

ELEKTROMAGNETNA SEVANJA

Peter Gajšek*

UDK 614.876

Z vse več električnimi napravami se človekovo naravno in bivalno okolje temeljito spreminja. V primerjavi z naravnimi polji se je jakost umetno ustvarjenih elektromagnetnih zelo zvečala. Tudi v javnosti se je razširilo mnenje, da ta polja lahko negativno vplivajo na človeka. Naša čutila jih neposredno ne zaznavajo, to pa splošno negotovost še povečuje.

Sevanje spremlja človeštvo ves čas razvoja, posameznika pa vse življenje. Oblike sevanj so različne. Nekatera so elektromagnetna, nekatera celo radioaktivna. Tudi zvok je ena od oblik sevanja, prav tako valujoča gladina jezera.

Tehnika nam omogoča, da z elektromagnetnimi sevanji prenašamo informacije, kuhamo hrano, z radioaktivnim sevanjem opravljamo medicinske raziskave in proizvajamo energijo. S pomočjo zvoka se sporazumevamo.

Elektromagnetno sevanje predstavlja energijo, ki se skozi prostor širi s svetlobno hitrostjo. Označujeta ga frekvenca in energija. Višja je frekvenca sevanja (manjša je valovna dolžina), večja je njegova energija in obratno. Razlike v valovni dolžini posameznih območij sevanja so zelo pomembne pri

opazovanju škodljivih vplivov izpostavljenosti organizmov. Zmožnost prodiranja v človekovo telo in s tem stopnja absorpcije sta za različne vrste sevanj zelo različni.

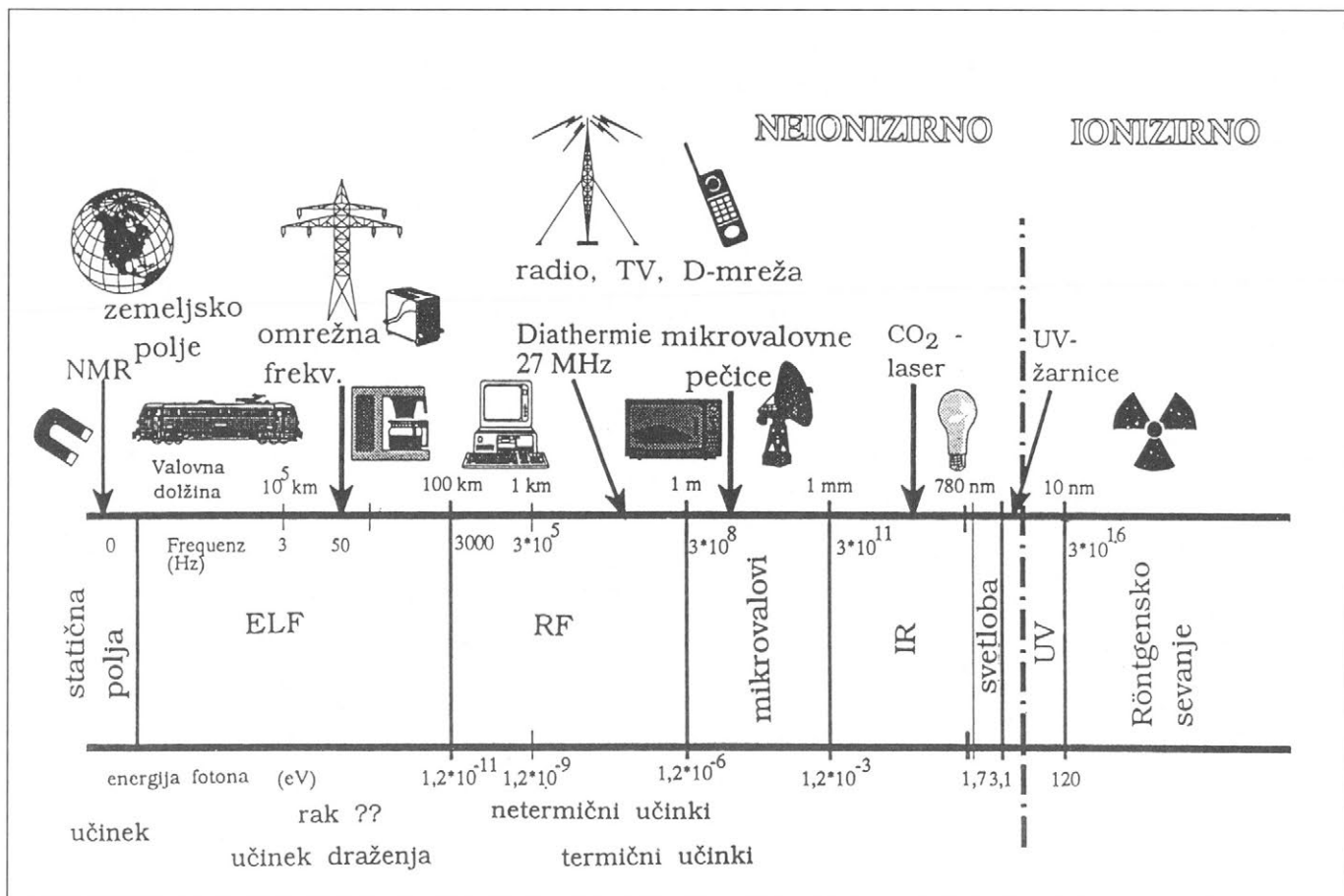
Ionizirno in neionizirno elektromagnetno sevanje

Ionizirno elektromagnetno sevanje ima precej višje frekvence in s tem večjo energijo kot neionizirno (frekvenca večja

od 3,1015 Hz, valovna dolžina manjša od 100 nm, energija fotonov večja od 12,4 eV) in zato lahko ionizirajo snov – izbijejo elektrone iz atomov in s tem spremenijo kemično sestavo snovi. Ionizirno sevanje je zato precej bolj nevarno od neionizirnega. Ionizirno je sevanje radioaktivnih elementov, rentgensko in kozmično sevanje.

Neionizirno elektromagnetno sevanje (NEMS) ima nižje frekvence in tako premalo energije za ionizacijo snovi. NEMS obsegajo enosmerna električna in magnetna polja, zelo nizke, nizke in visoke frekvence, radijske frekvence, mikrovalove ter infrardečo, vidno in ultravijolično svetlobo.

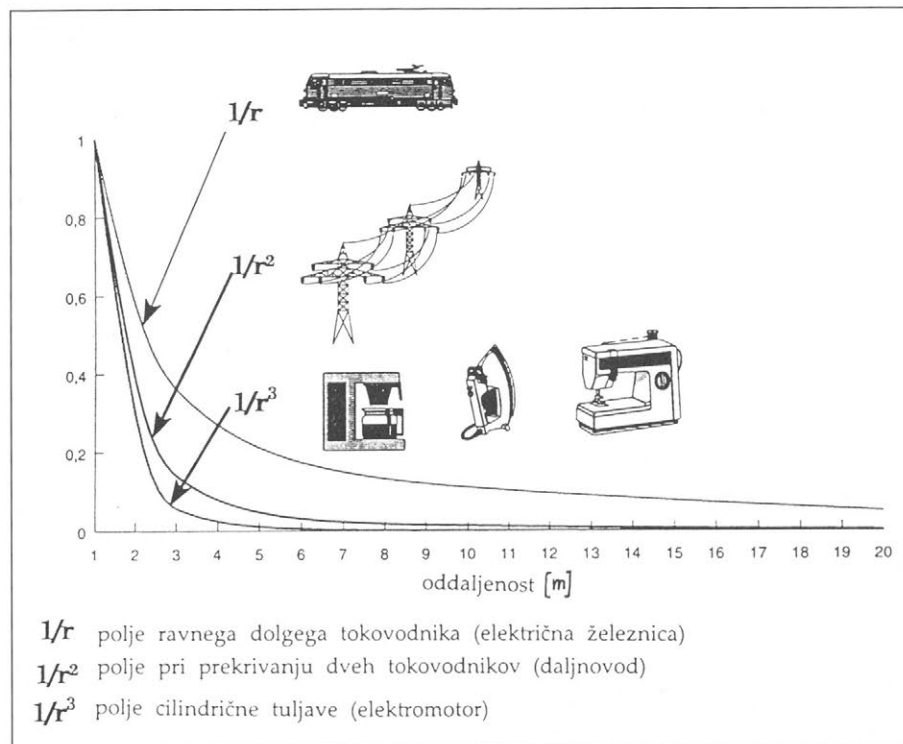
V nasprotju z ionizirnim sevanjem lahko del neionizirnega zaznavamo s čutili (vidna svetloba, toplota...).



Slika 1. Celoten spekter elektromagnetnega sevanja glede na njegovo frekvenco ali energijo delimo na ionizirno in neionizirno

Figure 1. The entire spectre of electromagnetic radiations is divided into ionizing and nonionizing radiations, depending on their frequency or energy

* Laboratorij za neionizirna sevanja, Slovenski institut za kakovost in meroslovje, Tržaška 2, Ljubljana



Slika 2. Magnetno polje se z oddaljenostjo od naprave zelo hitro zmanjšuje
Figure 2. The magnetic field declines rapidly as its distance from the device increases

majo celoten frekvenčni spekter in jih glede na njihovo frekvenco in uporabo razvrstimo takole:

- **0 Hz – enosmerna elektrostatična in magnetna polja**
 - v industriji – močni magneti v metalurgiji, elektroliza aluminija, varjenje, taljenje, galvanizacija, visokonapetostne naprave z enosmernimi statičnimi polji
 - v medicini – nuklearna magnetna resonanca (NMR)
 - v znanosti – magnetospektrografija, ciklotronske naprave in različna visokoenergijska tehnologija
- **do 50 Hz – časovno spreminjajoča se izmenična polja**
 - v prometu – za napajanje električnih železnic in podobno
 - distribucija električne energije – daljnovodi, razdelilne postaje, nizkovoltne porabniki in vodi, gospodinski aparati, grelne naprave, računalniki, napajalniki
- **do 250 kHz**
 - v industriji – induktivna segrevanja, rezalne naprave, varilni stroji, segrevalne naprave, računalniki

Viri neionizirnih elektromagnetnih sevanj

Naravni vir NEMS so na Zemlji že od nekdaj. Vedno več pa je tudi umetnih virov, ki so skoraj povsod v delovnem in bivalnem okolju. Njihova jakost se z razvojem družbe še zvečuje.

Naravna NEMS izvirajo iz lastnosti Zemlje (statično magnetno polje), iz razelektrotrivnih procesov v zemeljski atmosferi (električno polje) in vesolja, kjer je Sonce njihov najpomembnejši vir.

Atmosfera, ionosfera in magnetosfera Zemljo ščitijo pred zunajzemeljskim elektromagnetnim sevanjem. Elektromagnetno sevanje, ki prodre skozi ta ščit, je omejeno na frekvenčna okna, eno optično in drugo za frekvence med 10 MHz in 37,5 GHz.

Zemlja ima svoje naravno električno in magnetno polje, ki se spreminja. Električno polje izvira iz gibanj nabitih delcev v atmosferi. Kadar je vreme lepo, je vrednost električnega polja okoli 100 V/m, v primeru razelektritev – neviht pa doseže vrednosti do 20 000 V/m. Magnetno polje izvira iz notranjosti zemlje.

Zemeljsko magnetno polje se z zemljepisno lego spreminja; v naših krajih znaša okrog 50 μ T.

Umetni vir NEMS, ki imajo neprimerno večjo jakost kot naravna NEMS, zavze-

Preglednica 1. Izmerjene vrednosti magnetnega polja na posameznih oddaljenostih za nekaj gospodinskih naprav: presenetljivo je, da jakost magnetnega polja ni odvisna od velikosti, moči ali hrupnosti naprave; magnetno polje blizu velikih naprav je ponavadi manjše od polja v bližini majhnih naprav; razlog je različna izvedba, oblika, in funkcionalnost
Table 1. Measured values of magnetic field at specific distances from individual household devices: it is surprising that the magnetic field intensity does not depend on the size, power rating or noise level of the device; magnetic fields close to large devices are usually smaller than those in the vicinity of small devices; this is due to the different design, shape and function of individual devices

gospodinski stroj household device	gostota magn. pretoka (μ T) pri 50 Hz v oddaljenosti magnetic flux density at a distance of		
	3 cm	30 cm	1 m
ročni mešalnik/hand mixer	60 do 700	06 do 10	do 0,25
sušilnik las/hair dryer	6 do 2000	1 do 7	do 0,3
hladilnik/refrigerator	0,5 do 1,7	0,01 do 0,25	< 0,01
pralni stroj/washer	0,8 do 50	0,15 do 3	do 0,15
sušilnik za perilo/dryer	0,3 do 8	0,08 do 0,3	do 0,06
pomivalni stroj/dishwasher	3,5 do 20	0,6 do 3	do 0,3
prenosni grelnik/heater	10 do 180	0,15 do 5	do 0,25
štedilnik/stove	1 do 50	0,15 do 0,5	do 0,04
ročni vrtalnik/hand drill	400 do 800	2 do 3,5	do 0,2
brivnik/shaver	15 do 1500	0,1 do 9	do 0,3
prepečnik kruha/toaster	7 do 18	do 0,7	< 0,01
sesalnik za prah/vacuum cleaner	200 do 800	2 do 20	do 2
fluoresc.svetilka/fluorescent lamp	40 do 400	0,5 do 25	do 0,25
TV- sprejemnik/TV set	2,5 do 50	0,04 do 2	do 0,15

Preglednica 2. Izmerjene vrednosti električne poljske jakosti na posameznih oddaljenostih za nekaj virov visokofrekvenčnih NEMS, ki smo jim izpostavljeni doma in v okolju

Table 2. Measured values of electric field intensity at specified distances from individual sources of high-frequency NEMS to which we are exposed in the home and environment

vir source	frekvenca frequency	oddaljenost distance	električna poljska jakost (V/m) electric field strength
zaslon monitor	20 do 35 kHz	30 cm	15
srednjeval.radio oddajnik medium wave radio	415 do 1600 kHz	100 m 1 km	115 0,1
FM radijski oddajnik FM radio antenna	88 do 108 MHz	100 m	manj kot 5 less than 5
voki toki walkie-talkie	27 MHz	5 cm 12 cm	1000 200
prenosni telefon mobile telephone	900 MHz	10 cm	300
TV- oddajnik TV set	47 do 890 MHz	100 m	manj kot 6 less than 6
prometni radar traffic radar	9 do 35 GHz	3 m 10 m	10 V/m 2 V/m
radar radar	1 do 10 GHz	100 m 1 km	80 V/m manj kot 5 less than 5
mikrovalovna pečica microwave oven	2,45 GHz	1 cm 5 cm 1 m	130 50 manj kot 0,09 below 0.09

• do 3 MHz – /NF/

- radionavigacija, radiodifuzija, naprave za urejanje prometa

• do 30 MHz – /VF/

- v industriji – segrevanje, varjenje, sušenje, lepljenje, polimerizacija
- v medicini – diatermija, sterilizacija, radioastronomija, radiodifuzija

• do 300 MHz – /VHF/

- v industriji – segrevanje, varjenje, sušenje, lepljenje
- v medicini – diatermija; RA- in TV-oddajniki; radionavigacija, radar, kontrola v zračnem prometu

• do 3 GHz – /UHF/

- v industriji prehrane, mikrovalovne peči, TV oddajniki, radar, telemetrija, usmerjene zveze; v medicini – diatermija

• do 30 GHz – /SHF/

- radar, navigacija, merjenje višine, satelitske zveze, usmerjene zveze

• do 300 GHz – /EHF/

- raziskave vesolja, radioastronomija, radiometeorologija.

Viri NEMS doma in v okolju

Obdani smo z večinoma nevidnim pliščem NEMS različnih frekvenc, ki je posledica najrazličnejših naprav. Jakost, ki je v odvisnosti od naprave, se zmanjšuje z oddaljenostjo (slika 2).

Človek tako v svojem okolju navadno ni izpostavljen samo sevanju enega vira (daljnovod, TV- sprejemnik, radar...), temveč vsem virom NEMS v svojem okolju hkrati.

Viri visokofrekvenčnih NEMS večje moči (radarji, TV- oddajniki, komunikacijski sistemi, sateliti...) so na človeku odmaknjenih lokacijah in ponavadi niso dostopni. Običajna izpostavljenost ljudi je več kot tisočkrat manjša od dopustnih mejnih vrednosti, vendar še vedno dovolj velika, da jo lahko izmerimo.

Viri NEMS nizkih frekvenc so ponavadi neposredno v našem bivalnem okolju (daljnovodi, transformatorji, stroji, elektromotorji, gospodinske naprave, srednjevalovni radijski oddajniki...). Zato tudi jakosti, ki jim je človek izpostavljen, lahko celo presežejo dopustne mejne vrednosti.

Za objektivno določitev izpostavljenosti NEMS je tako treba poznati in oceniti celotno sevalno obremenitev določenega okolja (7).

Zaradi boljšega pregleda navajamo rezultate meritev virov nizkofrekvenčnih NEMS, ki smo jim izpostavljeni vsak dan (daljnovodi, transformatorji in vse električne in gospodinske naprave, ki za svoje delovanje uporabljajo električni tok). Bivalno in naravno okolje sta obremenjeni predvsem z NEMS omrežne frekvence 50 Hz (preglednica 1).

V vsakdanjem življenju uporabljamo precej manj naprav, ki oddajajo visokofrekvenčna NEMS. To so predvsem računalniški prikazovalnik, televizor, mikrovalovna pečica in prenosni telefon.

Precej več jih je v okolju (radijski in televizijski oddajniki, telekomunikacijske zveze, sateliti, radarji, mobilna telefonija...) (preglednica 2).

Biološki učinki

Biološki učinki so odvisni od frekvence ter jakosti. Na človeka vplivata dve področji:

- nizkofrekvenčno področje (0 Hz – do 30/100/ kHz), kjer prevladujejo učinki draženja čutnih, živčnih in mišičnih celic
- visokofrekvenčno področje (100 kHz – 300 GHz), kjer prevladujejo termični učinki.

V bioloških sistemih se elektromagnetna polja absorbirajo zelo različno (v odvisnosti od frekvenčno odvisne prevodnosti dielektričnosti tkiva). Absorpcijska telesa, kot je človeško, absorbirajo energijo v odvisnosti od frekvence. Pri tem pa se spremeni polje v okolici telesa. To je težko razložiti, zato so vsi podatki poljskih jakosti omejeni na polja brez ljudi.

Vsa priporočila mejnih vrednosti temeljijo na nadomestnih poljskih jakostih v takih nemotenih poljih.

Učinki se lahko pojavijo takoj – akutni učinki ali pa šele čez določen čas – zapozneli učinki.

UJMA

Akutni učinki

Nizkofrekvenčna polja

Posredni učinki polj

- Temelji na toku v telesu ali napetosti dotika.
- Nastopijo pri približevanju ali dotiku električno prevodnih predmetov (iskra med obleko in kožo, naježitev dlak, razelektritveni tokovi na vozilih pod visokonapetostnimi daljnovodi)
- V električnem polju pod daljnovodom pri neugodnih okoliščinah zaznamo že poljsko jakost polja 0,5 kV/m. Ženske in otroci so za te vplive še posebej občutljivi.

Neposredni učinki polj

- Prevladuje učinek draženja živčnih in mišičnih receptorjev.
- Nastanejo zaradi električnih nabojev na površini telesa (ti se spreminjajo glede na frekvenco) ali zaradi tokov, ki nastanejo v električno prevodnem človekovem telesu.
- Inducirani tokovi v telesu, ki jih povzročajo električna in magnetna polja, povzročajo biološke učinke.
- Prag zaznave pri 50 Hz je 1 kV/m (1 do 3 % ljudi).
- Podatki številnih mednarodnih organizacij (WHO, IRPA, SSK, BfS) kažejo, da pod mejo gostote toka 1 mA/m², ki jo povzročijo zunanja polja, ni moč znanstveno utemeljeno govoriti o bioloških učinkih. Naravni tokovi, ki so v možganih, so prav tako velikostnega razreda 1 mA/m².
- Take gostote toka se lahko pojavijo pri izmenični električni poljski jakosti, večji od 2 kV/m, ali pri magnetni poljski jakosti, večji od 80 μ T, frekvence 50 Hz.
- Pri gostotah toka, večjih od 1 mA/m², se pojavijo pri poskusih na celičnih kulturah in živalih trenutni biološki vplivi na celico (nekaj netermičnih vplivov). Pomen teh vplivov za celotni organizem pa je še vedno nejasen.
- Trenutno še ni možno znanstveno dokazati vplivov polj na razpoloženje ljudi. Tudi po poskusih s prostovoljci ni statistično oprijemljivih ugotovitev. Akutna nevarnost za zdravje zaradi motenj delovanja živčevja, mišičja in srca se pojavi pri telesnih gostotah toka, ki so večje od 100 mA/m².

Visokofrekvenčna polja (100 kHz do 300 GHz)

Posredni učinki polj

- Pri dotiku prevodnih predmetov (visokofrekvenčne opekline, vnetljive zmesi plinov lahko povzročijo eksplozijo).

Neposredni učinki polj

- Prevladujejo toplotni učinki.
- Za ocenjevanje toplotnih vplivov se uporablja količina absorbirane energije v prostornini/masi človeka/to je stopnja specifične absorpcije SAR (W/kg).

Na molekularni in celični ravni je absorbirana energija v časovni enoti odvisna od dielektričnih lastnosti snovi ter od elektromagnetnih polj v njej.

- Uporaba lokalne SAR je potrebna le tedaj, ko opazujemo porazdelitev energije v majhni masi (očesna leča – katarakta).
- Človek v mirovanju porabi 1 W/kg. Pri lažjih aktivnostih, npr. pri hoji in kolesarjenju, se poraba poveča na 3 do 5 W/kg.
- Pri visokofrekvenčnem zdravljenju se uporabljajo vrednosti SAR 10 do 50 W/kg z namenom, da bi segreli tkiva in s tem dosegli terapevtski učinek.
- Za večino frekvenc sta površinsko zaznavanje toplote ter pekoča bolečina nezadosten pokazatelj, saj se energija absorbira predvsem v globljih plasteh – pod kožnimi receptorji za toploto.
- Poskusi na živalih so pokazali, da se pri vrednosti SAR 4 W/kg v delih telesa temperatura že zviša, pri tem pa se normalna telesna temperatura ne spremeni (ne zviša).
- Toplotnih učinkov pod vrednostjo SAR, ki je manjša 1 W/kg, za celotno telo ni moč opaziti.

Zapoznili učinki

Podatki o tem so si nasprotujoči. Po eni strani obstaja verjetnost, da so rak in druge zdravstvene težave povezane z dolgotrajno človekovo izpostavljenostjo nizkofrekvenčnim elektromagnetnim poljem, po drugi strani pa so ugotovitve dosedanjih raziskav še nejasne in nezanesljive. Še vedno vemo zelo malo o meha-

niznih interakcij elektromagnetnih polj s človekom ter o tem, kateri parametri elektromagnetnih polj lahko povzročijo zdravstvene težave.

Prvi namig na to, da bi bilo elektromagnetno sevanje najnižje jakosti nizkih frekvenc (0 do 300 Hz) lahko povezano z rakom, so bile leta 1979 objavljene ugotovitve Nancy Wertheimer in Eda Leeperja o smrtnosti za rakom v otroštvu v ameriškem mestu Denver v Koloradu. Rezultati so pokazali, da so imeli otroci, ki so živeli blizu visokonapetostnega voda in z njim povezanih elektromagnetnih polj, dva – do trikrat večje možnosti, da se bo pri njih pojavila levkemija, limfomi ali tumorji v živčevju, kot otroci, ki niso živeli na takem območju.

Kritiki omenjene raziskave so skušali dokazati, da so bile raziskave nenatančne pri uporabi tipov in načrtov prenosnih in razdelilnih vodov – t.i. žične kode – za določanje poljskih jakosti in da avtorja nista upoštevala socialno-ekonomskih vidikov.

Precelj raziskav je bilo v zgodnjih 80. letih, najpomembnejša pa je bila raziskava Davida Savitza, profesorja na univerzi Chapel Hill v Severni Karolini. Ponovil je raziskavo Wertheimerjeve in Leeperja, vendar je uporabil boljšo epidemiološko metodologijo.

Njegove ugotovitve o povezavi med povečanim tveganjem za pojav raka pri otrocih in določeno konfiguracijo daljnovodov, povezano z močnimi magnetnimi polji, so bile podobne. Savitz je izvajal točkovno merjenje polj, vendar ni našel nobene neposredne povezanosti med sodobnim točkovnim merjenjem in tveganjem za nastanek raka.

Raziskave so se nadaljevale. Poročilo iste raziskovalne skupine iz leta 1991 razkriva očitno povezavo med levkemijo pri otrocih in ožičenjem v gospodinjstvu ter tudi med levkemijo in uporabo črno-belih televizijskih sprejemnikov in električnih sušilnikov las, vendar statistično ni bilo možno ugotoviti nobene povezave pri 24-urnem merjenju gostote magnetnega pretoka.

Leta 1993 je bila na Finskem narejena raziskava o otrocih, ki živijo v razdalji do 500 metrov od daljnovodov. V njej niso ugotovile nobenega statistično pomembnega zvečanja tveganja za pojav levkemije, odkrili pa so nekoliko več primerov tumorjev v živčevju pri dečkih, izpostavljenih magnetnim poljem nad 0,2 μ T.

Leta 1992 je zelo obsežna švedska raziskava, (objavljena pozneje kot finska) neposredno povezala poljsko jakost in tveganje.

Ugotovili so trikratno povečano tveganje za pojav levkemije pri otrocih, ki so živeli

v hišah s polji najmanj 0,2 μT , v primerjavi s tistimi, ki so živeli na območju s šibkejšimi polji (do 0,1 μT), in štirikratno povečano tveganje, če so bila polja večja od 0,4 μT . Švedski raziskovalci so izračunali povprečno poljsko jakost za celo leto iz natančnih zapisov.

To je verjetno najvplivnejša raziskava do sedaj. Vendar je še vedno neprepričljiva: čeprav je upoštevala vse prebivalstvo Švedske, so taki primeri raka pri otrocih redki, saj levkemija prizadene enega na 14 000 otrok na leto in je bilo tako lahko vključenih le malo primerov. Ponovno za raziskovalce ni presenetljivo povečano tveganje soodnosno samo z ocenami nekdanje izpostavljenosti, ne pa tudi z današnjim točkovnim merjenjem polj.

Tudi v raziskavi na Danskem so ugotovili pomembno povezavo med skupno vsoto najpogostejših vrst raka pri otrocih in njihovo izpostavljenostjo magnetnim poljem, večjim od 0,4 μT .

Slaba stran teh raziskav je, da so bile vse retrospektivne. Tako je bilo treba izpostavljeno polju oceniti in je zaradi časovne razlike ni bilo možno neposredno izmeriti.

Rezultati raziskav pri otrocih so precej zmedli epidemiologe. Ti so pričakovali, da bodo z izboljšanjem opreme in modernizacijo načrtovanja raziskav dokazi jasnejši (npr. desetkratno tveganje ali da bo dokazano, da tveganja ni). Namesto tega so razmerja tveganja nihala med 1,5 do 3.

Nekateri razlagajo majhno raven tveganja kot dokaz, da nevarnosti ni. S tem ko študije postajajo boljše nadzorovane in preučujejo večje število prebivalstva, postajajo razmerja tveganja manjša. Na podlagi tega so nekateri pripravljeni takoj sklepati, da tu ni povezave.

Spet drugi menijo, da je rahlo zvečanje tveganja, ki ga kažejo sproti podatki, samo vrh ledene gore. Ena od teorij pravi, da povprečna poljska jakost ni problematična. Namesto tega je lahko le variacija, ki je bolj povezana z vzorci ožičenja in dolgotrajno povprečno izpostavljenostjo kot s točkovnim merjenjem polj. Ta variacija so lahko določena okna v amplitudi ali frekvenci.

Morda je nepravilna sama hipoteza. Govorimo o jakosti magnetnega polja, pravi krivec pa je morda druga komponenta polja, za katerega je magnetno polje le nadomestek. Morda niti ne preučujemo pravega parametra, ampak samo tistega, ki je blizu pravega.

Druga možnost je, da obstajajo obdobja, ko smo bolj občutljivi za izpostavljenost, npr. med spanjem. Lahko pa je ključ do rešitve kak drug dejavnik, npr. orientacija zemeljskega magnetnega polja v povezavi s poljem, ki ga ustvarjajo daljnovodi.

Morda je problem v harmonski komponenti 50 Hz od daljnovoda in ne le v polju 50 Hz. Morda je dejavnik tveganja resnično samo dejavnik 2 in ne 10 ali 20 kot pri tveganju za nastanek raka, ki je povezano s cigaretami. Tudi dejavnik 2 je za povzročitelja, ki je tako razširjen, pomemben družbeni dejavnik.

Na rezultate raziskave vpliva morda izbira kontrolne skupine. Epidemiologi preučujejo dve skupini, eno izpostavljeno tveganju, in drugo, ki tveganju ni izpostavljena.

Švedska študija je oblikovala dve skupini glede na stanovanja s povprečnim merjenjem polj pod vrednostjo 0,2 μT in nad njo.

V raziskavi Wertheimerjeve in Leeperja so upoštevali oddaljenost od daljnovodov. Ker pa ni nihče prepričan, katera raven polja ima učinek, če ga sploh ima, tudi ni možno določiti ravni, ki ga zagotovo nima. Tako lahko ljudje, ki živijo v hišah z nizkim poljem, delajo v poslovni stavbi, obkroženi z višjimi polji.

Največja težava je najti neizpostavljeno prebivalstvo, ki bi bilo lahko primerjalna skupina. Kljub tem težavam se raziskave nadaljujejo (obsežne raziskave o levkemiji pri otrocih v ZDA, Kanadi in Veliki Britaniji).

Razumna preventiva

Kljub temu, da so rezultati raziskav premalo natančni in z znanstvenega stališča nezadostni za spremembo standardov, pa so vseeno preveč trdni, da bi jih kar zanemarili. Strokovne komisije držav (ZDA, Švedska, Anglija, Nizozemska, Danska) menijo, da so dosedanje ugotovitve epidemioloških raziskav hipoteza o povečanem zdravstvenem tveganju pri izpostavljenosti NEMS najmanjše jakosti, ki zasluži pozornost in natančnejše vrednotenje.

Izoblikovala se je ideja o razumni preventivi, ki je zadovoljiv kompromis glede na trenutno znanje stroke med pretiravanjem o prenehanju uporabe vseh pridobitev civilizacije (elektrika, radio, komunikacije...) in med popolno brezbriznostjo. Razumna preventiva pomeni zmanjševanje sevalnih obremenitev virov NEMS doma in v okolju, kot ga je še možno doseči z razumnimi ukrepi ter sprejemljivimi stroški. Ta zasnova je postala temelj za nove tehnologije, projektiranje, in za vse nove posege v bivalno in naravno okolje.

Izvajajo jo lahko posamezniki doma, lahko pa postane strategija celotne države.

Država

- načrtovanje in postavitve novih virov NEMS v okolju na tako lokacijo, da so sevalne obremenitve ljudi najmanjše
- izogibati se gradnji novih hiš, vrtcev, šol ipd. v bližini virov visokih jakosti NEMS, če obstajajo druge lokacije
- zmanjševanje visokih jakosti NEMS v delovnih in bivalnih okoljih
- razvoj in uporaba novih tehnologij, ki omogočajo konstrukcijo in proizvodnjo naprav, ki oddajajo dosti manjša NEMS

Posameznik

- odstranitev električnih naprav od postelje najmanj za 1,5 m.
- premik postelje od zidov z glavnimi električnimi napravami in stran od izmerjenih točk, kjer je povečano magnetno polje
- sedenje najmanj za dolžino roke stran od prikazovalnikov; uporaba le takih prikazovalnikov, ki imajo certifikat o nizki stopnji sevanja
- sedenje vsaj dva metra stran od velikih televizijskih zaslonov
- premišljeno načrtovanje elektroinstalacije v stanovanjih

Stanje na področju NEMS v Sloveniji

Lansko leto je tehnični odbor za neionizirna sevanja (TC-NIR) pri Uradu za standardizacijo in meroslovje RS sprejel novi standard o elektromagnetnih sevanjih (SIST-ENV 50166, 1995).

Sprejeti standard natančno določa osnovne in izvedene mejne vrednosti, ki jim je človek v delovnem in bivalnem okolju še lahko izpostavljen v frekvenčnem območju 0 do 300 GHz. Njegovo upoštevanje ni obvezno, je le podlaga tehničnim predpisom.

Ministrstvo za okolje in prostor pripravlja uredbo o onesnaževanju okolja zaradi elektromagnetnega sevanja, ki bo temeljila na slovenskem standardu in hkrati upoštevala idejo o razumni preventivi. Uredba bo tako tudi pravno določila največje vrednosti NEMS, ki smo jim še lahko izpostavljeni.

Za ocenjevanje sevalnih obremenitev novih naprav v okolju so v uredbi predvideni še dodatna strožja merila in preventivni dejavniki, in to celo pod mejami, ki jih določa standard.

Nadzor nad NEMS

Trenutno se sevalne obremenitve merijo le na zahtevo prizadetih. Nadzor nad NEMS namreč po zakonu še ni obvezen. Z meritvami elektromagnetnih sevanj v delovnem in bivalnem okolju v celotnem frekvenčnem območju ter s svetovanjem na področju zaščitnih ukrepov se že več kot deset let ukvarja Slovenski institut za kakovost in meroslovje, ki izpolnjuje merila nepristranskosti, neodvisnosti in ne-profitnosti.

Institut ima uradno pooblastilo Urada za standardizacijo in meroslovje RS za meritve električnih in magnetnih poljskih jakosti in Ministrstva za zdravstvo RS za izdajanje strokovnega mnenja o sevalnih obremenitvah.

Novo obdobje načrtovanja rešitev

Proizvajalci in dobavitelji izdelkov in sistemov, ki ustvarjajo visoka elektromagnetna polja, ne čakajo na končne dokaze o njihovem vplivu na zdravje, ampak načrtujejo in ponekod že izdelujejo naprave in sisteme, ki oddajajo precej manjša polja. Tako na primer so se bliskovito hitro razširili računalniški zasloni z majhnim sevanjem in postali tehnološki standard.

Na trgu danes skoraj ni več zaslona, ki ne bi ustrezal tem merilom (TCO – Confederation of Professional Employees).

Ideja o izdelkih z nizko stopnjo sevanja se širi na vsa področja: od naprav zabavne elektronike do gospodinskih naprav in industrijskih strojev. Načrtovalci in projektanti pripravljajo take naprave, ki bodo poleg zelo popularne nalepke o okolju prijaznejšem izdelku še podatek o stopnji elektromagnetnega sevanja na posameznih standardiziranih oddaljenostih.

Sklep

V znanstveni literaturi je precej poročil o raziskavah možnih zapoznelih učinkov izpostavljenosti elektromagnetnemu polju

zelo majhne jakosti; predvsem takemu, ki je pod mejnimi vrednostmi za akutne vplive.

Opravljenih je bilo več kot 80 raziskav, v katerih so sodelovali ljudje različnih družbenih slojev. Nekatere so pokazale na možnost, da se zaradi bivanja v neposredni bližini daljnovodov za otroke morda lahko res zveča tveganje za pojav levkemije, ne pa tudi za možganski tumor. Druge raziskave dokazujejo prav nasprotno, tretje pa kažejo, da izpostavljenost NEMS omrežne frekvence sploh ni nevarna.

Večina znanstvenikov soglaša, da je vpliv (če sploh obstaja) NEMS omrežne frekvence na možnost pojava raka zelo majhen. Težava je ta, da dosedanje epidemiološke raziskave niso bile dovolj natančne, da bi zaznale morebitne zelo majhne učinke. Tudi raziskave na živalih niso pokazale, da bi lahko ta polja ponovljivo vplivala na nastanek raka.

Stroka še ni pojasnila veliko odprtih vprašanj o bioloških vplivih elektromagnetnih sevanj, zato pa veliko agencij, vlad in strokovnih združenj vsaj dotlej svetuje upoštevati načela razumne preventive.

To tudi pomeni, da nikakor ne smemo izključiti možnosti, da je zaradi izpostavljenosti elektromagnetnemu sevanju zdravstveno tveganje večje.

12. Lauchlan, K.: Are environmental magnetic fields dangerous?, Physics World 1 (1992).
13. Michaelis J.: Stellungnahme zur Studie von M.Feychting und Ahlbom; Magnetic fields and Cancer in people residing near Swedish high-voltage Power lines: Johannes Gutenberg Universität Mainz (1993).
14. NRPB: Elektromagnetic fields and the risk of cancer, Vol. 1 (1992).
15. WHO: Environmental Health Criteria 16, Radiofrequency and Microwaves, Geneva (1981).
16. WHO: Environmental Health Criteria 35, Extremely Low Frequency, Geneva (1984).
17. WHO: Environmental Health Criteria 69, Magnetic fields, Geneva (1987).
18. WHO: Environmental Health Criteria 137, Electromagnetic fields (300 Hz – 300 GHz), Geneva (1993).

Peter Gajšek

Elektromagnetic Radiations

Recent research has indisputably shown that elektromagnetic fields can present loads and health hazards for man already at field intensities usually present in the living environment, which are rapidly increasing.

1. International Radiation Protection Association (IRPA): Nonionizing radiations; UBC Press, Vancouver (1992).
2. International Non Ionizing Radiation Committee (IRPA/ICNIRP): Guidelines on limits of Exposure to Non Ionizing Radiation, Health Physics; Vol 54, No1. (1988).
3. Anderson L.E.: Exposure Levels, Bioeffects and Epidemiology, Health Physics, Vol. 61 No 1 (1991).
4. Bernhardt J.H.: Biologische Wirkung statischer Magnetfelder Artztblatt H.51/52 (1991).
5. Bernhardt J.H., Grosche B., Matthes R.: Einflu von Magnetfelder auf Krebsentstehung in der Nahe von Hochspannungsleitungen, Bundesblatt (1993).
6. Feychting M., Ahlbom A.: Magnetic fields and Cancer in people residing near Swedish high voltage Power Lines, Karolinska Institutet, Stockholm (1992).
7. Gajšek P.: Elektromagnetna sevanja in širjenje valovanja (v Zborniku o neionizirnih sevanjih, Ljubljana 1993).
8. Gandhi P.: Biological and medical Applications of electromagnetic energy: Prenticehall, London (1990).
9. Irnich W., Batz L.: Jahresbericht des Zentralregisters Herzschrittmacher 12, 4 (1992).
10. Kieback D.: Die Wirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen, BfU Koeln, Info 2/89 (1989).
11. Krause, N.: Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder, Der Elektromester, Hefte 9, 17, 19 (1988).

UJMA

UJMA