisno o dobi čovjeka. S lijeva se vidi utjecaj na mozak djeteta od pet godina, u sredini je utjecaj na

mozak djeteta starog 10 godina, a sa desne strane je utjecaj na mozak odrasle osobe



Slika 3 - Prikaz apsorpcije zračenja mobilnog telefona

Očito da po pitanju mogućih štetnih zdravstvenih učinaka EM polja postoji sve veće razmimoilaženje između tradicionalnoga znanstvenog konsenzusa o prihvaćenim metodama ispitivanja i prihvatljive razine narušavanja javnog zdravstva. Pri tome su posebno osjetljive društvene skupine djeca, trudnice te starije osobe kao i profesionalci. Znanstveni pristup je važan čimbenik u utvrđivanju stvarnog utjecaja EM polja na ljudsko zdravlje. Međutim, ne smije biti i jedini u procesu kreiranja nacionalne politike zaštite zdravlja ljudi od različitih agenasa kao što je u ovom slučaju EM polje.

Ovdje se radi o prevelikom broju različitih subjektivnih elemenata kao i faktora iz okoline da bi ih se moglo ujednačiti i međusobno uspoređivati. Međutim to ne znači da se dobiveni rezultati pojedinih studija i ispitivanja, gdje je s visokom vjerojatnošću potvrđen štetan zdravstveni utjecaj EM polja, smiju zanemariti i ignorirati. Rezultati pojedinih istraživanja potvrđuju veliku vjerojatnost uzročno posljedične povezanosti dugotrajnog djelovanja zračenja vrlo niskih frekvencija kao i radiofrekvencija s porastom pojava leukemije kod djece i odraslih, različitih oblika tumora mozga te povećanog rizika od pojave neurodegenerativnih oboljenja. Postoje izvješća koja potvrđuju povećani rizik za pojavu različitih štetnih učinaka kao što su: oštećenje DNK, proboj barijere koje štite ulazak krvi u mozak, poremećaj čovjekovog obrambenog sustava kroz porast broja različitih alergija i upalnih procesa, poremećaj kardiovaskularnog sustava kao i ciklusa spavanja, vremena reakcije na određenu vanjsku pobudu, smanjenje pažnje i koncentracije kao i promjene u moždanoj aktivnosti. Prisutni su kratkotrajni negativni zdravstveni učinci na procese razumijevanja, pamćenja, učenja, ponašanja kao i

promjena u obliku i intenzitetu moždanih valova. U takvim okolnostima potrebna je široka društvena akcija radi povećanja svijesti građana o svim dobrobitima ali istovremeno i o mogućim štetnim zdravstvenim djelovanjima EM polja.

8.1.1 Preporuke za smanjenje štetnog utjecaja RF zračenja

Pojedini autori preporučuju oprezan pristup. Djeca koja imaju probleme s pamćenjem, učenjem, pažnjom i ponašanjem trebaju izbjegavati boravak u okruženju gdje je visoka razina bežične komunikacije. U učionicama treba primjenjivati i poštivati upozorenja „ne bežine komunikacije“ kako bi se smanjili faktori stresa koji negativno utječu na društveni, akademski i socijalni razvoj. Škole trebaju biti upozorene da prelazak iz kablenskog u bežično okruženje, gdje se maksimalno potiče uporaba bežičnih tehnologija, dugoročno nije dobro za zdravlje kao i za sam proces učenja. Mobiteli, pametni telefoni i drugi bežični uređaji se trebaju što manje upotrebljavati u školama. Trudnice se trebaju upoznati s mogućim opasnostima za bebe zbog izlaganja djelovanju EM polja. U prostorima u kojima borave novorođene bebe ne trebaju biti prisutni bežični uređaji bilo koje vrste. Sve više raste uvjerenje da je ključan faktor za biološku interakciju isprekidana priroda radijskih signala a manje značajna je vremenski usrednjena specifična brzina apsorpcije (SAR). U kreiranju novih sigurnosnih granica za izloženost populacije djelovanju EM polja nužno je da osim znanstvenika aktivno sudjeluju i stručnjaci za javno zdravlje, kreatori javnih politika te sva zainteresirana javnost. Važnu ulogu u tom procesu imaju i zainteresirani proizvođači bežičnih uređaja koji u sinergiji sa svim zainteresiranim dionicima trebaju doći do prihvatljivih rješenja kojima će se osigurati javno zdravlje, a de se istovremeno neće ugroziti proizvodnja, prodaja i primjena sve većeg broja različitih bežičnih uređaja, koji su već na velika vrata ušli u naš svakodnevni život. Članovi radne skupine *Bioinicijativa* su jedinstveni u stajalištu da su današnje sigurnosne granice neodgovarajuće u pogledu štetnih učinaka EM polja vrlo niske frekvencije, kao i radijskih frekvencija, na ljudsko zdravlje. Naime, biološki učinci se pojavljuju kod vrlo niskih odnosno netoplinskih razina EM polja koje su tisuće puta niže od danas prihvaćenih i važećih temeljnih ograničenja i referentnih razina. Zbog toga se na tržištu pojavljuje sve veći broj bežičnih uređaja male snage koji ne podliježu nikakvim kontrolama niti moraju zadovoljiti bilo kakve zahtjeve iz odgovarajućih norma, budući da se smatraju sigurnim, što svakako nije u potpunosti istina. U medicini se primjenjuju EM polja znatno niže jakosti od graničnih vrijednosti

temeljenih na ICNIRP-ovim preporukama, kao pomoć pri iscjeljenju različitih zdravstvenih problema kao npr: za brži oporavak kod prijeloma kostiju, površinskih rana i potkožnog tkiva, za smanjenje bolova i otekline. Dakle službena medicina priznaje pozitivan učinak slabih EM polja na ljudski organizam, ali istovremeno postoji snažan otpor da se priznaju rezultati istraživanja koja potvrđuju da u pojedinim slučajevima postoje i negativni zdravstveni učinci.

10. ZAKLJUČAK

Do danas postoji dovoljno znanstvenih istraživanja koja potvrđuju različite manifestacije netoplinskoga bioaktivnog utjecaja EM polja na ljudski organizam. Unatoč činjenici da znanost još nije otkrila sve mehanizme takvog djelovanja, nužno je što prije, na temelju sustavnoga interdisciplinarnog rada elektroinženjera, psihologa, kreatora zdravstvenih politika i liječnika, postići suglasnost oko **novih temeljnih ograničenja i referentnih razina**. U međuvremenu je potrebna znatno veća javna kampanja o mogućim negativnim posljedicama pretjerane izloženosti elektromagnetskom polju kao i upotrebe mobilnih uređaja.

Ono što industrija smatra dopuštenim rizikom i dokazom o štetnom učinku EM polja ima dominantan utjecaj u odnosu na stavove javnih zdravstvenih stručnjaka. Zbog toga i postoji sve veća razlika između sve brojnijih dokaza o dugoročnom štetnom djelovanju EM polja na zdravlje ljudi te čvrstog stava dijela znanstvene zajednice povezane s moćnom industrijom te normizacijske zajednice koji brane stav da mora postojati čvrsti znanstveni dokaz prije nego dođe do promjene prihvaćenih temeljnih ograničenja i referentnih razina.

U sustavu odgoja i obrazovanja kao i javnoga zdravstva, potrebno je posvetiti puno veću pozornost djeci i mladima u smislu što boljeg i objektivnijeg informiranja o svim pozitivnim a posebno potencijalno negativnim utjecajima pretjeranoj izloženosti zračenju različitih uređaja.

Potrebne su nove norme o graničnoj izloženosti i referentnim razinama EM polja koje će se bazirati i na biološki utvrđenim (netoplinskim) a ne samo toplinskim učincima.

Postoji realna opasnost da ubrzana primjena najrazličitijih bežičnih uređaja u kratkom razdoblju povećá ukupnu razinu umjetno stvorenog EM polja na koju se veći dio ljudske populacije neće moći prilagoditi. To bi moglo dovesti do velikih zdravstvenih, ali i socijalnih i društvenih problema, imajući u vidu potencijalno štetne učinke na djecu i mladu generaciju.

11. LITERATURA

- 1) <https://www.icnirp.org/>
- 2) http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/role_eu_ms/index_en.htm
- 3) European Parliament resolution of 2 April 2009 on health concerns associated with electromagnetic fields (2008/2211(INI))
- 4) <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/directive-2013-35-eu-electromagnetic-fields>
- 5) <https://www.onethesis.com/2017/07/18/effects-of-em-radiation-on-the-human-body-from-nearby-communication-devices/>
- 6) SCENIHR Memorandum "Use of the scientific literature for risk assessment purposes – a weight of evidence approach" (SCENIHR 2012).
- 7) An ICEMS Monograph, 2010; NON-THERMAL EFFECTS AND MECHANISMS OF INTERACTION BETWEEN ELECTROMAGNETIC FIELDS AND LIVING MATTER,
- 10) dr. Martinom Blankom, „DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields.“, International Journal of Radiation Biology
- 12) [IARC's evaluation of carcinogenicity potential of radiofrequency electromagnetic fields](#)
- 13) WHO [Electromagnetic fields and public health: mobile phones](#). Revised October 2014
- 14) <http://www.bioinitiative.org/>