

UPRAVLJANJE ZDRAVSTVENIM RIZICIMA UZROKOVANIM ZRAČENJEM ELEKTROMAGNETSKOG POLJA HEALTH RISKS MANAGEMENT CAUSED BY EMF RADIATION

Darko Šuka, *Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo*
Petar Međedović, *Elektrotehnički fakultet Banja Luka*

Sadržaj – Posljednjih godina izuzetno je porasla upotreba uređaja koji emituju elektromagnetske talase. To utiče na sve aspekte života. Dok su koristi prema društvu od takvih tehnologija, na primjer u mobilnim i drugim ličnim radiokomunikacijama prihvaćeni, značajna javna i medijska zabrinutost se nastavlja oko povećanja EM izlaganju ljudi i potencijalno štetnim dejstvima na zdravlje. Ključ rješavanja ovih javnih i medijskih zabrinutosti, o potencijalnim negativnim zdravstvenim efektima, je predostrožnost u odnosu na sprovođenje, koordiniranje i razmjenu znanja relevantnih multidisciplinarnih naučnih istraživanja. Ovo je navelo zemlje Evropske unije na uspješno pokoravanje COST programu (Co-operation Science and Technology) za podršku akciji pod nazivom "Nove EM tehnologije: Upravljanje zdravstvenim rizicima", koji će istraživačima pružiti efikasnu podlogu za razmjenu multidisciplinarnog znanja, podsticanje saradnje više laboratorija i obuke za mlade istraživače. To olakšava identifikaciju promjena postojećih tehnologija i potencijalnih zdravstvenih posljedica, koje mogu da nastanu usljed toga. Bosna i Hercegovina pati od istih problema, ali je nažalost, kao pusto ostrvo, van ovih tokova i prepuštena je sama sebi. U tom pogledu samo je Pravilom 37/2008 ograničila emisije elektromagnetskog zračenja i propisala metode mjerenja istog.

Abstract – In recent years, there has been an unprecedented increase in the use of devices emitting electromagnetic fields (EMF). This influences on every aspect of day-to-day living. While the benefits to society of such technologies, for example in mobile and other personal radio-communications, are accepted, significant public and media concern continues to be expressed about increases in EMF exposure of people and potential-related adverse effects on health. The key to addressing anticipated public and media concern about potential adverse health effects is foresight in respect of carrying out, co-ordinating and sharing knowledge of relevant multidisciplinary scientific research. This prompted a successful submission of Europe Union countries to the European Co-operation in Science and Technology (COST) programme for support for an Action entitled "Emerging EMF Technologies: Health Risk Management", which will provide researchers with an effective vehicle for sharing multidisciplinary knowledge, encouraging multi-laboratory collaboration and for training of early-stage researchers. It facilitates identifying how existing technologies change and what potential health consequences might arise. Bosnia and Herzegovina has been suffering from the same problems, but unfortunately, like a desert island, it is out of any flows and left on its own. In that way, only the Rule 37/2008 has been used to limit the electromagnetic emissions and determine the methods of measurements RF emissions.

Ključne riječi – Elektromagnetska polja. Zdravstveni rizik. Izlaganja. Evropski projekti o izlaganju. Pregled standarda u BiH.

Key words – Electromagnetic fields . Health risks . Exposure . European projects on exposure. BiH standards overview.

1. UVOD

Upotreba uređaja koji emituju elektromagnetska polja od statičkih do mikrotalasnih frekvencija značajno je povećana u posljednjih nekoliko godina. Njihovo prisustvo je uticalo na skoro svaki aspekt svakodnevnog života, u kući, za vrijeme putovanja, u školi, na fakultetu i na poslu. Do sada, najznačajniji uticaj je bio kroz brzu ekspanziju ličnih mobilnih komunikacija i bežičnih mreža za glasovnu, slikovnu i video komunikaciju, internet pristup i druge aplikacije za prenos podataka. Ostale primjene EM polja su u širokoj upotrebi elektronskih nadzora (*radari*), radio-frekventne identifikacije (*RFID*, *Radio Frequency Identification*), otkrivanju metala induktivnim uređajima, itd. Novi digitalni radio i televizijski sistemi za emitovanje javnog i komercijalnog sadržaja trenutno se uvode u cijeloj Evropi. Primjene obiluju i u medicini, uključujući i napredak novih tehnika skeniranja (magnetna rezonansa, *MR-Magnetic*

Resonance). Postoji i mogućnost za primjenu ultra širokog opsega (*UWB - Ultra Wide Band*), npr. u kardiologiji, otkrivanju tumora dojke, itd. Dok su prednosti tehnologija koje su već uvedene jasno i široko prihvaćene od strane društva, značajna zabrinutost i dalje postoji u vezi sa posljedicama usljed povećanje izloženosti ljudi EM poljima i potencijalno nepovoljnim zdravstvenim efektima. Generalno, u areni javnosti, zabrinutost se često izražava o potencijalnim efektima izloženosti EM poljima na zdravlje djece i starijih i/ili bolesnih ljudi i trudnica (uključujući i nerođenu djecu). To pokazuju javna i medijska zabrinutost o mogućim negativnim zdravstvenim efektima koji mogu nastati kao rezultat izloženosti mladih kroz brzo proširenje upotrebe bežičnih sistema u školama i na fakultetima. Nasuprot tome, u jednom važnom profesionalnom pogledu, zabrinutost se izražava i od strane medicinskih tehničara i drugog kliničkog osoblja koji koriste magnetnu rezonansu za dijagnostiku i za

istraživanje i onih koji se bave proizvodnjom, kalibracijom i održavanjem opreme *MR*. Najjasniji trend u *MR* je prelazak na sisteme koji koriste polja veće snage. Korišćenje sistema visokih i ultravisokih frekvencija za stvaranje strukturnih i molekularnih slika će se posebno proširiti u studijama o degenerativnim neurološkim oboljenjima, vaskularnim slikama visoke rezolucije, detaljnom praćenju efektivnosti genetski baziranih lijekovima za liječenje raka. *MR* se sve više koristi za fiziološka i metabolička istraživanja, kao i molekularne aplikacije kao što su kvantitativno snimanje gena, obilježavanje matičnih ćelija i praćenje njihovog razvoja ili praćenje ciljanomalignnih ćelija sa ciljanim kontrast agensima. Mogu postojati neki interesi i u oblasti sistema niskog polja koji su više "prijateljski", npr. superprovodni otvoreni skeneri na 1T ili 1.5T-cilindrični sistemi sa veoma kratkom cijevi, koji bi normalno bili dijelovi postojeće 1.5T instalacije. U ovom trenutku, ovi sistemi su relativno skupi, ali već postoji veliki broj takvih instalacija u Evropi. Jasno je da generalno postoji nestašica podataka o ovim i drugim profesionalnim izloženostima, i da su eksperimentalne i računarske studije potrebne za rješavanje ovih pitanja. Kao izazov ovome, uspješno je podnesena prijava zemalja članica Evropske unije programu *COST* (*Co-operation Science and Technology*) za podršku akciji pod nazivom "Nove EM tehnologije: Upravljanje zdravstvenim rizicima". Akcija, u *COST* domenu "Biomedicina i Molekularne nauke", predstavlja konsenzus naučnih eksperata koji pokrivaju discipline medicine, epidemiologije, biologije, fizike, inženjerstva i procjenu i upravljanje rizicima. Eksperti iz 27 evropskih zemlje su izrazili interes za ovaj program. Kroz individualne eksperte, Akcija (*Action*) će takođe omogućiti kooperativne interakcije sa brojnim nacionalnim i međunarodnim agencijama uključujući Svetsku zdravstvenu Organizaciju (*WHO, World Health Organization*) i Međunarodnu komisiju za zaštitu od neionizujućih zračenja (*ICNIRP, International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection*). Evropska komisija, nacionalne vlade i međunarodna savjetodavna tijela prepoznale su važnost visokokvalitetnog naučnog istraživanja kao osnove u rješavanju tih zabrinutosti i Akcija će efikasno olakšati tok razmjene informacija i rezultate takvih istraživanja i pružiti informacije koje mogu biti prenete od strane relevantnih vlasti u "glas" za upravljanje zdravstvenim rizicima na osnovu naučnih dokaza. Akcija će takođe doprinjeti obuci mladih naučnika u pogledu njihove interakcije sa iskusnijim kolegama kao i transferu znanja i vještina koje iz toga slijede. Naučnici iz novih članica *EU* će imati priliku da dalje sarađuju i razmjenjuju iskustva i znanja u toj oblasti.

2. STANDARDI ZA IZLOŽENOST ZRAČENJU

RF/MW (*RadioFrequency/Microwave*) standardi u oblasti zaštite od zračenja u suštini odnose se na propise, preporuke i granične vrijednosti kojima se određuju maksimumi izlaganja zračenju u cilju zaštite ljudskog zdravlja. Tako su se 1953. godine pojavili prvi, na naučnoj osnovi bazirani standardi, kojima je *Schwan* za granicu zračenja odredio vrednost 10mW/cm^2 [1]. Ova vrijednost je rezultat eksperimenta na termičkom modelu, kojim je ograničen porast unutrašnje temperature izloženog pojedinca do najviše 1°C ako je apsorbirana oko polovina upadne energije. Ova vrijednost je usvojena i iz razloga što su neke od studija pokazale da *RF* gustine snage zračenja čak i ispod

vrijednosti 100mW/cm^2 mogu izazvati pojavu katarakte oka. Mnoge organizacije usvojile su vrijednost od 10mW/cm^2 kako bi je prilagodile svojim potrebama i ograničenjima, koja su se kretala od $100\text{ }\mu\text{W/cm}^2$ pa do 100mW/cm^2 . Prvi projekat o standardima pojavio se 1960 godine. Objavila ga je Američka asocijacija za standarde (*ASA-American Standards Association*) koja je kasnije postala Američki institut za nacionalne standarde (*ANSI-American National Standard Institute*). 1982. godine pojavio se prvi standard o frekvencijskoj zavisnosti *SAR* (*Specific Absorption Rate*). Godine 1991. *IEEE* komitet *SCC-28* (*Standards Coordinating Committee 28*) objavio je novi *IEEE C95.1-1991* standard [2], koji je zatim 1992. godine *ANSI* usvojila za američki nacionalni standard. Godine 1999. *SCC-28* daje dopunu *IEEE C95.1-1991* standarda. Za razliku od prethodnih, standard *IEEE* iz 1991. godine sadrži dvije preporuke u vezi ograničenja frekvencijskog opsega (između 1 MHz i 3 GHz), koje potiču od različitosti okruženja u kojima se javlja zračenje. Tako se za izloženost zračenju opšte populacije, kao što je npr. izloženost zračenju na javnim mjestima, preporučuje 1/5 granice koja je data za izloženost zračenju kod profesionalne izloženosti.

U svijetu se najčešće korišćeni standardi zasnivaju na *IEEE C95* standardima, na preporukama Nacionalnog savjeta zaštite od radijacije i merenja (*NCRP-National Council on Radiation Protection and Measurements*), kao i na ograničenjima *IRPA-e* (*International Radiation Protection Association*), zatim *ICNIRP-a* (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*), [3].

Standardi zaštite od *RF/MW* zračenja baziraju se na rezultatima kritičkih procjena i interpretacija značajnih naučnih istraživanja. Pri tom su u razmatranje uzeta sva laboratorijska i epidemiološka istraživanja koja prouzrokuju ma kakvu biološku reakciju, bilo da su to kratkoročne ili dugoročne ekspozicije. Na osnovu ovih procjena usvojena je granična vrijednost za *SAR* i to za najniži intenzitet zračenja pri kome je zabilježena reakcija, koja bi mogla biti štetna po ljude bez obzira na prirodu interakcionog mehanizma. Da bi se uzela u obzir i nepouzdanost pojedinih podataka i da bi se osigurali da su postavljene granice daleko ispod nivoa zračenja pri kojima bi se mogli pojaviti bilo kakvi negativni efekti, dobijene granične vrijednosti su umanjene za neki proizvoljan zaštitni faktor, tako da su to najčešće vrijednosti 10–50 puta niže od uočene granične vrijednosti (bar što se tiče *IEEE* standarda i *NCRP* preporuka).

Tako je određena granica za poremećaj u ponašanju, koja za srednju vrijednost *SAR* za cijelo tijelo i za životinjske vrste iznosi od 2–9 W/kg. Pri tom su u ovim eksperimentima korišćeni pacovi i nekoliko različitih vrsta majmuna, a testovi su obavljani na frekvencijama od 200 MHz do preko 5 GHz. Ovu graničnu vrijednost prati i porast temperature tijela, najčešće za oko 1°C . Svi pomenuti standardi (*IEEE, NCRP i INCRP*) vezani za izloženost *RF/MW* zračenju baziraju se na promjenama u ponašanju i bilježe za graničnu vrijednost *SAR* 4 W/kg u širokom opsegu frekvencija od 100 KHz do 10 GHz. Faktor sigurnosti 10 uzet je za zračenje pri profesionalnoj izloženosti, npr. na radnom mjestu, a dodatni faktor 5 za izloženost zračenju opšte populacije. Tako se u pomenutim standardima za maksimalnu srednju *SAR* za cijelo tijelo navodi vrednost od 0.4 W/kg za profesionalce i 0.08 W/kg za opštu populaciju. Jedva primjetne razlike u ograničenjima, koje su postavile različite organizacije, iskorišćene su da bi se odredila maksimalna dozvoljena

vrijednost (*MPE*) zbog postojanja ljudi znatno osjetljivijih na elektromagnetska zračenja. Kroz aktivnosti Svjetske zdravstvene organizacije na planu harmonizacije standarda različite ekspertske grupe rade zajednički ka razvoju jedinstvenog naučno baziranog svjetskog standarda.

3. TRENUTNA POZICIJA U SVIJETU

Međunarodna koordinacija aktivnosti naučnih istraživanja o *EM* poljima i upravljanju zdravstvenim rizicima značajno je poboljšana aktivnostima prethodnih *COST* akcija u ovoj oblasti, posebno *Cost Akcijom 281*. Uloge *COST Akcije* i drugih tijela su komplementarne, ali se jasno razlikuju. *COST* obezbjeđuje forum za naučno-stručne diskusije, razmjenu znanja i istraživačku saradnju na najširem nivou naučnog istraživanja, dok se savjetodavna tijela, uključujući i *EMF-NET*, bave uglavnom tumačenjem nauke i pregledom širih naučnih izvještaja. *Akcija* nastoji da izgradi i ojača ovaj zajednički komplementarni pristup i sa drugim organima.

4. CILJEVI COST AKCIJE

Osnovni cilj *COST Akcije* je stvaranje strukture u kojoj istraživači u oblasti *EM* polja i zdravlja mogu razmjenjivati znanja i informacije o:

- ✓ Kako se postojeće *EM* tehnologije mjenjaju bilo u njihovim radnim karakteristikama ili u novim načinima i aplikacijama u kojim se koriste.
- ✓ Identifikovanje koje su potpuno nove *EM* tehnologije uvedene i u kom vremenskom roku.
- ✓ Koje se nove emisije i operativne karakteristike mogu pojaviti i koji uticaj bi one mogle imati na ukupnu izloženost ljudi *EM* poljima.
- ✓ Koje moguće zdravstvene posljedice mogu nastati zbog toga i naučni dokazi za zdravstvene probleme ako postoje.
- ✓ Kako bi trebalo takve probleme riješiti kroz korišćenje informacija na bazi dokaza.
- ✓ Koji alati su efikasni u komunikaciji i upravljanju takvih rizika.
- ✓ I efikasno objavljivanje svih informacija u javnom sektoru za dobrobit svih zainteresovanih strana.

Sekundarni ciljevi su:

- ✓ Da se olakša multidisciplinarna saradnja i razmjena znanja među istraživačima o *EM* poljima i zdravlju širom Evrope, i uključe novi istraživači u proces, posebno oni iz novih država članica Evropske unije (*EU*). Naglasak će biti stavljen na pomaganje mladim istraživačima, uključujući i studente postdiplomce, da predstavljaju i razgovaraju o svom radu i uče iz iskustava istraživača u različitim oblastima djelatnosti.
- ✓ Da se poveća polje saradnje sa drugim disciplinama. Ovo uključuje istraživače u inženjerstvu bežičnih komunikacija, razvoju senzora, medicini, epidemiologiji, biologiji, dozimetriji, analizi rizika, komunikaciji i javnom zdravlju.
- ✓ Da identifikuje gdje odgovori na zdravstvena pitanja u vezi sa novim tehnologijama zahtjevaju dodatni istraživački napor i da pruži upozorenja na problem unaprijed.
- ✓ Da obezbjedi naučne informacije koje mogu koristiti međunarodna i nacionalna savjetodavna tijela u pripremi interpretativnih i savjetodavnih dokumenata.

✓ Dalji razvoj tehnika mjerenja *EM* izloženosti i računarskih tehnika i multidisciplinarna saradnja između epidemiologa, biologa i dozimetrista u kvantifikaciji *EM* emisija i izloženosti ljudi.

✓ Razmjena rezultata tekućih epidemioloških, medicinskih i bioloških *EM* istraživanja, uključujući iskustva sa novim biološkim tehnikama.

✓ Razmjena znanja o metodama i alatima za procjenu javne percepcije rizika od novih *EM* tehnologija.

5. PROGRAM

Inicijalni fokus će biti na onim postojećim *EM* tehnologijama gdje već postoji zabrinutost oko njihovog korišćenja i gdje je dalji razvoj u pogledu njihovih primjena predviđen u kraćem roku. To uključuje:

✓ **Bežični (WiFi)** i ostale bežične mreže generalno - posebno u pogledu njihovog širenja po školama Evrope, drugim obrazovnim ustanovama i drugdje, kao i u pogledu potencijalnog izlaganja mladih ljudi. U toku je istraživanje o izlaganju bežičnim *EM* i sličnim tehnologijama, uključujući i *WiMax*, bebi-alarme, monitore, itd. Ovo je kompleksno pitanje u pogledu promjenjive blizine takvih uređaja i efikasnosti *EM* spoja sa tijelom (*coupling*). Da bi bili efikasni, istraživački napor mora uključiti proizvođače i provajdere takve opreme, iskusne stručnjake za *RF* mjerenja i saradnju sa korisnicima, kao što su škole i fakulteti. Važno je da se rezultati tog istraživanja razmjenjuju i da se o njihovim zajedničkim implikacijama raspravlja što je prije moguće u *Akciji*.

✓ **MRI (Magnetic Resonance Imaging)** - gdje već postoje značajna istraživanja u napretku procjenjivanja profesionalne izloženosti na medicinsko osoblje i na pacijente i volontere. Povećanja specijalizovanih *MR* tehnika, kao što su slike srca i interventne procedure, će dovesti do pojave većeg broja specijalizovanih medicinskih jedinica sa više neizvesnosti u izloženosti osoblja. Važno je da se rezultati dozimetrije i drugih studija razmjenjuju i diskutuju u skladu sa procjenama *EU Direktive* i evropskim polisama za brigu o pacijentima i volonterima koji prolaze kroz procedure *MR*.

✓ **Elektronski nadzorni uređaji i RFID tehnologije**, gdje je Međunarodna komisija za zaštitu od nejonizujućeg zračenja (*ICNIRP*), u izvještaju izdatom od *EU*, preporučila granične nivoe izlaganja za radnike i opštu populaciju (uključujući i djecu).

		basic restrictions		reference levels		
		SAR (W/kg)		electric field (V/m)	magnetic field (A/m)	magnetic flux density (μT)
900 MHz	workers	Health Council	0.4	109	0.29	0.36
		ICNIRP	0.4	90	0.24	0.3
	general public	Health Council	0.08	49	0.13	0.16
		ICNIRP	0.08	41	0.11	0.14
1800 MHz	workers	Health Council	0.4	180	0.47	0.6
		ICNIRP	0.4	127	0.34	0.42
	general public	Health Council	0.08	81	0.22	0.26
		ICNIRP	0.08	58	0.16	0.2

Tabela 1. Granice izlaganja za 900 MHz i 1800 MHz

ICNIRP je istakao da bi se u razvoju sigurnosnih sistema minimalizacija izloženosti trebala smatrati kao primarni dizajn kriterijum. Važno je da rezultati takvih naučnih radova budu razmjenjeni i da se o njima raspravlja, za što *Akcija* obezbjeđuje efikasna sredstva.

Pod vodstvom i praćenjem *Upravnog odbora (Management Committee)*, fokus će naknadno biti orijentisan identifikaciji onih tehnologija *EM* aplikacija i usluga koje su trenutno u upotrebi i/ili vjerovatno da će biti tokom godina u budućnosti, i gde je to moguće, da okarakteriše vjerovatna izlaganja i identifikuje potencijalne zdravstvene zabrinutosti u vezi sa njihovim korišćenjem. Vjerovatniji kandidati mogu biti, na primer: takozvani *4G* (i dalji razvoj u mobilnoj telefoniji), *Ad hoc* mreže, *WLAN*-ovi, *WiMax*, *ZigBee*, *Bluetooth*, *Wimedia*, *UWB*, razne *EASD* i *RFID* tehnologije i dalje digitalno emitovanje. Paralelno sa ovim aktivnostima, izvešće se horizontalni presjek uređaja i aplikacija koje su trenutno u razvojnoj fazi, sa ciljem savjetovanja inženjera, dizajnera i onih koji su odgovorni za marketing *EM* sistema i proizvoda da bi se razmotrila izloženost ljudi i moguće brige o zdravlju u svojim razvojnim planovima. U oblasti epidemiologije i biologije, osnovni fokus će biti na praćenju ovih tehnologija i razmjeni informacija o postojećim studijama relevantnim za *EM* izlaganje i zdravlje i tumačenje rezultata u odnosu na prirodu moguće izloženosti u vezi sa novim tehnologijama. Inovativne biološke tehnike su takođe od interesa i biće predloženo Upravnom odboru da bi Akcija trebalo da zadrži korak sa razvojem u oblasti primjene *HTST* tehnike (*High Throughput Screening*) u izučavanju izloženosti niskom intenzitetu *EM* polja:

- ✓ Analiziranjem novih relevantnih naučnih publikacija. Priprema skupa dobrih praktičnih preporuka za naučnike koji rade na *HTST* studijama u *EM* istraživanjima u cilju pomoći povećanju naučnog kvaliteta studija.
- ✓ Razvojem baze podataka gdje se informacije iz *HTST* analize mogu čuvati i koristiti kao referenca u dizajniranju novih studija koje bi imale pogled na fiziološke efekte *EM* polja.

6. POGODNOSTI AKCIJE

Pogodnosti *Akcije* su:

- ✓ Identifikacija nastajanja *EM* tehnologija, aplikacija i usluga, a prije njihove izvedbe, razrade osnovnih odgovora u vezi sa zdravstvenim pitanja o potencijalnim zabrinutostima, čime se obezbjeđuje mogućnost za preventivne akcije na dizajn proizvoda, politiku razvoja, itd.
- ✓ Razmjena znanja o mogućim emisijama i izlaganjima ljudi povezanih sa korišćenjem takvih tehnologija, na taj način omogućava poređenje sa standardima za izlaganje opšte populacije i granicama za profesionalnu izloženost, kao i priliku za preventivne savjete, i ako je potrebno, kontrolu njihovog korišćenja.
- ✓ Pružanje informacija o trenutnim naučnim studijama i procjena novih potencijalnih tehnika za biološka istraživanja u pogledu *EM* zdravstvenih rizika.
- ✓ Pružanje naučnih informacija za procjenu vjerovatnoće uticaja, ako ga ima, na zdravlje od upotrebe takvih tehnologija.
- ✓ Obezbeđivanje naučno-tehničkih informacija koje podržavaju procjenu zdravstvenog rizika, rizika komunikacije i planiranje budućih istraživanja.

7. KORISNICI

Akcija će biti od značajne koristi za:

- ✓ Istraživače u pogledu razmjene informacija tekućem istraživanju multidisciplinarnih foruma, ranih identifikacija

istraživačkih propusta i potreba, podsticajne mogućnosti za međunarodnu saradnju i mogućnosti za mlade istraživače da steknu odgovarajuće dodatno iskustvo, vještine i znanja.

- ✓ *EU*, nacionalne i lokalne zvanične vlasti i izabrane predstavnike u razvoju politike da se smanje zdravstveni rizici.
- ✓ Međunarodne savjetodavne organizacije za zdravstvenu zaštitu i tehničke organizacije za standardizaciju u obezbjeđivanju naučnih informacija o *EM* poljima i zdravlju u vezi sa novim tehnologija, a koje su korisne za rad organa kao što su *WHO*, *ICNIRP*, *CENELEC*, *IEC*, itd.
- ✓ Industriju i trgovinu u odnosu na potrebne informacije da procjene da li je vjerovatno da će biti negativnih zabrinutosti javnosti i medija o njihovim proizvodima i uslugama prije stavljanja u upotrebu. Treba uzeti u obzir moguće *EM* emisije i izlaganja ljudi u ranoj fazi projektovanja i razvoja proizvoda.
- ✓ Medije kako bi dostupne podatke o novim *EM* tehnologijama plasirali svojim čitaocima / gledaocima / slušaocima u cilju što bolje informisanja.

U zaključku, kao i kod svih *COST* akcija, fokus na ovoj *Akciji* je aktivna saradnja i komunikacija između naučnika i drugih relevantnih profesija na nivou istraživačkog rada.

8. PREGLED STANDARDA I PROPISA U BIH

Ministar zdravlja i socijalne zaštite Republike Srpske je donio „*Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja do 300 GHz*“, (Sl. glasnik *RS* broj 112 od 14. 12. 2007.), [10], prema kojem se razlikuju dvije grupe normi: (a) za tehničko osoblje i (b) za opštu ljudsku populaciju. Prema ovom pravilniku granične vrijednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetskog polja i srednje gustine snage u slučaju kontinualnog izlaganja elektromagnetskom polju za tehničko osoblje i opštu ljudsku populaciju date su u Tabelama 2 i 3. Ove vrijednosti, u slučaju izlaganja impulsnom elektromagnetskom polju, za tehničko osoblje i opštu ljudsku populaciju, ne smiju prelaziti više od 1000 puta granične vrijednosti navedene u Tabelama 2 i 3.

f	E V/m	H A/m	S_{ekv} W/m ²
(3 – 100) KHz	87	5	/
(100 – 150) KHz	87	5	/
(0.5 – 1) MHz	87	0.73/f	/
(1 – 10) MHz	87/f ^{1/2}	0.73/f	/
(10-400) MHz	28	0.073	2
(400-2000) MHz	1.375f ^{1/2}	0.0037f ^{1/2}	f/200
(2-10) GHz	61	0.16	10
(10-300) GHz	61	0.16	10

Tabela 2. Granične vrijednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetskog polja i srednje gustine snage, za područja prof. izloženosti kontinualnom elektromagnetskom polju.

Takođe, Regulatorna agencija za komunikacije (Zakon o komunikacijama *BiH*, Službeni glasnik *BiH*, broj 31/03), [5], usvojila je referentne propise i standarde u cilju ograničavanja izlaganja ljudi elektromagnetskom zračenju (Preporuka Vijeća *EU* 1999/519/EC o ograničavanju izlaganja ljudi elektromagnetskim poljima (0 Hz-300 GHz)).

f	E V/m	H A/m	Sekv W/m ²
(3 – 100) KHz	34.8	2	/
(100 – 150) KHz	34.8	2	/
(0.5 – 1) MHz	34.8	0.292/f	/
(1 – 10) MHz	34.8/f ^{1/2}	0.292/f	/
(10-400) MHz	11.2	0.0292	0.326
(400-2000) MHz	0.55 f ^{1/2}	0.00148f ^{1/2}	f/1250
(2-10) GHz	24.4	0.064	1.6
(10-300) GHz	24.4	0.064	1.6

Tabela 3. Granične vrijednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetnog polja i srednje gustine snage, u slučaju kontinualnog izlaganja opšte ljudske populacije elektromagnetnom polju.

Vijeće Regulatorne agencije za komunikacije donijelo je i „Pravilo 37/2008 o ograničavanju emisija elektromagnetskog zračenja“ (Službeni glasnik BiH, br. 80/08 od 06.10.2008. god.). Ovim pravilom su propisane gotovo iste granične vrijednosti kao u „Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskih polja do 300GHz“, u Republici Srpskoj. Razlika je samo u formi tabela i što Pravilo ne propisuje granične vrijednosti za frekventni opseg od 1Hz do 9KHz. Takođe, Pravilo propisuje vrijednosti osnovnih ograničenja za SAR (Tabela 4.) što nema u Pravilniku. Poređenjem nivoa u Tabeli 1. i Tabelama 2. i 3. može se uočiti da su granične vrijednosti propisane u BiH i RS niže 3 do 4 puta od istih propisanih od strane ICNIRP-a.

Frekvencija f	SAR usrednjena na cijelom tijelu (W/kg)	SAR u glavi i trupu (W/kg)
9 kHz – 100 kHz	–	–
100 kHz – 10 MHz	0.08	2
10 MHz – 10 GHz	0.08	2
10 GHz – 300 GHz	–	–
Frekvencija f	SAR u udovima (W/kg)	Gustina snage S (W/m ²)
9 kHz – 100 kHz	–	–
100 kHz – 10 MHz	4	–
10 MHz – 10 GHz	4	–
10 GHz – 300 GHz	–	10

Tabela 4. Vrijednosti osnovnih ograničenja SAR

Mjerenja, koja je izvršio koautor ovog rada, na oko trideset lokacija, u urbanim i ruralnim područjima širom Bosne i Hercegovine, pokazuju da se elektromagnetske emisije, na GSM 900 MHz za opštu populaciju, nalaze unutar zakonom propisanih granica. Međutim, da bi se dobila objektivna sveukupna slika EM emisija na nekom području, potrebno je vršiti, 24 časa na dan, kontinualno praćenje zračenja svih postojećih izvora. To zahtjeva instalaciju posebnih stanica za praćenje, čija realizacija u RS/BiH još uvijek nije podržana od domaćih institucija i lokalnih vlasti, kao ni od same Regulatorne agencije za komunikacije BiH. To nameće potrebu pokretanja takve inicijative kako bi se RS/BiH približila zemljama EU i priključila pomenutom COST programu.

9. ZAKLJUČAK

Brojna istraživanja uticaja EM zračenja u oblasti RF i MW frekvencija, a posebno na frekvencijama koje se primjenjuju kod savremenih GSM sistema, pokazuju da postoje određeni efekti zračenja na organizme koji

predstavljaju složenu strukturu, sastavljenu od skupova organa i sistema na koje EM zračenje različito utiče. Količina apsorbovane energije je funkcija snage zračenja elektromagnetskog polja, frekvencije, položaja organizma u odnosu na pravac polja, itd. U suštini razlikuju se dvije vrste efekata EM zračenja – termički i netermički. Termički efekti su dosta dobro proučeni i dokazani i obuhvataju fiziološke efekte, efekte promjene ponašanja, itd. Sa druge strane, u vezi postojanja netermičkih efekata postoje kontradiktorna mišljenja i zabrinutosti tako da se očekuje dalji istraživački rad u ovoj oblasti koji će dokazati ili opovrgnuti zasnovanost ovih efekata. Postojeći standardi bazirani su na naučnim saznanjima iz ove oblasti, a posebno uzimaju u obzir termičke efekte. Razlike koje danas postoje među standardima posljedica su različitih interpretacija naučnih saznanja. Cilj COST Akcije je objedinjavanje različitih standarda u jedan jedinstveni. Pravilnici propisani u BiH i RS su za referencu imali gore navedene standarde EU. Naša zemlja, nažalost, nije članica EU, pa samim tim ni COST programa. Takođe, projekti slične namjene nisu podržani od institucija BiH/RS. To se mora drastično promijeniti u predstojećem periodu, jer smo svi svjedoci da su mobilne komunikacije i razne TV i radio stanice doživjele pravi bum.

LITERATURA

- [1] Mumford WW. Some technical aspects of microwave radiation hazards, Proc. IRE, Feb. 1960; 427–47.
- [2] Safety Level with respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 300 kHz to 100 GHz, ANSI Standard C95.1-1982, 1982.
- [3] Đinđić B, Radić S, Krstić D, Sokolović, D. Pavlović T. Petković, et al. J. Exposure to electromagnetic fields by using mobile telephones and its influence on the brain function. Facta Universitates, Series Working and Living Environmental Protection 2003, 2.
- [4] Dejan D. Krstić, Vera V. Marković, Nataša M. Nikolić: "Biološki efekti zračenja bežičnih komunikacionih sistema", Acta Medica Medianae 2004, Vol 43.
- [5] Zakon o komunikacijama BiH ("Službeni glasnik BiH", broj 31/03).
- [6] Alastair McKinlay: "Emerging EMF technologies action on possible health risks", Verlag France and UK Health Protection Agency 2008.
- [7] Đ. Kolonić, P. Međedović, "Studija o uticaju baznih stanica mobilne telefonije na životnu sredinu", Institut zaštite, ekologije i informatike, B. Luka, juni 2001 god.
- [8] P. Međedović, Đ. Kolonić, Procjena izlaganja ljudskog tijela zračenju radiofrekventnih elektromagnetskih polja Institut zaštite, ekologije i informatike, B. Luka, 6.2009
- [9] Vijeće Regulatorne agencije za komunikacije, „Pravilo 37/2008 o ograničavanju emisija elektromagnetskog zračenja“ (Službeni glasnik BiH, broj 80/08 od 06.10.2008. god.).
- [10] Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite, "Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja do 300GHz", Sl. Glasnik RS br.112, od 14.12. 2007. god.
- [11] Technical Commite No. 103, "Measurement of exposure to radio-frequency electromagnetic fields-Field strength in the frequency range 100KHz to 1GHz, International standard CEI IEC 61566, Brussels, 1997.