



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *elektrotehniko*



OTROCI IN ELEKTROMAGNETNA SEVANJA

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID=36072707
ISBN 978-961-92727-2-5 (pdf)

Izdajatelj: Inštitut za neionizirna sevanja, Onkološki inštitut, Fakulteta za elektrotehniko

Besedilo: doc.dr. Peter Gajšek, dr. Blaž Valič, prof.dr. Vesna Zadnik, prof. dr. Tadej Kotnik, dr. Tina Žagar, doc.dr. Bor Kos, Tomaž Trček

Recenzija: doc.dr. Damijan Škrk

Oblikovanje: Nika Bric

Ljubljana, maj 2020

Elektronska izdaja

© Vse pravice pridržane. Noben del te monografije ne sme biti reproduciran, shranjen ali z drugimi sredstvi (elektronskim, mehanskim, s fotokopiranjem, skeniranjem) kakorkoli spremenjen brez predhodnega pisnega soglasja Inštituta za neionizirna sevanja.

Slovarček pojmov

KAJ SO EMS?

Elektromagnetna sevanja (EMS) so fizikalni pojav, ki ga ustvarjajo električno nabiti delci, ki mirujejo, se gibljejo z določeno hitrostjo ali nihajo z določeno frekvenco. Elektromagnetna sevanja so prisotna v naravi (na primer v obliki svetlobe, toplotnega sevanja, nevihtnih strel, zemeljskega magnetnega polja in različnih električnih procesov v živih bitjih), nekatera pa je umetno ustvaril človek, bodisi namenoma (predvsem za prenos informacij), bodisi kot stranski učinek pri delovanju električnih naprav. Izraz elektromagnetna sevanja se v ožjem pomenu praviloma uporablja le za vire elektromagnetnega polja, ki jih je s svojimi aktivnostmi ustvaril človek. Pri tem imajo različne vrste EMS lahko različne (ne vselej negativne) biološke učinke na človeka, bodisi na ravni celic, tkiv ali celotnega telesa. Ker imajo nekateri biološki učinki lahko tudi negativne posledice za zdravje, obstajajo mednarodna priporočila o najvišjih dovoljenih vrednostih veličin EMS, pri katerih se ocenjuje, da je raven izpostavljenosti

ljudi še sprejemljiva. Slovenska zakonodaja je pri varovanju prebivalstva še nekoliko strožja od mednarodnih priporočil.

NIZKOFREKVENČNA EMS

Najpomembnejši viri nizkofrekvenčnih električnih in magnetnih polj so električne napeljave, transformatorji in daljnovodi. Pomemben vir so tudi transformatorske postaje, ki pa so problematične predvsem, kadar so postavljene v kleti večstanovanjskih zgradb in so neposredno nad njimi stanovanja. Poleg električne napeljave so pomemben vir EMS tudi nekatere domače električne naprave, kot so npr. sesalnik, električni vrtnik, brivnik, sušilnik za lase. Vse našteje naprave delujejo pri frekvenci 50 Hz in v svoji okolici ustvarjajo predvsem magnetno polje. V zadnjem času postajajo vse bolj priljubljena indukcijska kuhališča, ki jih imajo uporabniki radi zaradi učinkovitega in hitrega delovanja. Za svoje delovanje uporabljajo princip magnetne indukcije, pri čemer nastaja sorazmerno močno magnetno polje, ki lahko pri slabih pogojih delovanja (neustrezna posoda ali posoda, ki je zamaknjena od sredine kuhalnega mesta) tudi presežejo mednarodno sprejete mejne vrednosti za prebivalstvo. Običajno takšna kuhališča delujejo pri frekvencah od 20 do 100 kHz.

VISOKOFREKVENČNA EMS

Viri visokofrekvenčnih EMS so v bivalnem okolju predvsem srednjevalovni radijski oddajniki pri frekvencah okoli 1 MHz, radijski oddajniki od 88 do 108 MHz, GSM aparati z 900 MHz ali 1800 MHz, UMTS mobilniki okoli 2,1 GHz, bazne postaje za mobilno telefonijo, mikrovalovne pečice in brezžični mrežni vmesniki (Wi-Fi) s frekvenco 2,45 GHz. Vsi ti viri morajo ustrezati številnim standardom, vrednosti izpostavljenosti v domačem okolju zaradi zunanjih dejavnikov (bazne postaje, radijski oddajniki, itd.) pa so v veliki večini primerov vsaj stokrat nižje od vrednosti, ki jih dopušča slovenska zakonodaja.

Uvod

Skrb za zdravje otrok je pomembna tako za starše kot za širšo javnost. Elektromagnetna sevanja (EMS) so v Sloveniji pogosto tema javnih razprav, v tej zvezi pa kroži tudi precej napačnih, celo zavajajočih trditev. Ta brošura obravnava problematiko vplivov EMS na zdravje otrok in mladostnikov, povzema izsledke znanstveno relevantnih raziskav in ponuja nekatere nasvete za varnejšo uporabo sodobnih tehnologij.

Namen te brošure je objektivno in nepristransko informirati ter izobraziti starše, vzgojitelje, učitelje, pediatre in vse tiste, ki se z otroki ukvarjajo poklicno, da bi ti lahko zagotovili čim bolj varno okolje za rast in razvoj otrok. Poleg tega je želja, da bi ta publikacija odpravila nekatere napačne predstave o mogočih negativnih vplivih EMS in ponudila konkretne nasvete za varno uporabo novih tehnologij.

Smiselno je upoštevati načelo previdnosti, ki pravi, da je treba, dokler ni trdnih dokazov o (ne)škodljivosti nekega dejavnika (v tem primeru EMS) na zdravje, zagotavljati dovolj nizke ravni izpostavljenosti prebivalstva in tako zmanjšati morebitno zdravstveno tveganje. Načelo previdnosti je predstavljeno v samostojnem 5. poglavju te brošure.

V nadaljevanju so predstavljene pogloblitve razlike med odraslimi in otroki s stališča izpostavljenosti EMS, glavni izsledki na področju izpostavljenosti otrok nizkim in visokim frekvencam ter novim tehnologijam. Navedeni so tudi ustrezni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti.

Biološki učinki EMS

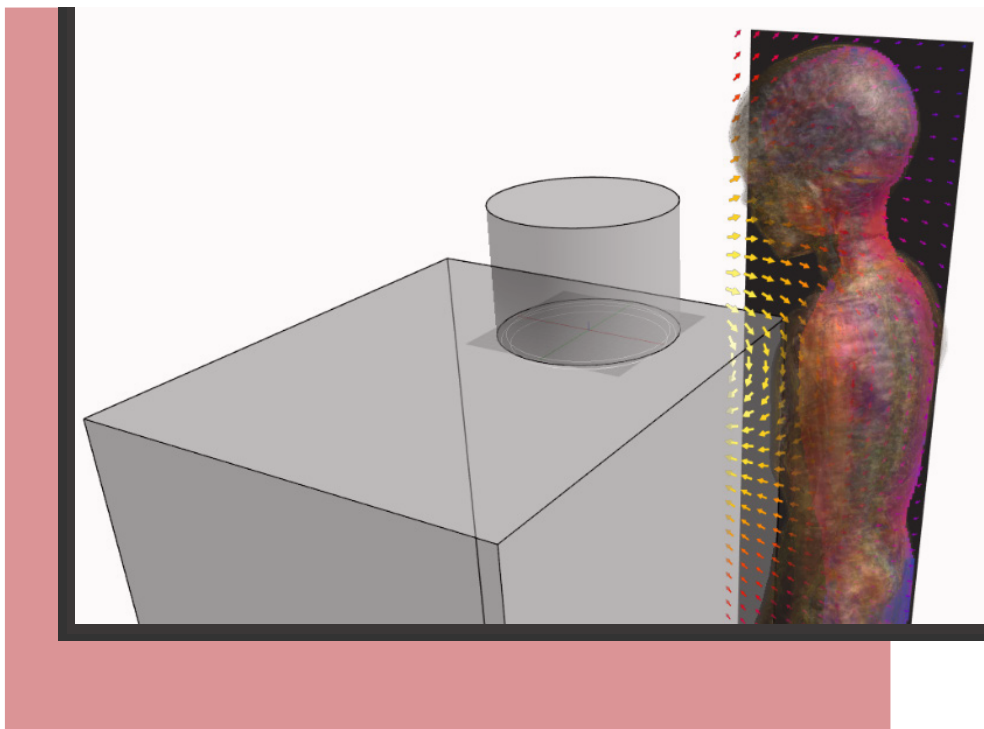
Med otroki in odraslimi obstaja nekaj pomembnih anatomskih in fizioloških razlik.

Prvič - pri otrocih potekajo pomembni procesi rasti, dozorevanja posameznih organov in organskih sistemov. Zato bi lahko nekateri zunanji dejavniki, ki odraslim ne škodujejo, pri otrocih povzročili pomembne vplive na zdravje. Prav tako je lahko pomembna starost, pri kateri pride do izpostavljenosti, saj se lahko občutljivost na dražljaje zaradi različnih bioloških „časovnih oken“ spreminja.

Drugič - otroci imajo manjša in drugače oblikovana telesa, zato so lahko pri enakih pogojih bolj izpostavljeni EMS kot odrasli. Predvsem to velja za visokofrekvenčna EMS (mobilni telefoni).

Tretjič - velika je verjetnost, da bodo otroci kot redni uporabniki sodobnih tehnologij izpostavljeni EMS večji del svojega življenja kot tisti, ki so to tehnologijo začeli uporabljati šele kot odrasli.

Pri izpostavljenosti EMS se lahko pojavijo določeni biološki učinki, ki pa večinoma niso zaznavni. Pri zelo velikih jakostih EMS lahko postanejo nekateri učinki tudi zaznavni, pojavijo pa se lahko tudi negativni vplivi na zdravje. Ko je človek izpostavljen EMS, se v telesu vzpostavi neravnovesje nabojev, zaradi premikanja električnih nabojev se ustvari električni tok, zaradi magnetne indukcije pa električno polje, ki prav tako povzroči premikanje nabojev in s tem električni tok. Zaradi vseh teh učinkov se spremeni tudi zunanje polje. Predvsem električno polje se lahko zaradi prisotnosti človeškega telesa bistveno spremeni. Sorazmerno z jakostjo zunanje polja



Izpostavljenost 6-letnega otroka pri uporabi indukcijskega kuhališča.

se večja tudi velikost učinkov znotraj telesa. Neposredni fizikalni učinki (prerazporejanje naboja, električni tok) sami po sebi niso škodljivi, vendar pa njihovi vplivi z jakostjo naraščajo, prav tako pa se zelo razlikujejo glede na frekvenco. Pri nizkih frekvencah (do 1 MHz) povzročajo EMS znotraj telesa inducirane tokove in električno polje. Zaradi inducirane električnega polja lahko pride do stimulacije vzdražnih tkiv živčnega in mišičnega sistema. Te celice so namreč občutljive na električno polje in če to preseže določen prag, lahko v živčnih ali mišičnih celicah sproži vzbujeno stanje. Da bi bili ti učinki zaznavni, se mora vzbuditi večje število celic hkrati. Stimulacija živčnega sistema se izkazuje na različne načine. Pri mrežnici, ki je najbolj občutljiva, stimulacija povzroči pojavljanje vidnih učinkov v obliki bliskov (magnetofosfeni), pri obrobnem

živčnem sistemu pa se lahko pojavi trzanje mišic. Pri visokih frekvencah povzroča izpostavljenost EMS segrevanje tkiv. To lahko ob čezmerni izpostavljenosti povzroči segrevanje celotnega telesa, ali segrevanje manjših in bolj občutljivih delov, kot je na primer očesna leča.

Potrebno pa je poudariti, da se tako velike jakosti EMS, ki bi povzročile zgoraj naštetе učinke, v življenjskem okolju praktično nikoli ne pojavljajo.

Vsi zgoraj omenjeni biološki vplivi so akutni – če odstranimo vir sevanja, učinki izginejo. Na podlagi znanih akutnih škodljivih oziroma neprijetnih učinkov so bile določene mejne vrednosti. Pri dolgotrajni izpostavljenosti jakostim EMS, ki so nižje od mejnih vrednosti (t.j. zapozneli vplivi), ni trdnih znanstvenih dokazov o škodljivem vplivu na človekovo zdravje, da bi jih omejevali z zakonodajo za varovanje zdravja in okolja. Ti učinki so sicer še vedno predmet številnih raziskav. Predstavljamo povzetek raziskav in razpravo o vplivih na zdravje pri dolgotrajni izpostavljenosti nizkim jakostim EMS, v naslednjem poglavju pa bomo bolj podrobno predstavili (morebitni) vpliv na zdravje otrok.

Ali lahko EMS negativno vplivajo na zdravje otrok?



SAR pri izpostavljenosti nosečnice visokofrekvenčnim EMS baznih postaj.

EMS se v različnih oblikah v našem življenjskem okolju pojavljajo že več kot sto let. Pri ugotavljanju tveganja za zdravje se uporabljajo študije na več ravneh: od preučevanja molekularnih struktur, prek poizkusov na celicah in živalih do raziskav na ljudeh. Za dokončno spoznanje nekega biološkega učinka ter vpliva na zdravje je treba ta učinek potrditi na vseh naštetih ravneh. Poleg tega pri okoljskih povzročiteljih neke bolezni težko z gotovostjo trdimo, da je obolenje povzročil prav nek točno določen dejavnik. Zato uporabljamo izraz tveganje. Čim večje je tveganje, tem večja je verjetnost, da bo posameznik zbolel za določeno boleznijo.

Zato imajo mejne vrednosti vgrajen varnostni faktor, ki mora zagotoviti, da pri nobenem delu prebivalstva ne nastopijo akutni učinki. Poleg tega pa velja na področju varstva prebivalstva pred EMS v

Sloveniji še strožja zakonodaja od priporočil mednarodnih smernic in predpisov kot v marsikateri državi Evropske unije.

Obstajajo tudi nekatere študije, ki so raziskovale vpliv EMS pri dolgotrajni, večletni izpostavljenosti. Te študije so bile prvenstveno usmerjene v raziskovanje magnetnega polja omrežne frekvence (50 Hz) in uporabo mobilnih telefonov. Nekaterе študije so pokazale povečano tveganje za nastanek nekaterih vrst raka, druge pa tovrstnega povečanja niso zaznale. Precej pogosto se v različnih študijah pojavlja izsledek, da naj bi 24-urna povprečna vrednost gostote magnetnega pretoka, večja od $0,4 \mu\text{T}$, podvojila tveganje za nastanek otroške levkemije. Poleg tega obstajajo študije, ki nakazujejo na nekoliko večje tveganje za nastanek možganskih tumorjev pri pogostih uporabnikih mobilnih telefonov, predvsem po dolgotrajni intenzivni rabi.

NIZKOFREKVENČNA MAGNETNA POLJA

Povezavo med izpostavljenostjo izmeničnemu magnetnemu polju omrežne frekvence in otroško levkemijo so raziskovalci prvič obravnavali konec sedemdesetih let dvajsetega stoletja. Od takrat so številne druge raziskave prav tako nakazale podobno povezavo ob primerljivih izpostavljenostih. Študije kažejo na povečanje tveganja za otroško levkemijo za faktor od 1,4 do 2,0 pri otrocih, ki so bili v 24-urnem povprečju izpostavljeni nad $0,3 \mu\text{T}$ oziroma $0,4 \mu\text{T}$. Te vrednosti so bistveno nižje od mednarodnih priporočil ICNIRP iz leta 2010 (pri tej frekvenci določajo mejno vrednosti $200 \mu\text{T}$), ter tudi od strožje slovenske zakonodaje (slovenska uredba določa mejno vrednost $10 \mu\text{T}$). Povečanje tveganja za okoli 50 do 100 % je sicer videti veliko, vendar je pomembno dejstvo, da je levkemija izredno redka bolezen, pa tudi bivališča, v katerih je 24-urna povprečna vrednost gostote magnetnega pretoka večja od $0,4 \mu\text{T}$, so redka (ocenjeno je, da je izpostavljenih manj kot 1 % vseh otrok v Sloveniji). Poleg tega kljub številnim poskusom na živalih

in celicah ni bil odkrit in potrjen noben znanstveno utemeljen mehanizem, ki bi lahko pojasnil takšno povezavo med magnetnim poljem in rakom.

Na podlagi navedenih dejstev in glede na to, da kljub številnim študijam morda obstajajo tudi drugi dejavniki tveganja, ki jih dosedanje študije niso upoštevale in so ravno tako povezani z bližino daljnovidov, je Mednarodna komisija za raziskave raka (IARC) uvrstila magnetno polje s frekvenco 50 Hz v kategorijo 2B možnih rakotvornih dejavnikov. To so tisti dejavniki, pri katerih epidemiološke študije nakazujejo na možno povezavo z rakom, niso pa rezultati potrjeni s poizkusi na celicah ali živalih. Za ilustracijo naj navedemo, da je v isti skupini tudi v kis vložena zelenjava in ekstrakt iz listov Aloe Vere, medtem ko v skupino 1, kamor uvrščamo dokazano rakotvorne dejavnike, sodijo alkohol, cigaretni dim in UV sevanja, tako naravna (sonce) kot umetna (solariji).

VISOKOFREKVENČNA ELEKTROMAGNETNA SEVANJA

Brezžične tehnologije, še posebej mobilni telefoni, so med mladimi zelo priljubljeni in privlačni zaradi zagotavljanja občutka neomejene možnosti komunikacije in osebne varnosti. Ker se glava in živčni sistem pri otrocih in mladostnikih še razvijata, so nekateri strokovnjaki mnenja, da bi bili v primeru morebitnih zdravstvenih tveganj, ki jih trenutno sicer še ne poznamo, otroci in mladi zanje morda lahko bolj dovzetni kot odrasli. Trenutno še ni na voljo znanstvenih izsledkov, ki bi podprli to domnevo.

Znanstveniki na celičnih kulturah raziskujejo različne biološke učinke, vendar doslej v primeru visokofrekvenčnih (VF) EMS mobilnih telefonov, ki delujejo v okviru priporočenih mejnih vrednosti, niso našli nobenih mehanizmov, ki bi lahko razložili povezavo med izpostavljenostjo VF EMS in rakom. Študije na živalih, v katerih so

Tabela: IARC klasifikacija z nekaterimi izbranimi primeri rakotvornih snovi (povzeto po <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>)

IARC KLASIFIKACIJA	SNOV
1. Rakotvorno za ljudi	Azbest Alkoholne pijače Benzen Naravna UV sevanja Umetna UV sevanja - solariji Tobak X in gama žarki
2A. Verjetno rakotvorno za ljudi (podprto z močnimi dokazi o kancerogenosti na živalih)	Formaldehid Hlapi diesel goriva Vroči napitki nad 65°C PCB
2B. Mogoče rakotvorno za ljudi (podprto z izsledki o kancerogenosti pri ljudeh, ki so sicer verodostojni, hkrati pa ni mogoče izključiti drugih razlag zanje)	Nizkofrekvenčno magnetno polje Visokofrekvenčna EMS Steklena volna Stiren
3. Ni klasificirano kot rakotvorno za ljudi	Pitje kave Profam Temazepam

preučevali, ali lahko VF EMS povzročajo nastanek raka, npr. prek spodbujanja razvoja substanc, ki povzročajo raka ali pospešijo razvoj tumorjev, ob ponovitvah niso dale doslednih rezultatov. V najnovejših študijah so uporabljali višje jakosti EMS kot pri predhodnih, vendar tudi te niso pokazale povezave.

Na podlagi obstoječih raziskav *in vitro* ne moremo sklepati, da visokofrekvenčna EMS pri jakostih, ki ne povzročajo zaznavnega dviga temperature, lahko poškoduje celice (t.i. netermični

učinki). Poleg tega študije genotoksičnosti in vitro niso ugotovile, da bi izpostavljenost visokofrekvenčnim sevanjem lahko poškodovala DNK.

Na drugi strani pa obstaja tudi nekaj podatkov o netermičnih učinkih in vitro kot posledici lokalizirane absorpcije visokofrekvenčnih EMS pri jakostih, pri katerih ne opazimo povišanja telesne temperature. Ti učinki vključujejo spremembe v električni aktivnosti možganov, v aktivnostih encimov ter v prenosu kalcijevih ionov prek celične membrane. Vendar nobeden od rezultatov teh študij ni bil neodvisno ponovljen, zato za nobenega ne moremo zanesljivo trditi, da lahko predstavlja tveganje za človekovo zdravje.

Dejstvo je, da od leta 1961 v Sloveniji število možganskih tumorjev narašča, nimamo pa še nobenih trdnih dokazov o povezavi tega pojava z mobilnimi telefoni. Do sedaj največja raziskava o vplivu sevanj mobilnih telefonov na zdravje **Interphone** je ugotovila, da lahko dolgotrajna pogosta uporaba mobilnega telefona poveča tveganje za nastanek nekaterih vrst tumorjev (*gliom, meningiom, akustični nevrinom in tumor obušesnih žlez*) pri odraslih in sicer v tkivih, ki so ob uporabi mobilnega telefona najbolj izpostavljeni. Raziskava se je začela leta 2000 in je vključila več kot 6500 primerov tumorjev in več kot 7000 posameznikov v kontrolni skupini. Povečano je bilo le tveganje za pojav glioma in meningioma pri dolgotrajni (več kot desetletni) intenzivni izpostavljenosti (več kot 1600 ur pogovorov).

Svetovna zdravstvena organizacija (SZO) je na podlagi večletnih analiz in številnih raziskav leta 2011 uvrstila visokofrekvenčna elektromagnetna sevanja v skupino 2B, kar pomeni, da so tudi tovrstna sevanja mogoče rakotvorna za ljudi. Ta pregled obstoječih raziskav se nanaša predvsem na možnost, da ima lahko izpostavljenost šibkim jakostim EMS zapoznele učinke, še posebej povečano tveganje za raka.

Glavni razlog za odločitev SZO so ugotovitve o povečanem tveganju za pojav glioma - najpogostejše vrste raka na možganih zaradi uporabe mobilnih telefonov. Poudariti je treba, da povezava med izpostavljenostjo visokofrekvenčnim EMS zaradi mobilnega telefona in rakom v glavi zaradi nedoslednosti pri ugotavljanju izpostavljenosti ter zaradi pomanjkanja podpore drugih potrebnih raziskav (predvsem verjetne razlage osnovnih mehanizmov) ne izpolnjuje kriterijev za nedvoumno potrditev vzročne povezave. Zato je potrebno ugotovljeno povezavo med visokofrekvenčnimi sevanji mobilnih telefonov in možganskim tumorjem razumeti kot potencialno in šibko, a vendar pozitivno.

Kritični pregled znanstvenih raziskav je pripeljal do zaključka, da je povezava med gliomom in akustičnim nevrinomom ter sevanjem mobilnih telefonov omejena, medtem ko je povezava z vsemi drugimi vrstami raka nezadostna za izoblikovanje dokončnih zaključkov.

Delovna skupina ni kvantitativno ocenila tveganja, kljub temu pa je ugotovila, da nekatere epidemiološke raziskave med uporabniki mobilnih telefonov kažejo na 40 % povečanje tveganja za nastanek glioma med najbolj pogostimi uporabniki (to so tisti, ki so v zadnjih 10 letih telefonirali povprečno vsaj 30 minut na dan).

Dokazov za povezavo s kakršno koli drugo vrsto raka še ni oziroma so pomanjkljivi, prav tako pa dokazi o rakotvornosti pri otrocih še niso na voljo oziroma raziskave še potekajo. Pomanjkljivi so tudi dokazi o negativnih vplivih pri živalih. Klasifikacija SZO bo omogočila financiranje dodatnih raziskav, ki bodo dale več odgovorov o zdravstvenih vplivih uporabe mobilnih telefonov, še posebno med otroki in mladostniki. Zato potekajo raziskave, ki preverjajo povezavo med uporabo mobilnikov in možganskimi tumorji pri otrocih. Med njimi je raziskava **Mobi-kids**, ki vključuje več kot 2500 primerov možganskih tumorjev pri mladih in otrocih, kar bo omogočilo oceno, ali obstaja realno povečanje tveganja za nastanek tovrstnih bolezni pri otrocih.

IZPOSTAVLJENOST EMS PRED ROJSTVOM

Izpostavljenost EMS pred rojstvom je v znanosti dokaj novo in neraziskano področje. V splošnem velja, da pri visokih frekvencah telo matere dobro zaščiti plod in maternico pred EMS, saj so vrednosti stopnje specifične absorpcije (SAR) znotraj ploda in maternice od petkrat do več stokrat manjše od vrednosti v telesu matere.



Pri nizkih frekvencah, pri katerih delujejo na primer električne grelne odeje in indukcijska kuhališča, pa še ni dovolj podatkov, da bi lahko z gotovostjo trdili, da je njihova uporaba varna. Objavljenih je bilo več raziskav na živalih, ki niso pokazale povezave med izpostavljenostjo EMS med nosečnostjo in negativnimi vplivi na zdravje in razvoj ploda. Objavljeni sta bili dve študiji, izvedeni na velikem vzorcu na Danskem, ki nakazujeta, da izpostavljenost sevanju mobilnih telefonov pred in po rojstvu lahko poveča tveganje za nastanek splošnih vedenjskih motenj pri otrocih. Pri naraščanju

izpostavljenosti (večje število klicev in večji čas vključenega mobilnika) se verjetnost za nastanek vedenjskih motenj pri otrocih povečuje.

VPLIV NA KOGNITIVNE SPOSOBNOSTI

Uporaba mobilnih telefonov (tako za govor kot za prenos podatkov) lahko do določene mere vpliva na rezultate nekaterih kognitivnih testov. Raziskave kažejo, da otroci, ki več uporabljajo mobilne telefone, na nekatere teste odgovarjajo nekoliko hitreje, vendar manj natančno kot njihovi sovrstniki, ki mobilnike uporabljajo manj. Poudariti je treba, da to ne pomeni neposredno npr. slabših učnih rezultatov, saj gre za ozko usmerjene in specifične teste. Poleg tega so se spremembe pri rezultatih testov pokazale tako pri otrocih, ki so opravili več klicev, kot pri otrocih, ki so bolj pogosto pošiljali sporočila SMS, tako da je povsem verjetna razlaga, da so rezultati bolj posledica nagnjenosti k uporabi novih tehnologij kot izpostavljenosti EMS. Raziskave na tem področju so vsekakor šele na začetku in ni še znano, ali ima lahko uporaba mobilnikov širše negativne ali pozitivne vplive na kognitivne sposobnosti.

EMS IN SPANEC

Z raziskavami so pokazali, da izpostavljenost sevanju mobilnih telefonov lahko spremeni frekvenco možganskih valov alfa, ki se na elektroencefalogramu (EEG) pokažejo, med spanjem in kadar zapremo oči. Dokončnega odgovora na vprašanje, kaj to pomeni za zdravje in splošno počutje otrok, še ni, vendar na to temo še potekajo številne raziskave. Mobilni telefon sicer v mirovanju ne oddaja signala oz. oddaja le v kratkih in redkih časovnih intervalih, a je kljub temu priporočljivo mobilnik v stanju pripravljenosti oddaliti od telesa – še posebej ponoči.

Sevalne obremenitve zaradi posameznih naprav

TRANSFORMATORSKE POSTAJE

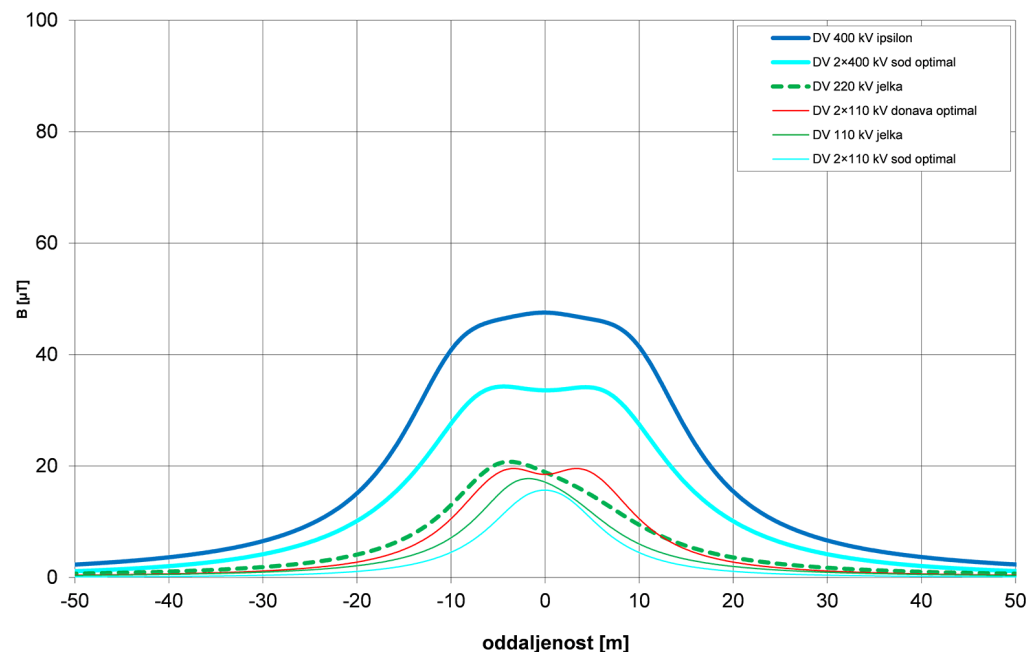
Če so distribucijske transformatorske postaje nameščene v ločeni stavbi, so izpostavljenosti tipično že na razdalji manj od 5 metrov manjše od mejnih vrednosti, ki veljajo na območjih stanovanj, vrtcev in bolnišnic. Bistveno večja je izpostavljenost, če je transformatorska postaja nameščena v stavbi. Posebno pozornost je zato potrebno nameniti primerom, ko je transformator nameščen v kleti večstanovanjske stavbe. Takrat se lahko namreč v stanovanjih neposredno nad transformatorsko postajo vrednosti magnetnega polja bistveno bolj približajo mejnim vrednostim ali jih v nekaterih primerih celo presežejo. V izjemnih primerih lahko takrat gostota magnetnega pretoka preseže $10 \mu\text{T}$.

DALJNOVODI

Daljnovodi so vir tako NF električnega kot tudi magnetnega polja. Električno polje, ki je posledica napetosti, se v okolici daljnovoda s časom spreminja le minimalno, saj se tudi napetost daljnovodov s časom spreminja minimalno, prav tako pa tudi drugi dejavniki, ki bi lahko vplivali na električno polje v okolici daljnovoda, nimajo pomembnejšega vpliva na velikost električnega polja. Če se električno polje v bližini daljnovoda s časom bistveno ne spreminja, to ne velja za magnetno polje. Magnetno polje, ki je posledica toka, je

torej povezano s tem, koliko je daljnovod obremenjen. Obremenjenosti daljnovodov se s časom stalno spreminjajo, zato se tudi magnetno polje daljnovodov stalno spreminja.

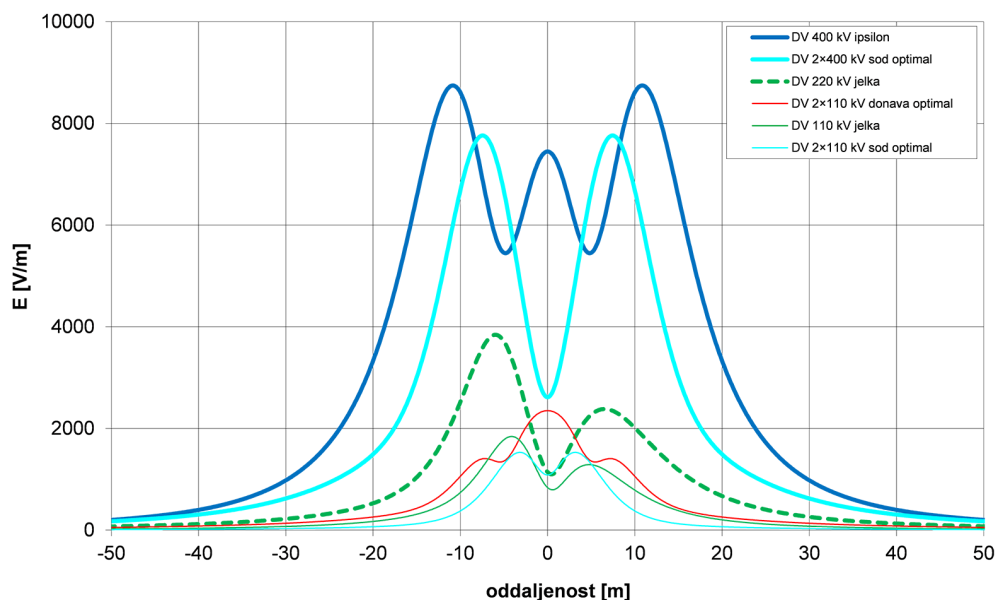
Tako električno kot magnetno polje se z oddaljenostjo od osi daljnovoda hitro zmanjšujeta. Na spodnjih dveh slikah je za najbolj pogoste tipe daljnovodov prikazano, kako se pri nazivnih obremenjenostih vrednosti magnetnega in električnega polja spreminjajo z oddaljenostih od osi daljnovoda.



Magnetno polje v okolici različnih VN prenosnih daljnovodov. Vrednosti, prikazane na sliki, predstavljajo najvišje vrednosti, ki bi lahko v bližini daljnovodov nastopile, saj so predstavljene vrednosti za nazivno obremenjene daljnovode pri najnižji dovoljeni višini vodnikov nad tlemi (vir: INIS).

Iz slik je razvidno, da so vrednosti v bližini 400 kV daljnovodov najvišje, v bližini 220 in 110 kV daljnovodov pa znatno nižje. Ob tem velja poudariti, da so poteki polj v bližini VN daljnovodov predstavljeni za nazivno obremenjene daljnovode, običajno pa so daljnovodi obremenjeni bistveno manj in so posledično tudi vrednosti magnetnega polja bistveno nižje. Prav tako so na slikah rezultati podani na mestu največjega povesa vodnikov, ko se vodniki na najnižjih dovoljenih oddaljenostih od tal. Na teh mestih so vrednosti električnega in magnetnega polja najvišje, zato predstavljeni rezultati podajajo najneugodnejše razmere.

Na večjih razdaljah v bivalnem okolju pa vrednosti magnetnega polja zelo redko presegajo $0,3 \mu\text{T}$.



Električno polje v okolici različnih VN prenosnih daljnovodov. Vrednosti, prikazane na sliki, predstavljajo najvišje vrednosti, ki bi lahko v bližini daljnovodov nastopile, saj so predstavljene vrednosti za nazivno obremenjene daljnovode pri najnižji dovoljeni višini vodnikov nad tlemi (vir: INIS).

MOBILNI TELEFONI

Mobilni telefoni so dandanes eden izmed najbolj pogostih virov EMS, pokritost prebivalstva pa je že v številnih državah že večja od 100 %, kar pomeni, da ima v povprečju mobilnik vsak. Poleg tega so mobilniki visokofrekvenčni vir, ki ga pri uporabi držimo neposredno v bližini glave in na ta način v večji meri kot pri drugih virih izpostavljammo svoje možgane. Pri mobilnikih je zakonsko določeno, da mora biti vrednost stopnje specifične absorpcije (SAR) nižja od 2 W/kg . Vrednost SAR pove, koliko energije se absorbira v tkivu, vrednosti pod 2 W/kg pa zagotavljajo, da se tkivo ne more segreti do te mere, da bi lahko prišlo do škodljivih učinkov. Zato je pred nakupom mobilnika smiselno preveriti njegovo vrednost SAR, ki se lahko od modela do modela tudi pri istem proizvajalcu bistveno razlikuje, ter izbrati napravo, pri kateri je vrednost SAR čim nižja (podatki so dostopni na SAR centru www.inis.si).

Avtorji te publikacije priporočamo, da uporabniki izberejo mobilnik z vrednostjo SAR, manjšo od $0,6 \text{ W/kg}$. Pričakovana izpostavljenost otroka, ki je uporabnik mobilnega telefona, je tako odvisna od posameznega modela mobilnega telefona.

Trditve, da sevanje mobilnega telefona prodre globlje v otroško glavo kot v glavo odrasle osebe ter da se pri otrocih pojavljajo višje vrednosti SAR kot pri standardiziranem modelu, ki se uporablja za preizkušanje telefonov, so bile sicer objavljene v znanstveni literaturi, vendar se je kasneje izkazalo, da so bili taki rezultati verjetno posledica metodoloških pomanjkljivosti. Tako so vrednosti SAR, ki jih povzročajo telefoni, pri običajni uporabi manjše od 2 W/kg .

Poleg izpostavljenosti visokofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem je pri mobilnih telefonih in otrocih predvsem pomemben in dokazano škodljiv »družbeni« učinek uporabe v večernih urah in predvsem ponoči. V nedavni nemški raziskavi so ugotovili, da okoli 20 odstotkov mladostnikov prejema in odgovarja na besedilna

sporočila (SMS) v času, ko naj bi spali, okoli 8 odstotkov pa celo kliče oziroma klice sprejema. Ti mladostniki imajo nato večje tveganje, da so v šoli utrujeni in zaspani.

BAZNE POSTAJE

Bazne postaje so bistveni del sistema mobilne telefonije in omogočajo tovrstno komunikacijo. Sevanje bazne postaje se širi zelo usmerjeno in v ozkem snopu, kot na primer luč iz baterijske svetilke, zato sevalne obremenitve niso povezane z bližino bazne postaje. Poleg tega je treba vedeti, da delujejo mobilniki, ki prejema-jo dober signal, z zelo zmanjšano močjo. To posledično pomeni manjšo izpostavljenost, kot če bi bila bazna postaja daleč proč in signal šibek. Rezultati meritev z osebnimi dozimetri kažejo, da je na primer povprečna izpostavljenost oddajnemu signalu mobilnega telefona na sistemu GSM na podeželju približno dvakrat višja kot v mestu, kjer je baznih postaj bistveno več. Kljub temu pa skupne povprečne vrednosti izpostavljenosti na podeželju ne dosegajo niti 1 % mejne vrednosti za I. območje uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju. Tako so tudi pričakovane vrednosti izpostavljenosti otrok zaradi baznih postaj pod 1 % mejne vrednosti. Vseeno pa je v javnosti pogosto prisoten velik odpor do namestitve baznih postaj v bližini stanovanj, šol, vrtcev in podobno.

BREŽIČNI USMERJEVALNIKI (WI-FI)

Brezžični usmerjevalniki (Wi-Fi) omogočajo povezovanje različnih naprav v hitro računalniško mrežo in so v zadnjem času zelo priljubljeni zaradi mobilnosti in odprave odvečnih kablov. Delujejo pri frekvencah 2,45 ali 5 GHz, a z manjšo močjo kot mobilni telefoni (do 0,2 W), večja pa je tudi njihova oddaljenost od telesa. Pri teh napravah je pomembno, da so nameščene izven dosega otrok, po

možnosti na čim višjem mestu, kar tudi zagotavlja boljše pokrivanje stanovanja s signalom. Seveda jih je smiselno nadomestiti s kabli, kadar nam to postavitve v stanovanju dopušča in ne potrebujemo pokritosti celotnega stanovanja s signalom. Mrežni kabli namreč praktično ne sevajo in zato predstavljajo zelo dobro alternativo, tudi po hitrosti povezave. Poleg tega je možno pri nekaterih modelih nastavljanju moč oddajnika in jo ustrezno zmanjšati, smiselno je usmerjevalnike ponoči izklopiti iz napajanja, saj tako prihranimo še energijo in jih namestiti v prostor, kjer se ne zadržujemo redno, npr. v predsobo, kjer se pogosto nahajajo tudi priključki za hitri internet.

Meritve jakosti signalov Wi-Fi naprav v šolah v Sloveniji, ki jih je izvedel akreditiran Inštitut za neionizirna sevanja (www.inis.si), so pokazale, da na človeku dostopnih lokacijah na razdalji 100 cm ali več jakosti električnega polja pri polni obremenjenosti (npr. ko 30 uporabnikov hkrati prenaša video vsebine) dosegajo le nekaj odstotkov mejne vrednosti. V vseh drugih primerih pa so sevalne obremenitve celo tik ob antenah naprav pod mejnimi vrednostmi. Povprečna izpostavljenost otrok v učilnici, kjer je na stropu nameščena Wi-Fi dostopna točka, ne dosega 1 % mejnih vrednosti za I. območje varstva pred sevanji glede na Uredbo o EMS (UI RS 70/96). Izpostavljenost otrok je v povprečju nizka, precej nižja od izpostavljenosti mobilnim telefonom.

DECT – BREZVRVIČNA FIKSNA TELEFONIJA

Sistem DECT je standard za brezžično fiksno telefonijo, ki jo marsikdo uporablja doma. Deluje na podobni frekvenci kot UMTS mobilni telefoni (1900 MHz), a ne prilagaja oddajne moči kvaliteti signala in je zato izpostavljenost pogosto večja kot pri uporabi mobilnih telefonov. Brezvrvični telefoni DECT zato ne predstavljajo boljše alternative mobilnim telefonom, saj ne zmanjšujejo izpostavljenosti otrok. Alternativa so lahko le navadni vrvični telefoni, oziroma

pogojno sistemi DECT, če govorimo prek vgrajenega zvočnika. Rezultati meritev z osebnimi dozimetri kažejo, da v Sloveniji skoraj tri četrtine vse izpostavljenosti visokofrekvenčnim EMS v mestnih stanovanjih prispevajo sistemi DECT. Na podeželju je to razmerje nekoliko drugačno, vendar vseeno prispevajo v povprečju nekoliko manj kot petino skupne izpostavljenosti.

ELEKTRONSKE/PRENOSNE VARUŠKE

Prenosne varuške (baby monitorji) običajno za delovanje uporabljajo različne frekvence in sisteme. Med drugim delujejo na območju nekaj 100 MHz, na sistemu DECT ter na frekvenci 2,45 GHz, podobno kot brezžični usmerjevalniki in npr. mikrovalovne pečice. Izdelki različnih proizvajalcev se razlikujejo med seboj (oddajne moči od 10 do celo 500 mW). V vseh primerih pa jih je priporočljivo namestiti vsaj 1 meter stran od otroka in po možnosti kupiti napravo, ki ne oddaja neprestano, temveč se sproži samo, kadar zazna zvok. Naprava kljub temu deluje nemoteno, sevalna izpostavljenost otroka v njegovi najbolj občutljivi razvojni fazi pa se močno zmanjša.

INDUKCIJSKA KUHALIŠČA

Indukcijska kuhališča postajajo v zadnjem času priljubljena rešitev za nadomestilo plinskih ali klasičnih električnih štedilnikov. Njihove prednosti so velika učinkovitost delovanja in hitro kuhanje. Za svoje delovanje uporabljajo princip Faradayeve indukcije, pri kateri se zaradi izmeničnega magnetnega polja, ki ga generira kuhališče, inducirajo električni tokovi v posodi nad kuhališčem in sproščajo toploto neposredno znotraj posode. Delujejo pri frekvencah od 20 do 100 kHz, pri čemer je frekvenca odvisna od nastavitve moči. Pri indukcijskih kuhališčih je bistvenega pomena uporaba ustrezne posode, v splošnem pa velja, da je posoda primerna za uporabo,

če se na njeno dno prime magnet. Poleg ustreznega dna je pomembno tudi, da je posoda dovolj velika. Najbolje je, da uporabljena posoda popolnoma prekrije površino posameznega kuhalnega mesta, bistveno pa je tudi, da je posoda postavljena na sredino posameznega kuhališča. Ker učinki uporabljene frekvence in jakosti izpostavljenosti še niso dobro raziskane, je smiselno čim bolj omejiti dostop otrok do indukcijskih kuhališč oziroma dosledno spoštovati navodila proizvajalca. Previdnost je potrebna tudi pri nosečnicah, saj telo matere ne ščiti ploda pred nizkimi frekvenca-mi, temveč le pred visokimi. Pri nizkih frekvencah magnetno polje, ki ga uporabljajo indukcijska kuhališča, skoraj neovirano prodira v človeško telo. Za zdaj še ni znano, ali lahko tam povzroči neželene spremembe. V primeru enega od indukcijskih kuhališč, ki so dostopna na slovenskem trgu, lahko vrednosti tokovne gostote v otroškem telesu dosežejo 24.9 mA/m², kar je 36 % mejne vrednosti, ki jo priporoča ICNIRP.



VARČNE SIJALKE

Varčne sijalke postajajo zaradi svoje varčnosti z električno energijo in nedavnih sprememb v zakonodaji vse bolj prisotne v naših domovih. Za krmiljenje delovanja uporabljajo posebno elektronsko vezje, ki, podobno kot indukcijska kuhališča, deluje v frekvenčnem področju 20 – 100 kHz. Za razliko od indukcijskih kuhališč pa v okolici varčnih sijalk ni povečano magnetno polje, temveč predvsem električno polje, ki lahko v bližini doseže relativno velike vrednosti (vendar ne presega mejnih vrednosti za življenjsko okolje po slovenski zakonodaji, ki znašajo 100 V/m pri oddaljenosti 3 cm od žarnice). Zato je priporočljivo uporabljati varčne sijalke vsaj 30 cm stran od telesa oz. predvsem glave. Če so svetila nameščena na strop, to ne predstavlja težave, bolj so lahko problematične namizne svetilke na pisalnih mizah, ob katerih otroci preživijo veliko časa ob učenju in opravljanju domačih nalog. Za namizne svetilke je s stališča zmanjševanja izpostavljenosti EMS smiselno uporabljati kakšno drugo vrsto svetil, na primer halogenske žarnice.

DRUGE BREŽIČNE TEHNOLOGIJE (NPR. IGRALNI VMESNIKI ZA VIDEOIGRE)

Druge brezžične tehnologije, denimo tehnologija Bluetooth, ki se uporabljajo za povezovanje brezžičnih naprav, kot so mobilni telefoni, kompleti za prostoročno telefoniranje in vmesniki za igralne konzole, uporabljajo visokofrekvenčne povezave pri frekvenci 2,45 GHz. Njihova oddajna moč je zelo majhna (največ 100 mW, tipično 2.5 mW), zato povzročajo bistveno manjše izpostavljenosti kot mobilniki. Z upoštevanjem napotkov, ki veljajo za mobilne telefone, lahko tudi v tem primeru še zmanjšamo izpostavljenost.

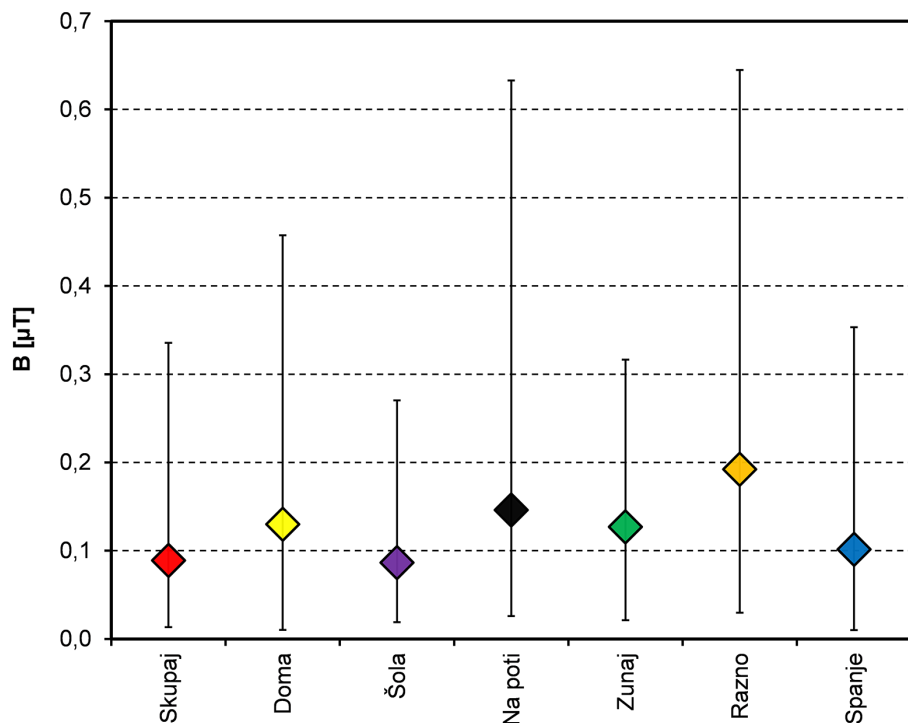
Osebna izpostavljenost otrok v različnih mikrookoljih

NIZKOFREKVENČNA EMS

Rezultati trajnih meritev otrok v Sloveniji kažejo, da so skupne povprečne vrednosti nižje od 0,1 μ T. Najvišje povprečne vrednosti so bile v kategoriji Razno, sledi ji kategorija Na poti. Se pa v kategoriji Na poti povprečne vrednosti otrok najbolj razlikujejo, saj za otroka z najnižjo povprečno vrednostjo le ta znaša 0,03 μ T in za otroka z najvišjo 0,63 μ T. Z vidika izpostavljenosti pa so pomembnejše povprečne vrednosti kategorij Spanje, Doma in Šola, saj trajajo bistveno dlje kot druge. Kategoriji Spanje in Doma imata najnižje povprečne vrednosti, so pa nekateri posamezniki tudi v teh kategorijah imeli povišane vrednosti, saj so znašale najvišje povprečne vrednosti za kategorijo Doma 0,46 μ T in za kategorijo Spanje 0,35 μ T.

VISOKOFREKVENČNA EMS

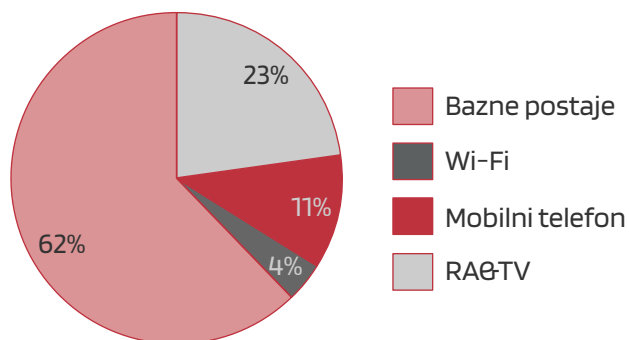
V okviru Evropskega projekta Geronimo, v katerem so poleg Slovenije sodelovale že Švica, Nizozemska, Španija in Danska, je bila izvedena doslej največja študija o trajni izpostavljenosti otrok ($n=529$) VF EMS. Rezultati študije kažejo, da so skupne sevalne obremenitve otrok zaradi različnih virov doma, v šoli in na prostem v 5 državah EU zelo nizke, saj ne presegajo niti 1 odstotka dovoljene mejne vrednosti, ki jo določajo priporočila EU. Največji delež predstavljajo bazne postaje, sledijo radijski in televizijski oddajniki in



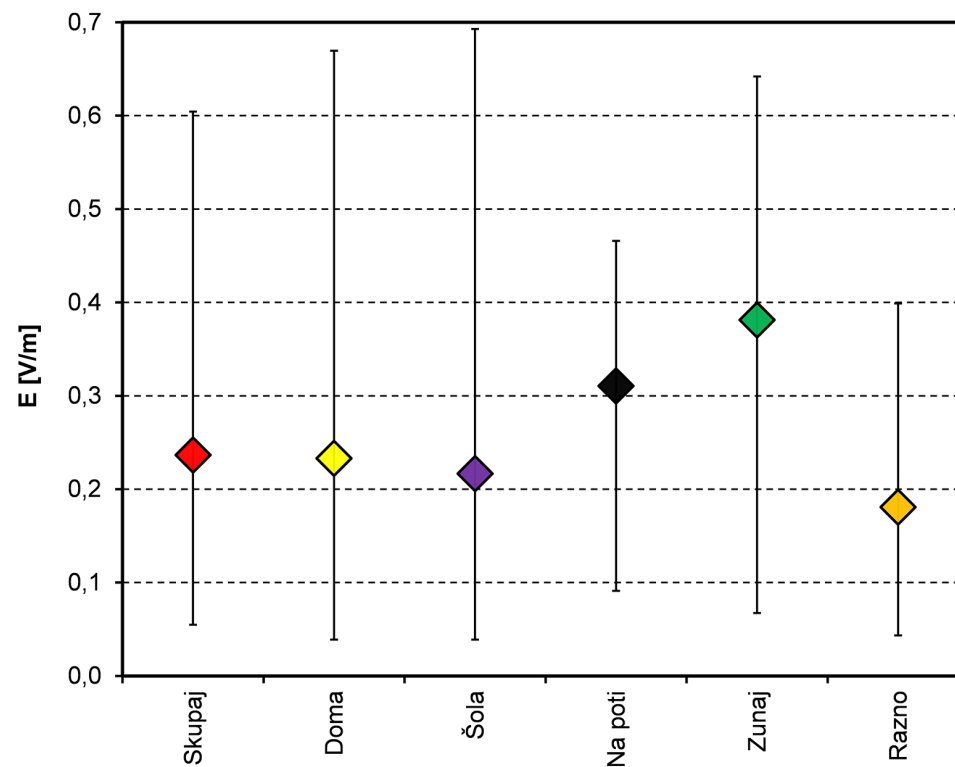
Povprečne izpostavljenosti otrok nizkofrekvenčnim magnetnim poljem v različnih okoljih. V raziskavi je sodelovalo 50 otrok. Kvadrat prikazuje skupno povprečno vrednost, navpična črta pa predstavlja območje od otroka z najnižjo povprečno vrednostjo do otroka z najvišjo povprečno vrednostjo.

mobilni telefon in drugi telekomunikacijski sistemi v okolju. Naprave Wi-Fi so na zadnjem mestu, saj prispevajo manj kot 4 odstotke k skupnim sevalnim obremenitvam.

Razrez prispevkov posameznih naprav/sistemov glede na njihov prispevek k skupnim sevalnim obremenitvam otrok (n=529) v 5 državah EU.

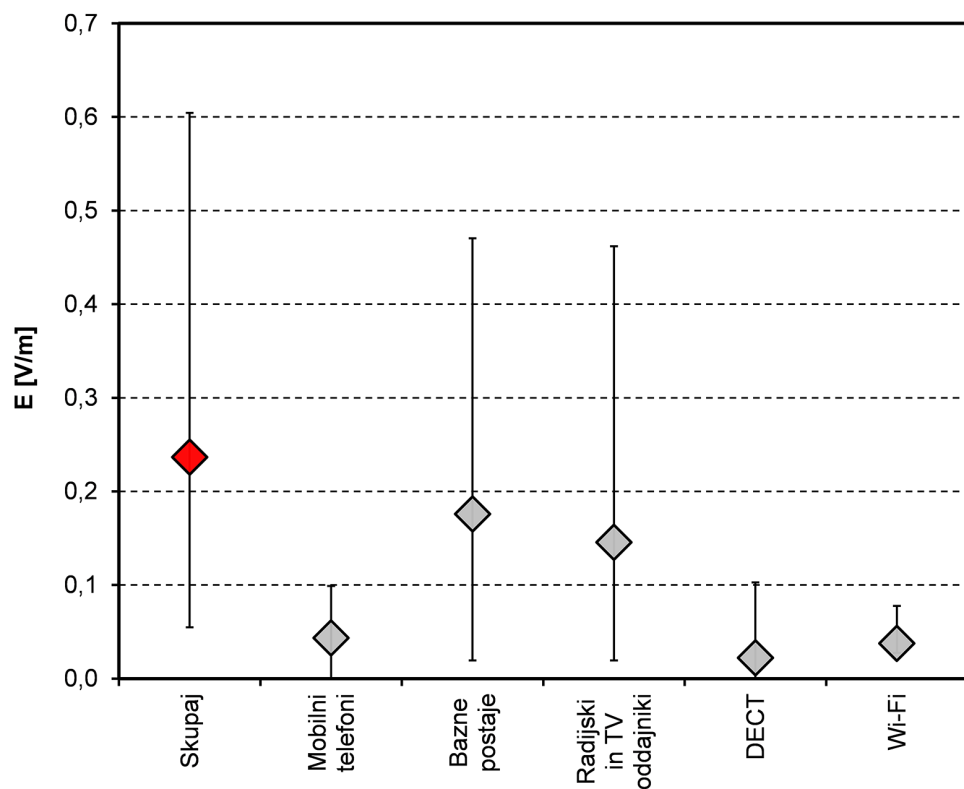


V okviru projekta Geronimo je bilo v Sloveniji uspešno izmerjenih 49 otrok. Povprečna osebna izpostavljenost VF EMS je bila glede na tehnologijo 0,04 V/m za mobilne telefone, 0,18 V/m za bazne postaje, 0,15 V/m za radijske in TV oddajnike, 0,02 V/m za DECT telefone in 0,04 V/m za naprave Wi-Fi. Povprečna izpostavljenost zaradi baznih postaj, ki je največ prispevala k skupni izpostavljenosti, je znašala med 0,02 V/m in 0,47 V/m. Iz raziskave je razvidno, da so otroci v Sloveniji izpostavljeni zelo nizkim jakostim signalom zaradi naprav Wi-Fi v svojem domu, šoli ali drugod.



Porazdelitev povprečne osebne izpostavljenosti VF EMS otrok (n=49) v Sloveniji glede na skupno izpostavljenost, mobilni telefon, bazne postaje, radijske in televizijske oddajnike, brezvrvični telefon (DECT) in naprave Wi-Fi.

Povprečna osebna izpostavljenost otrok VF EMS glede na posamezna mikro okolja je dosegla vrednost 0,23 V/m doma, 0,22 V/m v šoli, 0,38 V/m na prostem, 0,31 V/m na poti in 0,18 V/m med opravljanjem drugih dejavnosti. Skupna izpostavljenost vseh udeležencev je znašala 0,24 V/m.



Povprečne izpostavljenosti otrok (n=49) visokofrekvenčnim EMS v različnih okoljih v Sloveniji. Kvadrat prikazuje skupno povprečno vrednost, navpična črta pa predstavlja območje od otroka z najnižjo povprečno vrednostjo do otroka z najvišjo povprečno vrednostjo.

Načelo previdnosti

Eno izmed najpomembnejših načel z vidika varovanja zdravja in varstva okolja je načelo previdnosti. To predvideva, da je uvajanje novih tehnologij dopustno le, če ob upoštevanju stanja znanosti in tehnike ter možnih varstvenih ukrepov ni pričakovati nepredvidljivih škodljivih učinkov na okolje ali zdravje ljudi.

Za zagotavljanje čim manjše izpostavljenosti okolja in vplivov EMS na zdrave ljudi se načelo previdnosti uporablja le v kombinaciji z nizkimi stroški. Načelo previdnosti je smiselno upoštevati pri umeščanju vseh virov EMS v prostor na način, ki omogoča nižje sevalne obremenitve in hkrati ne pomeni občutnega povečanja stroškov postavitve vira EMS. To načelo je smiselno upoštevati predvsem z optimizacijo umestitve na način, da se zagotovi čim manjše skupne vrednosti EMS na njihovem vplivnem območju (na posamezni mikrolokaciji).

Za utemeljeno rabo načela previdnosti mora biti dosežen standard 'potencialne nevarnosti' oz. minimalni standard skrbnosti t.j. obstoj razumne podlage za dvom o neškodljivosti, potencialna škoda pa mora biti resna in/ali nepopravljiva. Prav tako je potrebno poudariti, da načelo previdnosti ni namenjeno popolnemu odpravljanju vseh potencialnih tveganj, temveč je njegov cilj zmanjšati stopnjo tveganja na sprejemljivo raven. Gre samo za večino sprejemljiv politični dogovor. V luči upoštevanja previdnosti je mogoče razumeti tudi strožje mejne vrednosti od priporočil EU (1999) in smernic ICNIRP (2010, 2020), ki veljajo v Sloveniji na področju varstva pred EMS (UI RS 70/96).

Kljub temu, da na področju problematike EMS obstaja določena stopnja znanstvene negotovosti, se Evropska komisija ni odločila, da bi načelo previdnosti neposredno vključila v priporočila o omejevanju izpostavljenosti EMS in uvedla strožje mejne vrednosti. Ocenila je, da bi bilo to neprimerno, saj ne obstajajo dovolj trdni dokazi o mogočih negativnih učinkih EMS na zdravje ljudi. Zato je vsakršno bistveno povišanje stroškov zaradi zmanjševanja EMS pod zakonsko določenimi vrednostmi neupravičeno.

PREPROSTA PRIPOROČILA ZA ZMANJŠEVANJE OSEBNE IZPOSTAVLJENOSTI EMS

Načelo previdnosti nam tako narekuje, da se moramo problematike EMS čim bolj zavedati ter se posluževati preprostih, učinkovitih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti EMS, ki ne predstavljajo dodatnih stroškov.

V elektromagnetiki vselej velja, da jakost polja in s tem tudi osebna izpostavljenost z oddaljenostjo od vira hitro padata, zato je najpreprostejši korak povečanje razdalje med virom in človekom.

Poleg tega je smiselno, da otrokom čim bolj omejimo dostop do virov EMS. Osebne izpostavljenosti so navadno bistveno manjše od mejnih vrednosti, vendar smo tem dejavnikom izpostavljeni neprestano, različnim napravam pa predvsem, kadar jih uporabljamo blizu telesa.

Mobilni telefoni so pomemben vir EMS, ki jih otroci in mladostniki uporabljajo najpogosteje. Zato je za zmanjšanje izpostavljenosti pomembno poznati nekatera dejstva.

Za delovanje potrebujejo omrežje, ki zagotavlja dvosmerno povezavo med baznimi postajami in mobilnim telefonom. Telefon in bazna postaja sta hkrati oddajnik in sprejemnik na območju

mikrovalov. Od tehnologije mobilnega telefona je odvisno, na kateri frekvenci oddaja. Frekvenca delovanja mobilnega telefona in moč signala (oddaljenost od bazne postaje) pa vplivata na vrednosti SAR posameznega telefona. Telefon oddaja sevanje le, ko je vklopljen. To sevanje je v času, ko telefona ne uporabljamo, skorajda zanemarljivo, največje pa je takrat, ko telefon vzpostavlja zvezo. Mobilni telefon sproti prilagaja jakost sevanja. Jakost signala, ki je odvisna tudi od bližine bazne postaje, je nadvse pomembna za sevanje telefona. Čim močnejši je signal, tem manjša je jakost sevanja telefona in obratno. Razlika je lahko tudi desetkratna, zato je najbolje, da se tam, kjer je signal slab, izogibamo klicanju, ali pa vsaj dolgotrajnim pogovorom. To pomeni, da je bolje, če smo čim bližje bazne postaje, saj je signal boljši. Čeprav je tudi bazna postaja vir sevanja, je njeno sevanje zelo lokalno omejeno in redko presega 10% odstotkov mejne vrednosti.

Zaradi dejstva, da je sevanje mobilnega telefona uvrščeno v IARC skupino možno kancerogenih snovi (2B), je potrebno upoštevati načelo previdnosti ter zmanjšati izpostavljenost s preprostimi ukrepi na najmanjšo možno mero. Kar zadeva otroke, obstajajo hipoteze, da so otroci od 3. do 15. leta občutljivejši za elektromagnetna sevanja, zato jih je smiselno ozaveščati o zmerni uporabi mobilnikov. Strokovnjaki otrokom odsvetujejo pogosto rabo mobilnikov. Uporabljajo naj jih le, ko je to nujno. Če je le možno, namesto mobilnika uporabljajmo klasičen stacionarni telefon.

Ko uporabljamo mobilni telefon, okrog glave, ušesa in roke nastane območje sevanja. Porazdelitev stopnje specifične absorpcije (SAR) v glavi se pri različnih mobilnikih razlikuje. Pred nakupom lahko podatek o SAR posameznega telefona preverimo na spletnih straneh proizvajalcev in pri neodvisnih organizacijah. Razlika v vrednostih SAR med mobilnikom z najvišjo in tistim z najnižjo vrednostjo je lahko tudi desetkratna. Veliko lahko naredimo, če se odločimo za telefon z najnižjo vrednostjo, čeprav v Evropi vsi telefoni

ustrezajo evropskim standardom, ki določajo mejno vrednost pri 2 W/kg. Pri nakupu naj postane vrednost SAR pomembno merilo.

V desetih letih smo trikrat zamenjali tehnologijo: prva je bila NMT, leta 1991 so prišli aparati GSM (2G), zdaj uporabljamo aparate UMTS (3G) in LTE (4G). V roku enega leta se bo začelo uvajanje omrežja 5G. Novejši mobilni telefoni v omrežju novejših generacij oddajajo od petkrat do desetkrat manj, saj se je tehnologija razvijala tudi v smeri zmanjševanja sevanja. Telefoni UMTS, katerih največja oddajna moč je 0,125 W, delujejo pri frekvenci 2200 MHz, telefoni GSM pa delujejo z največjo oddajno močjo 2 W pri 900 MHz.

Priporočila strokovnjakov za zmanjševanje izpostavljenosti EMS:

- Izklop električnih naprav, ko jih ne uporabljamo. Naprav ne puščamo v stanju pripravljenosti (Stand by), temveč jih izključimo. S tem se izognemo magnetnemu polju, če bi se želeli v celoti izogniti tudi električnemu polju, pa lahko še iztaknemo vtikač iz vtičnice.
- Povečanje oddaljenosti od električnih naprav je poceni in učinkovit način zmanjševanja izpostavljenosti. Oddaljenost lahko povečamo tudi tako, da električne naprave premaknemo stran od območij, kjer se zadržujemo dlje časa.
- Skrajšanje časa, ko se zadržujemo v bližini električnih naprav.
- Električne naprave, kot so radijske budilke in podobne naprave, naj se nahajajo najmanj en meter stran od postelje.
- Čim več električnih naprav umaknimo iz otroških sob ali jih premaknimo tako, da so kar najbolj oddaljene od mest, kjer se otroci zadržujejo dlje časa.
- Posteljo namestimo čim dlje od električnih naprav in električnih kablov.
- Pri izdelavi nove električne napeljave lahko z nekaj preprostimi ukrepi zmanjšamo EMS, ki jih ta povzroča. Vnaprej načrtujemo razporeditev prostorov in napeljavo umaknemo stran od predelov, kjer se nameravamo zadrževati dlje časa. Električno omarico namestimo na mesto, kjer se ne nameravamo zadrževati dlje časa. Električne vode do glavnih porabnikov (bojler, pralni in sušilni stroj, pomivalni stroj, kuhinjska pečica, električna kuhalna plošča) napeljemo stran od predelov, kjer se zadržujemo dlje časa, enako ravnamo tudi z glavnim napajalnim kablom. Vsi razvodi se izvedejo radialno in ne krožno. Fazni vodnik in nični vodnik do enega uporabnika vselej speljemo skupaj. Poskrbimo, da se v raznih drugih prevodnih strukturah (vodovodna in plinska napeljava, razvod za centralno ogrevanje...) ne ustvarjajo krožne zanke, tudi z vstavljanjem plastičnih oziroma električno neprevodnih odsekov. Stroški naštetih ukrepov so nič ali kvečjemu simbolični (pri adaptaciji neelektričnih prevodnih struktur), zato je njihovo izvajanje ob izdelavi nove napeljave smiselno ter upravičeno.
- Mogoči so tudi bolj radikalni ukrepi, ki pa v večini primerov niso smiselni in upravičeni (npr. oklop s posebnimi materiali Mu-metal v obliki plošč, za zmanjšanje MP). O tem se je potrebno posvetovati s strokovnjaki.
- Namestitev spalnice v tisti del hiše ali stanovanja, ki je bolj oddaljen od vira v okolju (transformatorska postaja, bazna postaja, daljnovod). Ta ukrep se bo najbolj poznal v primeru, ko se vir EMS nahaja v neposredni bližini na oddaljenosti le nekaj metrov.
- Izberimo mobilni telefon z nizko vrednostjo SAR; za otroke priporočamo, da je manjša od 0,6 W/kg.

- Če je le možno, uporabljajmo komplet za prostoročno telefoniranje (vrvične slušalke).
- Brezžične slušalke bluetooth (ki so sicer tudi vir elektromagnetnega sevanja, a šibkejši), so kompromisna rešitev na območjih, kjer je pokritost s signalom slaba.
- Ko aparat vzpostavlja zvezo, ga držimo stran od glave, saj takrat deluje z največjo oddajno močjo. Telefon položimo k ušesu šele tedaj, ko je zveza vzpostavljena.
- Izogibajmo se telefoniranju na krajih, kjer je signal slab (kleti, dvigala, notranjost stavb), saj takrat mobilnik deluje z večjo močjo in to pomeni tudi večjo izpostavljenost. Premaknimo se na mesto, kjer je signal močan.
- Jakost signala lahko preverimo na mobilnem telefonu. Na zaslону imajo vsi današnji mobilni telefoni lestvico, ki nam prikazuje jakost signala. Večja kot je jakost signala, manjša bo oddajna moč mobilnega telefona med pogovorom.
- Uporabljajmo sporočila SMS, saj pri pisanju le-teh telefona ne držimo ob glavi.
- Med rabo držimo mobilni telefon na spodnjem delu. Na zgornjem delu je namreč na zunanji strani vgrajena antena. Če telefon držimo na mestu, kjer je antena, bo moral zaradi premagovanja izgub zaradi bližine roke oddajati z večjo močjo.
- Če imamo telefon, ki omogoča uporabo frekvenčnega območja UMTS/LTE izberimo uporabo tega območja. Z dobro pokritim signalom bo izpostavljenost sevanju najmanjša.
- Če se stanovanje/spalnica nahaja v neposredni bližini transformatorskih postaj in daljnovodov svetujemo izvedbo trajnih meritev magnetnega polja.

Kaj pravijo nekatere ključne organizacije?

Odgovorni za promocijo zdravja v nekaterih državah in mednarodnih organizacijah priporočajo staršem, ki se želijo izogniti vsakršnemu morebitnemu tveganju, ki bi se morda pokazalo šele v prihodnosti, da, razen v nujnih primerih, otroke odvrtačajo od uporabe mobilnega telefona.

SVETOVNA ZDRAVSTVENA ORGANIZACIJA (SZO)

»Najnovejši pregled znanstvene literature o morebitnih škodljivih vplivih na zdravje zaradi izpostavljenosti nizkofrekvenčnim električnim in magnetnim poljem (0 do 300 Hz) je pokazal, da izpostavljenost jakostim, ki so nižje od smernic Mednarodne komisije za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP, 2010), nima ugotovljenih škodljivih posledic za zdravje. Nekateri raziskave pa kažejo na statistično povezavo med magnetnimi polji in otroško levkemijo, medtem ko omenjene povezave ni mogoče potrditi pri odraslih ali z laboratorijskimi raziskavami. Potrebne so dodatne raziskave.«

<https://www.who.int/>

ZNANSTVENI ODBOR ZA NOVO UGOTOVLJENA ZDRAVSTVENA TVEGANJA (SCENIHR), EVROPSKA KOMISIJA

»Nove epidemiološke študije se ujemajo s starejšimi spoznanji,

ki so pokazala na povečano tveganje za nastanek otroške levkemije, ko je dnevna izpostavljenost presega od 0,3 do 0,4 μT . Že v prejšnjih mnenjih je bilo navedeno, da ni na voljo nobenih podatkov o mehanizmih ter podpornih podatkov eksperimentalnih študij, ki bi lahko potrdili podane ugotovitve. Zaradi navedenega ter tudi zaradi pomanjkljivosti epidemioloških študij povezave ne moremo interpretirati kot vzročne.«

https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging_en

MEDNARODNA KOMISIJA ZA VARSTVO PRED NEIONIZIRNIMI SEVANJI (ICNIRP)

»Trenutno obstoječi dokazi o vzročni povezavi med nizkofrekvenčnimi magnetnimi polji in povečanim tveganjem za pojavnost otroške levkemije so preveč šibki, da bi lahko na njihovi podlagi pripravili osnovna priporočila za primer izpostavljenosti. Če razmerje ni vzročno, zmanjšanje izpostavljenosti ne pomeni nobenih koristi za zdravje.«

<https://www.icnirp.org/>

MEDNARODNA AGENCIJA ZA RAZISKOVANJE RAKA (IARC)

»Opravljenih je bilo veliko raziskav o možnih vplivih EMS na zdravje. Opravljene epidemiološke študije kažejo na možno povezavo med izpostavljenostjo magnetnim poljem omrežne frekvence in povečanim tveganjem za pojav levkemije pri otrocih ter pojav določenih vrst raka na področju glave zaradi uporabe mobilnih telefonov. Zato je IARC razvrstila nizkofrekvenčna magnetna polja in visokofrekvenčna EMS v skupino možnih kancerogenih snovi 2B. Vendar pa ni prepričljivih eksperimentalnih dokazov o tem, da tovrstne izpostavljenosti lahko povzročajo katero koli vrsto raka pri otrocih.«

<https://www.iarc.fr/>

NACIONALNI AGENCIJA ZA ZDRAVJE (HPA), ANGLIJA

»Obstajajo epidemiološke študije, ki kažejo, da je dolgotrajna izpostavljenost magnetnim poljem nad 0,4 μ T povezana z manjšim povečanjem nevarnosti levkemije pri otrocih, vendar za to ni ustreznih znanstvenih razlag. Na voljo ni podatkov o kancerogenem vplivu nizkofrekvenčnih magnetnih polj na odrasle. Poleg tega so v praksi takšne ravni izpostavljenosti otrok zelo redke – manj kot 1 % otrok v državah EU.«

EVROPSKA MREŽA ZA SPREMLJANJE OCEN TVEGANJA (EUROPEAN HEALTH RISK ASSESSMENT NETWORK; EFHRAN)

»Dokazi za otroško levkemijo so omejeni. Dokazi za vse ostale rake pri odraslih in otrocih so nezadostni, razen za rak dojke pri odraslih ženskah, za katerega dokazi kažejo na pomanjkanje vpliva. Tudi dokazi za nevrodegenerativne bolezni, reproduktivne učinke in simptome so nezadostni, medtem ko dokazi za kardiovaskularne bolezni in električno hipersenzitivnost kažejo na pomanjkanje vpliva.«

<https://www.isglobal.org/en/-/efhran-european-health-risk-of-assessment-network-on-electromagnetic-fields-exposure>

ŠVEDSKI ODBOR ZA VARSTVO PRED SEVANJI (SSI/SSM)

»Predlagane so nadaljnje raziskovanje Alzheimerjeve bolezni in amiotroficne lateralne skleroze (ALS), saj bi lahko med omenjenima boleznima in nizkofrekvenčnim magnetnim poljem obstajala

povezava, ki pa za zdaj ostaja nejasna. V zvezi z rakom pri odraslih poročilo navaja, da »nove študije ne spreminjajo pogleda na to tematiko«, saj dokazi ostajajo nezadostni, da bi potrdili ugotovitve o raketvornosti.«

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/>

PROJEKT FORUM EMS

»Potrebne so raziskave o vplivih EMS na zdravje otrok in mladostnikov - še posebno v povezavi s pogosto uporabo mobilnikov v daljšem časovnem obdobju. Dokler ti rezultati še niso znani, je pomembno upoštevati praktične nasvete za zmanjšanje osebne izpostavljenosti otrok.«

<http://www.forum-ems.si>

Kje poiskati dodatne informacije?

O INŠTITUTU ZA NEIONIZIRNA SEVANJA (INIS)

Inštitut za neionizirna sevanja (INIS - <http://www.inis.si>) je kot neodvisna in nepristranska organizacija registriran za raziskave in razvoj na interdisciplinarnem področju problematike neionizirnih elektromagnetnih sevanj. Je akreditiran in pooblaščen za izvajanje meritev in strokovnih nalog s področja varstva pred neionizirnimi sevanji. Ker je INIS mednarodno priznana institucija na področju varstva okolja in varovanja zdravja pred neionizirnimi elektromagnetnimi sevanji, je s strokovnim kadrom, bogatimi mednarodnimi povezavami in sodobno laboratorijsko opremo vrhunsko usposobljen za posredovanje odgovorov na pereča vprašanja glede problematike neionizirnih elektromagnetnih sevanj v bivalnem in delovnem okolju.



O REGISTRU RAKA REPUBLIKE SLOVENIJE

Register raka Republike Slovenije (<https://www.onko-i.si/dejavnosti/epidemiologija-in-register-raka>) je eden najstarejših populacijskih registrov v Evropi. Ustanovljen je bil leta 1950 na Onkološkem inštitutu Ljubljana kot posebna služba za



zbiranje in obdelavo podatkov o vseh novih primerih raka (incidenca) in o preživetju bolnikov z rakom. Kazalniki bremena raka v Sloveniji, kot tudi njihova mednarodna primerjava, je na voljo na spletnem portalu Slora (<http://www.slora.si>). Vsi ti podatki pa ne prikazujejo le bremena rakavih bolezni v državi, ampak so tudi izhodišče za ocenjevanje uspešnosti onkološke primarne in sekundarne preventivne, diagnostike, zdravljenja, rehabilitacije in paliativne oskrbe ter za načrtovanje zmogljivosti in sredstev (osebja, medicinske opreme, posteljnih zmogljivosti...), ki so potrebni za obvladovanje rakavih bolezni na vseh omenjenih področjih. Podatki so dragoceni tudi za klinične in epidemiološke raziskave v Sloveniji in v širših mednarodnih raziskavah.

O FAKULTETI ZA ELEKTROTEHNIKO UNIVERZE V LJUBLJANI (FE)

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (<http://www.fe.uni-lj.si/>) je najstarejša, največja in raziskovalno najuspešnejša visokošolska ustanova na področju elektrotehnike v Sloveniji. Študentom 2. in 3. bolonjske stopnje (magistrski in doktorski študij) ponuja tudi smer biomedicinske tehnike, zelo raznoliko in izrazito interdisciplinarno področje, ki povezuje tehniko z medicino in biologijo ter poskuša z inženirskim pristopom in metodami širiti in poglobljati znanja o zgradbi in delovanju kompleksnih bioloških sistemov v različnih okoljih. Raziskovalno delo na UL FE poteka v okviru laboratorijev ter programskih in raziskovalnih skupin, zelo uspešno je tudi raziskovalno in razvojno sodelovanje z industrijo. Raziskovalci UL FE na področju biomedicinske tehnike so med vodilimi v svetu pri razvoju metod in naprav za elektroporacijo celičnih membran v

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za elektrotehniko*



medicini, biologiji in biotehnologiji ter pri razvoju rehabilitacijskih tehnik in medicinskih slikovnih tehnologij.

PROJEKT EMS

Forum EMS (<http://www.forum-ems.si>) je projekt, ki skrbi za objektivno, nepristransko in strokovno podprto komuniciranje o problematiki elektromagnetnih sevanj (EMS). Opira se izključno na znanstvene temelje in sledi izhodiščem vodilnih mednarodnih organizacij s področja varovanja zdravja in okolja pred EMS. Namenjen je vsem, ki iščejo odgovore na pereče probleme s področja EMS.



Prizadevali si bomo, da bodo naša prizadevanja za objektivno, vsestransko in strokovno podprto informiranje javnosti tudi pozitivno sprejeta.

Veliko koristnih informacij o EMS in tveganjih za zdravje otrok je na voljo na straneh domačih in mednarodnih organizacij:

Inštitut za neionizirna sevanja (INIS)
<http://www.inis.si>

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO)
<http://www.who.int/peh-emf/research/agenda/en/index.html>

Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP)
<https://www.icnirp.org>

Evropska komisija (EC)
https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/electromagnetic-fields07/index.htm

Swiss office of public health (BAG)
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

Nacionalni inštitut za raziskovanje raka (US national cancer institute)
<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/magnetic-fields>

Zvezni urad za varstvo pred sevanji (Bundesamt für Strahlenschutz)
<http://www.bfs.de/de/elektro>