

Elektromagnetno sevanje in zdravje

Predvsem kakovostne informacije

Prof. dr. Damijan Miklavčič

predsednik strokovnega sveta v okviru projekta Forum EMS

Elektromagnetna sevanja, ki jih določata frekvenca in pripadajoča energija, so navzoča povsod v našem okolju ter človeka spremljajo že ves čas njegovega razvoja. Čim višja je frekvenca sevanja, tem višja je njegova energija in nasprotno.

Elektromagnetna sevanja (EMS) glede na njihovo energijo ter s tem na neposredni učinek delimo na ionizirna in neionizirna.

Ionizirna sevanja imajo precej višje frekvence in s tem višjo energijo od neionizirnih in zato lahko ionizirajo snov – izbijajo elektrone iz atomov. Od tod tudi ime, saj procesu izbijanja elektronov iz atomov pravimo ionizacija. Ker ionizirna sevanja izbijajo elektrone tudi iz atomov v človekovem telesu, lahko ogrozijo zdravje. Med ionizirna sodijo rentgenska sevanja ter radioaktivna sevanja v zemeljski skorji in zunaj nje.

Neionizirna sevanja imajo nižje frekvence od ionizirnih in tako premajhno energijo za ionizacijo snovi. Delimo jih na enosmerna električna in magnetna polja, sevanja nizkih in visokih frekvenc ter infrardečo, vidno in ultravijolično svetlobo. Glavni viri neionizirnih sevanj, s katerimi se vsak dan srečujemo, so daljnovodi, gospodinj-ske naprave, radijski in televizijski oddajniki, radarji, sončna svetloba ter mobilni telefoni in njihove bazne postaje. Nekatera neionizirna sevanja zaznavamo s čutili (vidna svetloba, toplota), medtem ko ionizirnih sevanj ne moremo zaznati.

Tveganje

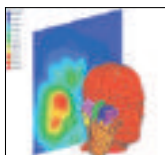
Izpostavljenost EMS ni nekaj novega, saj se vse od izuma žarnice in radia jakost umetno ustvarjenih virov v okolju nenehno povečuje. Človek je tako na delovnem mestu kot tudi doma izpostavljen kompleksni mešanici šibkih električnih in magnetnih polj – kot posledici proizvodnje, prenosa in distribucije električne energije, uporabe električnih in elektronskih naprav doma in na delovnem mestu ter telekomunikacijskih naprav in oddajnikov. Za ugotavljanje morebitnih škodljivih vplivov EMS in s tem tveganja za zdravje so potrebne različne študije z različnih področij raziskovanja. Pri ugotavljanju tveganja za zdravje se uporablja več vrst raziskav: od molekularnih struktur prek celic in tkiv vse do raziskav na živalih in ljudeh, ki so lahko epidemiološke ali laboratorijske na prostovoljcih. Za dokončno priznanje nekega biološkega učinka je potrebno, da ta učinek potrdimo na vseh ravneh raziskav.

Ko EMS pri širjenju skozi prostor naleti na človeka (ali drugo živo snov), se le del energije v njem absorbira. Znano je, da se visokofrekvenčna EMS zelo dobro absorbirajo v snovi, ki vsebuje veliko vode, in se pri dovolj visokih jakostih v celoti spremeni v toploto.

Vsi ugotovljeni in znanstveno potrjeni vplivi EMS na zdravje so nedvomno povezani s segrevanjem in z draženjem vzdražnih tkiv. Segrevanje izkorišča mikrovalovne pečice, ki v nekaj trenutkih segrejejo hrano. Sevalne obremenitve, ki smo jim navadno izpostavljeni v okolju, pa so

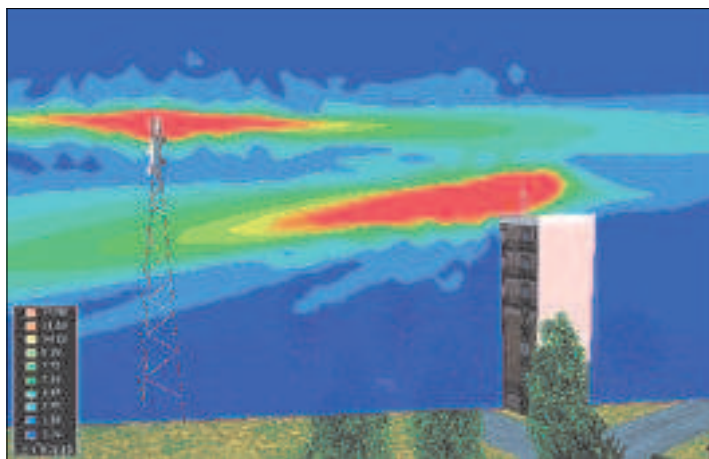
Strokovni svet v okviru projekta Forum EMS

Prof. dr. Damijan Miklavčič
Prof. dr. Janez Stepišnik
Prof. dr. Gregor Serša
As. dr. Metoda Dodič Fikfak
Dr. Fedor Černe
Prof. dr. Marko Polič
Doc. dr. Zvezdan Pirtošek



Segrevanje glave med uporabo mobilnega telefona

V okviru projekta Forum EMS smo pripravili informativni brošuri, s katerima želimo osvetliti problematiko elektromagnetnih sevanj sistema mobilne telefonije. V brošurah so predstavljeni osnovni pojmi in pregled stanja v zvezi z morebitnimi vplivi EMS sistema mobilne telefonije na človeka in okolje. Njuna vsebina se opira na stališča ključnih mednarodnih organizacij in uglednih znanstvenih ustanov s področja preučevanja vplivov EMS na zdravje ljudi. Obe brošuri lahko najdete na spletni strani projekta www.forum-ems.si ali pa ju naročite po elektronski pošti info@forum-ems.si. Lahko tudi pokličete na (01) 5603 743 oziroma svoja vprašanja pošijete na naslov: Projekt Forum EMS, Slovenska 95, 1000 Ljubljana.



Jakost in doseg elektromagnetnega sevanja, ki ga oddaja bazna postaja mobilne telefonije.

precej nižje od tistih, ki bi bile potrebne za dosego zaznavnega dviga temperature.

Podrobni pregledi raziskav, v katerih znanstveniki poročajo o vplivih na zdravje zaradi izpostavljenosti VF EMS nizkih jakosti, med katerimi je tudi sevanje mobilnih telefonov in baznih postaj, so bili objavljeni v številnih publikacijah uglednih znanstvenih ustanov in organizacij (Svetovna zdravstvena organizacija, Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji, Evropska komisija, Kanadsko kraljevo združenje, francoska akademija za znanost, Neodvisna ekspertna skupina za mobilno telefonijo pri angleški vladi, zdravstveni svet Nizozemske, Evropski projekt COST 281). Vsi omenjeni pregledi so privedli do sklepa, da doseganje raziskave o dolgotrajni izpostavljenosti EMS, ki so nižja od mednarodno priznanih mejnih vrednosti, niso odkrile vpliva na človekovo zdravje. Vendar se raziskave še nadaljujejo.

Razlika med biološkimi učinki in vplivi na zdravje

Biološki učinki so merljivi odzivi organizma na dražljaje ali vplive iz okolja. Ti vplivni dejavniki pa niso nujno škodljivi za zdravje. Nekateri biološki učinki, kot je na primer produkcija vitamina D zaradi vpliva sončne svetlobe na celice kože, so celo koristni.

Človeško telo ima številne zapletene mehanizme za prilagoditev na spreminjajoče se vplive iz okolja. Seveda pa nima ustreznih kompenzacijskih mehanizmov za vse vrste bioloških učinkov. Ireverzibilne spremembe in dolgotrajnejše obremenitve lahko v nekaterih okoliščinah pomenijo zdravstveno tveganje.

Škodljivi učinki za zdravje vodijo do poslabšanja zdravstvenega stanja ali celo do obolenja, medtem ko biološki učinki še ne vodijo do zaznavnih vplivov na zdravje. Nedvomno visokofrekvenčna EMS nad določenim pragom povzročajo določene biološke učinke. Opravljene raziskave na zdravih prostovoljcih ne kažejo, da bi izpostavljenost VF EMS šibkim jakostim v okolju ali doma povzročala zaznavne škodljive vplive na zdravje. Izpostavljenost višjim jakostim, ki je lahko nevarna, pa je že omejena z mednarodnimi priporočili in domačo zakonodajo.

Termični – netermični učinki

Visokofrekvenčna EMS se v telesu absorbirajo in telo pri dovolj visokih jakostih tudi opazno segrejejo (termični učinki). Globina, do katere lahko VF EMS mobilne telefonije prodrejo v izpostavljena tkiva, znaša nekaj centimetrov in je odvisna od frekvence. Opravljene raziskave različ-

nih znanstvenih skupin po svetu so ugotovile, da izpostavljenost EMS povzroči blago segrevanje telesa in za njegovo izravnavo poskrbijo naravni mehanizmi v telesu (termoregulacija). Le v redkih primerih, ko je človek izpostavljen zelo visokim jakostim EMS (delovno mesto), se telo močno segreje, postane preobremenjeno, negativni vplivi pa se kažejo na zdravju.

Medtem ko VF EMS lahko vplivajo na telesna tkiva in organe pri ravneh, ki so preнизke, da bi povzročile značilno segrevanje, znanstveniki v nobeni izmed študij niso potrdili negativnih vplivov na zdravje pri izpostavljenosti pod mednarodno sprejetimi mejnimi vrednostmi. Obstaja nekaj dokazov o netermičnih učinkih na celicah kot posledici absorpcije visokofrekvenčnih VF EMS pri jakostih, pri katerih ne opazimo povišanja telesne temperature. Ti učinki vključujejo spremembe v električni aktivnosti možganov, spremembe v aktivnostih encimov ter spremembe v prenosu kalcijevih ionov prek celične membrane. Noben rezultat teh študij ni bil neodvisno ponovljen, zato o nobenem ne moremo trditi, da je povezan s tveganjem za človekovo zdravje. Pri tem moramo poudariti, da biološki učinek, ki smo ga morda opazili pri izoliranih celicah, ni nujno dokaz vpliva na zdravje.

Če predpostavimo obstoj zapoznelih učinkov, kot je na primer rak, bi morali predvideti, da tveganje narašča z dozo ali izpostavljenostjo. To pomeni, da tveganja ni le pri nikakršni izpostavljenosti. Družba pa se je odločila, da bo njen razvoj temeljil na sprejemljivem tveganju, to pomeni nenehnem tehtanju med tveganjem in koristmi ali pa primerjanju z drugimi tveganji. V obeh primerih je treba tveganje kvantitativno presoditi, kar pa je za elektromagnetna sevanja nemogoče, saj tveganje še ni bilo potrjeno.

V povezavi z možnimi netermičnimi učinki Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) ugotavlja, da nobena raziskava ni pokazala na obstoj negativnih vplivov na zdravje pri jakostih pod dovoljenimi mejnimi vrednostmi, kljub dejstvu, da lahko VF EMS vplivajo na biološke sisteme pri jakostih, ki so premajhne za zaznavni dvig temperature. Tako WHO kot tudi Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP) sta mnenja, da rezultati opravljenih raziskav o netermičnih učinkih ne dajejo zanesljive podlage za oblikovanje mejnih vrednosti. ICNIRP v svoji izjavi ugotavlja, da izpostavljenost EMS, ki je nižja od mednarodno priznanih mejnih vrednosti, ne vpliva na zdravje.

Visokofrekvenčna EMS in rak

Objavljenih je bilo nekaj študij, ki govorijo, da EMS v bližini daljnovodov povzročajo oziroma

spodbujajo nastanek raka. Vendar vsi dosedanja podatki in ugotovitve neodvisnih mednarodnih organizacij zanikajo trditve, da EMS lahko povzročijo ali spodbujajo nastanek raka. Vse te znanstvene študije namreč niso mogle dokazati, da EMS pri energijah, ki ne povzročajo segrevanja, vplivajo oziroma povzročajo molekularno-genetske spremembe, ki bi lahko vodile v nastanek raka, niti niso dokazale, da bi neionizirna elektromagnetna sevanja lahko imela vpliv na promocijo oziroma spodbujanje nastanka raka sama ali v sodelovanju s snovmi, ki so znani karcinogeni.

Tudi najnovše epidemiološke študije ne kažejo na povečano tveganje za nastanek raka zaradi uporabe mobilnih telefonov, vendar je opazovalno obdobje za zanesljive ugotovitve še prekratko. Številne študije na živalih, ki so jih izpostavljali EMS, podobnim tistim, ki nastajajo pri uporabi mobilnega telefona, tudi niso potrdile teze, da bi lahko EMS povzročala raka na možganih ali pospeševala njegov razvoj. Tako se postavljajo vprašanje, ali EMS sploh lahko povzročijo raka? **Konsenz stroke je strinjen v izjavi WHO, ki pravi, da pregled najpomembnejših razpoložljivih znanstvenih raziskav ne daje prečiščljive podlage za sklep, da bi lahko EMS negativno vplivala na zdravje ljudi ali povzročala ali pospeševala razvoj raka.** Številne druge mednarodne organizacije so ugotovile enako.

Tudi če EMS lahko povzročajo spremembe v delovanju celic, ki jih s trenutno dostopnimi metodami ne moremo zaznati, to še ne pomeni, da imajo nujno negativen vpliv na delovanje organizma. V organizmu se namreč nenehno dogajajo spremembe, ki jih organizem s svojimi mehanizmi uravnoteži in kompenzira. Vsekakor EMS na podlagi razpoložljivih podatkov ne moremo uvrstiti med bolj škodljive snovi – lahko jih na primer primerjamo z uživanjem črne kave. Potrebnih je še več dobrih načrtovanih in kontroliranih raziskav, ki bodo natančno raziskale biološke vplive EMS na organizem. Počakati pa je treba tudi na rezultate epidemioloških študij, ki bodo s časom pokazali, ali so negativni vplivi EMS res samo plod naše domišljije ali pa smo bili premalo natančni in dosledni pri dosedanjih raziskavah bioloških učinkov.

Preobčutljivost za visokofrekvenčna EMS

Nekateri posamezniki še posebno občutljivo sprejemajo izpostavljenost visokofrekvenčnim EMS. Pripisujejo jim zbadanje in bolečine, glavobole, slabosti, depresije, motnje pri spanju, utrujenost ter celo krče in epileptične napade. Vendar ni na voljo znanstvenih raziskav, ki bi potrdile preobčutljivost za VF EMS.

Odmevna skandinavska študija je pokazala, da odzivanja posameznikov v natančno nadzorovanih razmerah izpostavljenosti VF EMS niso dosledna. Prav tako ni nobenega znanega biološkega mehanizma, ki bi pojasnil preobčutljivost za VF EMS. Raziskave na tem področju so zelo težavne, saj so v možne odzive na VF EMS vpleteni številni drugi subjektivni odzivi, ki niso neposredno povezani z učinki VF EMS.

Mobilni telefoni so med mladimi zelo priljubljeni zaradi neomejene možnosti komunikacije. **Ker se glava in živčni sistem pri otrocih in mladostnikih še razvijata, so nekateri strokovnjaki mnenja, da bi bili, če bi obstajala trenutno še neznan zdravstvena tveganja, otroci in mladi morda zanje bolj dovzetni kot odrasli. Na voljo pa ni znanstvenih izsledkov, ki bi podprli to domnevo.**

Odgovorni za promocijo zdravja v nekaterih državah (Anglija, Nemčija) priporočajo staršem, ki se želijo izogniti vsakršnemu morebitnemu tveganju, ki bi se morda pokazalo šele v prihodnosti, da razen v nujnih primerih otroke odvrčajo od uporabe mobilnega telefona. Spet v drugih državah (Nizozemska) pa menijo, da ni razlogov za omejevanje uporabe mobilnih telefonov med mladino.

Stroka in javnost

Pri soočenju strokovne in laične javnosti je večkrat odkrito izražen dvom o poštenosti oziroma nepristranskosti strokovnjaka. Ta namreč konča svoje pregledno predavanje z ugotovitvijo, da dosedanjim študijam ni uspelo dokazati kvarnega vpliva elektromagnetnih sevanj na človekovo zdravje. Prizadet pripadnik laične javnosti se seveda ne strinja z ugotovitvijo, saj pozna najnoveše znanstvene izsledke, ki kažejo na negativne

učinke elektromagnetnih sevanj na človeka in njegovo zdravje.

Kljub dejstvu, da oba sodelujoča v tem dialogu poskušata biti objektivna, je ena od temeljnih razlik v njunem načinu zbiranja in vrednotenja informacij.

V današnji informacijski poplavi je izredno težko, če ne nemogoče, ločiti seme od pleva. To velja tudi za strokovno in znanstveno literaturo. Dostopnost informacij laični javnosti seveda nastale situacije prav nič ne olajša. Strokovnjak znanstvenik se bo najprej opiral na t. i. znanstveno literaturo. To so predvsem znanstvene revije, ki so uveljavljene in imajo vpeljan sistem recenziranja prispevkov, kar je delo uredniških odborov in kolegov. Kredibilnost vira strokovnjak presoja torej na podlagi odličnosti znanstvene revije. Znanstvena revija, ki je bolj cenjena kot druge, praviloma objavlja »bolj kvalitetne« znanstvene izsledke, ki imajo posredno večjo »težo«. Problem nastane, ko laik neselektivno prične prebirati vse znanstvene izsledke, ne glede na to, kje so objavljeni, ali pa ko v cenjeni znanstveni reviji objavijo znanstvene izsledke, ki so posledica »nekvadratnega raziskovalnega dela«.

Znanstveni rezultati in dognanja, ki jih najdemo v znanstveni literaturi, temeljijo na potrjevanju hipotez s pomočjo eksperimenta s hkratno kontrolo oz. obvladovanjem okoliščin in drugih/stranskih dejavnikov. Sočasno zahtevamo ponovitev eksperimenta z enakim ali primerljivim rezultatom tudi v drugih laboratorijih. Znanost namreč išče resnico, ki je enkratna in brezmejna ter kot taka neodvisna od eksperimentatorja in institucije, v kateri eksperiment poteka. Bistveno za povečanje verodostojnosti posameznega znanstvenega rezultata je torej zmožnost drugih raziskovalcev, da ponovijo poskus v enakih razmerah z enakim rezultatom ali v podobno kontroliranih razmerah s smiselno enakim rezultatom. Več ko je raziskovalnih skupin oz. znanstvenikov, ki jim uspe ponoviti eksperiment z enakim rezultatom, bližje smo resnici in večjo verodostojnost ima rezultat eksperimenta.

Za ponovitev eksperimenta pa je seveda nujno, da so metode in materiali, ki jih je raziskovalec uporabil, splošno sprejeti, poznani, uveljavljeni in predvsem dovolj dobro opisani. Opisani tako natančno, da lahko poskus ponovijo tudi drugi raziskovalci. In ravno tu se velikokrat zatakne. Raziskovalec je ugotovil na primer vpliv elektromagnetnega sevanja na celice ali živali. Drugi raziskovalci poskus neuspešno ponovijo. Katerega rezultata torej verjeti? Rezultat je neodločen. Potrebni so podaljški.

Smernice in zakonodaja

Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP) je najvišja avtoriteta na področju spremljanja znanstvene literature in njenega vrednotenja glede ugotavljanja kakršne koli nevarnosti, ki bi pretila ljudem zaradi izpostavljanja EMS. Hkrati izdaja tudi smernice o mejnih vrednostih izpostavljenosti EMS, ki so jih poleg Slovenije prevzele številne države po vsem svetu. Tudi priporočilo Evropske komisije glede omejevanja izpostavljenosti ljudi EMS izhaja iz teh smernic. Pri določanju mejnih vrednosti je omenjena komisija upoštevala vso razpoložljivo znanstveno literaturo. Po pregledu znanstvene literature je identificirala prag izpostavljenosti EMS, pod katerim doslej ni bilo ugotovljenih nobenih škodljivih bioloških vplivov.

Mejne vrednosti izpostavljenosti pa so z upoštevanjem varnostnega faktorja nižje od znanstveno določenega praga. Poseben varnostni faktor je upoštevan zaradi možnosti, da je del prebivalstva, ki vključuje otroke, nosečnice in ostarele, morebiti bolj občutljiv za izpostavljenost visokofrekvenčnim EMS.

Mejne vrednosti izpostavljenosti prebivalstva VF EMS glede na smernice ICNIRP so tako nizke, da ljudje absorbirajo več elektromagnetne energije, ko se poleti izpostavljajo soncu. ICNIRP se naprej spremlja znanstveno literaturo, da bi tako ugotovili, ali obstaja kakršen koli dokaz, zaradi katerega bi znižali omejitve. **Noben od doslej objavljenih znanstvenih izsledkov ne daje dovolj trdne podlage za dodatno znižanje mednarodno priznanih mejnih vrednosti.**

Številne države (med njimi tudi Slovenija) so z namenom varovanja človekovega zdravja pred

EMS skladno z navedenimi smernicami sprejele ustrezne predpise o mejnih vrednostih. Nekateri so pri njihovi določitvi upoštevali še dodatni varnostni faktor. Slovenska vlada je leta 1996 sprejela uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, 70/96), ki natančno določa največje dovoljene ravni EMS. Za nove posege v prostor so z uredbo z dodatnim preventivnim dejavnikom zaščitenja najbolj občutljiva območja (I. območje varstva pred EMS, kamor se uvrščajo bivalno okolje, šole, vrtci, bolnišnice ...). Za ta območja se zahteva povečano varstvo pred sevanji, zato zanje veljajo desetkrat strožje omejitve kot v Evropski uniji. Za II. območje varstva pred EMS, kamor spadata območje brez stanovanj, namenjeno industrijski, ali obrtni, ali drugi podobni proizvodni dejavnosti, in območje, namenjeno javnemu cestnemu ali železniškemu prometu, veljajo enake omejitve kot v EU.

Previdnost

Odprto ostaja vprašanje, ali obstaja dovolj znanstveno utemeljenih argumentov za uporabo načela previdnosti pri elektromagnetnih sevanjih. To seveda ne preprečuje politike, usmerjene v zmanjševanje emisij virov EMS. Vendar mora biti verodostojna in sprejemljiva politika sprejeta uravnoteženo tudi za vse druge vplivne faktorje in nove tehnologije. To priporoča tudi komisija EU. Tak pristop se zdi bolj logičen z vidika trajnostnega razvoja kot pa z vidika načela previdnosti v povezavi z zdravstvenim tveganjem. **Jasno razlikovanje med znanstvenimi argumenti in političnimi odločitvami na področju varovanja zdravja in okolja je pomembno še posebno v komunikaciji z javnostjo.**

Ker zaradi vrzeli v znanju dokončnih odgovorov glede (ne)varnosti sistema mobilne telefonije še ni mogoče dati, se nekatere mednarodne organizacije in vladne ustanove odzivajo na zaskrbljenost javnosti zaradi morebitnih vplivov VF EMS na zdravje ter priporočajo nekatere preventivne ukrepe:

- uporabo prostoročnih kompletov med telefoniranjem z mobilnim telefonom;
- omejitve pogovorov na najnujnejše;
- držanje telefona med vzpostavljanjem zveze čim dlje od glave in telesa;
- izbiro telefona z nizko stopnjo sevanja (SAR);
- umestitev baznih postaj ob sprejemljivih stroških na lokacije, na katerih bi bila izpostavljenost prebivalstva čim manjša;
- upoštevanje tudi estetskih vidikov in občutljivosti javnosti;
- vzpostavitev odkrite komunikacije med lastniki vira sevanja, lokalnimi organi in javnostjo v posameznih fazah načrtovanja postavitve, ki bi pripomogla k razumevanju problematike in večji odprtosti za postavitve nove naprave;
- vzniki naj se zaradi varnosti na cestah med vožnjo odredijo uporabi mobilnih telefonov. ■

Več kot 140 znanstvenikov, predstavnikov vladnih agencij in raziskovalnih organizacij iz 24 držav, se je konec letošnjega januarja udeležilo Azijsko-pacifiške konference o elektromagnetnih sevanjih pod okriljem WHO v Bangkoku, Tajsko.

Predstavniki najvidnejših mednarodnih organizacij in nacionalnih odborov so predstavili trenutno stanje na tem področju v svetu, izhodišča za poenotenje teh kriterijev ter opozorili na probleme, ki se lahko pri tem porajajo.

Na podlagi predstavljenih predavanj je bilo mogoče skleniti, da priporočila ICNIRP za omejevanje izpostavljenosti ljudi EMS uživajo daleč največjo strokovno podporo ter veljajo za podlago zakonodaj in področja EMS v številnih državah sveta. Omenjena priporočila ICNIRP, na katerih temeljijo priporočila EU, uporabljamo tudi v Sloveniji.

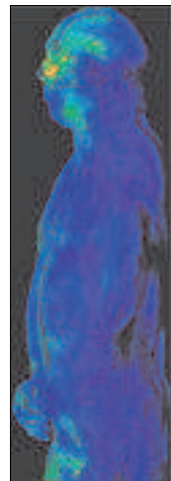
Strokovnjaki so v sklepnem delu konference ugotovili naslednje: – Rezultati vseh doslej izvedenih raziskav kažejo, da izpostavljenost EMS pod mednarodno sprejetimi mejnimi vrednostmi ne vpliva na zdravje ljudi.

– Vladam posameznih držav po svetu svetujejo, da prevzamejo priporočila ICNIRP za varovanje zdravja ljudi pred EMS ali pa uporabijo vodilo za izobilkovanje lastnih standardov, ki ga priporoča WHO.

– Priporočajo izdelavo programa varstva pred EMS tako v bivalnem kot delovnem okolju ter izvajanje ukrepov, ki bodo pripeljali do zmanjševanja sevalnih obremenitev.

– Pripraviti je treba programe za obveščanje javnosti o trenutnem stanju stroke ter za promocijo trenutnih znanstveno potrjenih spoznanj.

Podrobnosti o konferenci so na voljo na <http://www.who.int/emf>



Absorpcija EMS v človekovem telesu