

Činjenice i mitovi o zračenju u svakodnevnom životu



Zračenje je u svakodnevnom životu nešto poželjno i potrebno, ali ponekad u čovjeku izaziva i osjećaj nelagode. Naime, kada se govori o zračenju, misli se na zračenje radioaktivnih tvari, mobilnih telefona te računalnih i televizijskih zaslona. Rijetko pomislimo da se odmarajući pored kamina izlažemo i svjetlosti, zvuku te toplinskom zračenju.

Premalo smo svjesni činjenice da **bez zračenja ne bi bilo svemira*, zvijezda i planeta** te da je zračenje **normalan sastavni dio prirode i života**.

* Postankom svemira prije 13,7 milijarde godina događajem koji nazivamo veliki prasak ili praprasak stvoreni su vrijeme, prostor, energija, zračenje i kasnije tvar. Prve tri minute svemir je ispunjavalo samo zračenje u obliku valova i brzih čestica, a tek poslije toga nastale su prve nuklearne jezgre te nakon nekoliko stotina tisuća godina i prvi atomi.

Svakog dana izloženi smo različitim oblicima **prirodnog zračenja**. Sunce i sva ostala **ugrijana tijela** zrače. Iz svemira dolazi **kozmičko zračenje**. Izloženi smo i zračenju iz Zemljine kore, koje nastaje **raspadom radioaktivnih elemenata** u njenoj unutrašnjosti.

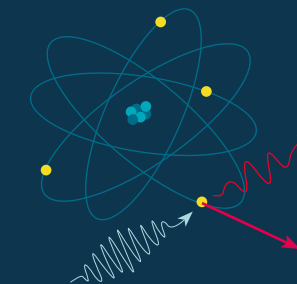
Razvojem tehnologije čovjek je u prostor unio i brojna **umjetna zračenja**. Izloženi smo različitim vrstama **elektromagnetskog zračenja (električno i magnetsko polje)**, koje emitiraju kućanski, industrijski, medicinski i telekomunikacijski uređaji te sastavni dijelovi elektroenergetskog sustava.

Evolucijom su se kod živih bića razvili mnogi **načini iskorištavanja energije, koja se zračenjem širi u prostoru, te su korisni i čak nužno potrebni za život na Zemlji**. Primjerice, spomenimo iskorištavanje svjetlosti za fotosintezu te brojna osjetila koja omogućuju osjet **topline**, različitih vrsta **svjetlosti** i **zvuka** te time međusobno sporazumijevanje i upoznavanje okoline.

Danas se dosta govori o **utjecaju zračenja na naše zdravlje**, međutim, mnogo je neistina koje nemaju puno zajedničkoga s fizikalnim objašnjenjem zračenja. To je posljedica nepoznavanja **različitih vrsta zračenja i količine energije** koja se zračenjem širi prostorom. Tome pridonosi i činjenica da nemamo razvijena osjetila za opažanje nekih vrsta zračenja.

Utjecaj zračenja na tvar ovisi o njegovoj **frekvenciji i energiji** ili **energiji čestica** koje emitira izvor. Ako je **energija nositelja zračenja** dovoljno velika, zračenje u tvari izbacuje elektrone iz atoma, pri čemu nastaju ioni. Zato takvo zračenje nazivamo **ionizirajućim zračenjem**. Slobodni ioni u tjelesnim stanicama mogu značiti rizik za živa bića. Umjetni su izvori ionizirajućeg zračenja pod nadzorom. Suprotno tome prirodno ionizirajuće zračenje ne nadziremo. Uz malo truda možemo se od njega zaštititi, primjerice, od pretjeranog zračenja UV zraka.

U svakodnevnom životu izloženi smo i **neionizirajućem zračenju**, koje nema dovoljno energije za tvorbu iona.



FOTON KOJI IMA DOVOLJNO ENERGIJE DA MOŽE IZBACITI ELEKTRON IZ ATOMA.



Zračenje je širi pojam koji jednom riječju opisuje pojave kada su izvori u obliku



valova
(valovi električnih i magnetskih polja, mehanički valovi) ili



čestica
(helijeve jezgre, protoni, elektroni...) **koje emitiraju energiju u prostor.**

VRSTE ZRAČENJA

ELEKTROMAGNETSKO (EM) ZRAČENJE

Izvor su **elektromagnetskih zračenja** nabijene čestice koje titraju. Titranje nabijenih čestica posljedica je zagrijavanja tvari. Zato su sve **ugrijane tvari** (predmeti u okolini, čovjek, pećnica, Sunce...) **izvor elektromagnetskog zračenja**. Elektromagnetsko zračenje može nastati i titranjem elektrona u žici, što se, primjerice, događa u **antenama** (radijske, televizijske, mobilne), u **električnoj instalaciji** i raznim **električnim uređajima**. Sve su to **izvori** elektromagnetskog zračenja.

Postoje različite **vrste elektromagnetskog zračenja** koje se razlikuju po **frekvenciji** ili **valnoj duljini**.

MEHANIČKI VALOVI

Izvor mehaničkih valova zatitra čestice u tvari i time prouzroči njihovo širenje kroz tvar. Primjer **mehaničkih valova** jest **zvuk** koji se u obliku zgusnuća i razrjeđivanja širi kroz tvar, što možemo koristiti za sporazumijevanje i zamjećivanje okoline.

Zvuk viših frekvencija – **ultrazvuk** – često primjenjujemo u industrijske i medicinske svrhe, npr. za zamjećivanje objekata, ispitivanje materijala, čišćenje predmeta, pregled mekih tkiva u medicini ili lokalno zagrijavanje bioloških tkiva u fizikalnoj terapiji.

ZRAČENJE ČESTICA

O **zračenju čestica** govorimo kada se energija prostorom prenosi **česticama** (helijeve jezgre, protoni, elektroni...). Takav je primjer **kozmičko zračenje**, koje dolazi iz svemira. Zračenje čestica prisutno je i pri **radioaktivnom raspadu** nestabilnih atomskih jezgara koje sadrže **radioaktivne tvari**.

Zračenje čestica i **ionizirajuće elektromagnetsko zračenje** nazivamo zajedničkim nazivom **zračenje radioaktivnih tvari** i ubraja se u **ionizirajuće zračenje**. To zračenje povezujemo s **procesima u nuklearnim elektranama**, međutim, nedovoljno smo svjesni da je to zapravo **normalna prirodna pojava**. Radioaktivni raspadi odvijaju se u atmosferi, Zemljinoj kori, a i u našem tijelu.

Zračenje nas prati u brojnim svakodnevnim situacijama:



1 ZRAČENJE U PRIRODI

Zračenje je svuda oko nas. Prisutno je oduvijek i poznato nam je u različitim pojavnim oblicima, primjerice, kao Sunčeva svjetlost, radijski valovi i zračenje radioaktivnih tvari.

Zračenje **prenosi energiju** koja se iz izvora širi prostorom, a njegova se **jakost smanjuje s udaljenošću od izvora zračenja**. Zbog lakšeg razumijevanja izvore zračenja dijelimo na **prirodne i umjetne** (one koje je stvorio čovjek), dok je takva podjela sa stajališta utjecaja na naše zdravlje nevažna.

Kako i koliko zračenje **utječe na naše zdravlje**, ovisi o vrsti zračenja (neionizirajuće ili ionizirajuće zračenje), energiji nositelja zračenja (fotoni, elektroni, protoni itd.) i osobito o primljenoj dozi. Ne ovisi, međutim, o tome dolazi li zračenje iz prirodnog ili umjetnog izvora.

Zračenje naših tijela:

- infracrveno zračenje (jer su naša tijela ugrijana)
- zračenje prirodnih radioaktivnih elemenata u našem tijelu (koje u tijelo unosimo hranom, pićem i udisanjem)
- EM zračenje (npr. zračenje moždanih valova odnosno moždana električna aktivnost koju mjerimo elektroencefalografom) te
- zvuk – mehanički valovi (šire se u prostoru kada govorimo).

ZRAČENJE JE SVUDA OKO NAS!

Različite vrste zračenja dio su prirodnog okoliša, u kojem ljudi žive još od svoga postanka na Zemlji. Prirodnim smo zračenjima oduvijek izloženi i dobro smo mu prilagođeni, no, unatoč tome, nismo prilagođeni vrijednostima zračenja koje su prilično povećane.

Kozmičko zračenje
iz svemira.

Vidljiva svjetlost
koja dolazi na
Zemlju sa Sunca
i zvijezda.

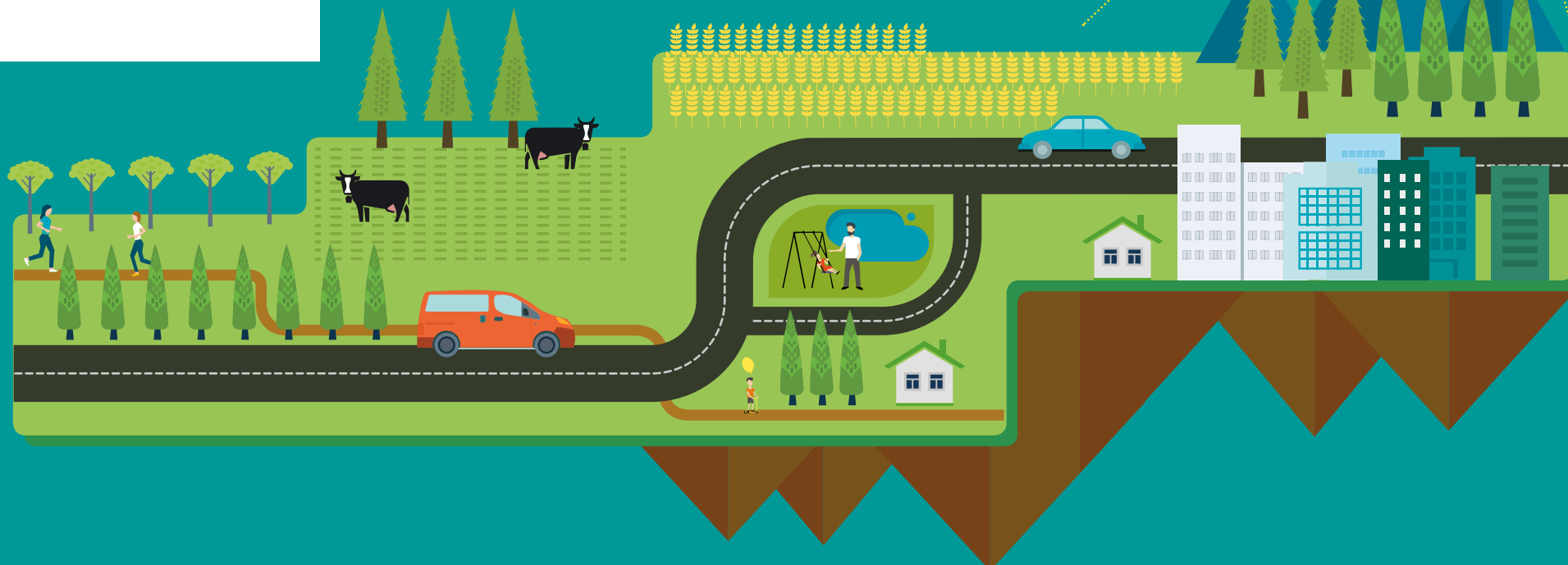
**Infracrvena (IR)
svjetlost Sunca,**
koju osjećamo
kao toplinu.

**Zračenje prirodnih
radioaktivnih elemenata**
u zemlji, vodi, hrani i zraku.

Zračenje Sunca

u svim svojim raznolikim pojavnim oblicima već milijardama godina bitno oblikuje i omogućuje život te potiče raznovrsnost na našem planetu.

Ultraljubičaste (UV) zrake
koje dolaze
na Zemlju sa
Sunca.



Osim mnogih korisnih učinaka (svjetlost, toplina, nastanak vitamina D, dobro raspoloženje) sunce ima i štetne učinke na zdravlje.

Na našem planetu ima mnogo više zračenja iz prirodnih izvora nego zračenja iz umjetnih izvora. Bez obzira na to je li riječ o zračenju iz prirodnih ili umjetnih izvora, potrebno je obratiti pozornost i na vrstu zračenja kojem smo izloženi te se odgovarajuće zaštititi, primjerice, od zračenja UV zraka.

Svi smo izloženi zračenju Sunca. UV zračenje, suprotno vidljivoj i infracrvenoj svjetlosti (toplini), većinom ne zamjećujemo osjetilima. Prekomjerno izlaganje UV zrakama, bez obzira na njihov izvor (Sunce ili umjetni izvori UV zračenja), može prouzročiti akutne i kronične štetne učinke na koži, očima i imunom sustavu.

Mnogi ljudi još uvijek pogrešno misle da je preplanula put zdrava i da je dugotrajno izlaganje UV zračenju korisno za zdravlje. Pogrešno je i mišljenje da je umjetno sunčanje u solariju sigurnije od prirodnoga.



ČINJENICA

Pretjerano sunčanje uzrokuje više negativnih učinaka na zdravlje nego pozitivnih zbog stvaranja vitamina D. Preplanulost zbog UV zračenja znak je oštećenja kože. Koža proizvodi pigment, čime se brani od štetnog djelovanja UV zračenja, koje može oštetiti i DNK.

UVA

UVA zrake obuhvaćaju **do 95 % UV zračenja koje dolazi na površinu Zemlje**. Od svih UV zraka **prodiru najdublje u kožu**, i to u dublje slojeve usmine (dermisa). UVA zrake prolaze kroz vodu i obično staklo.

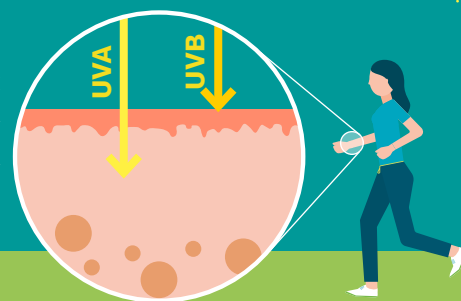
UVB

UVB zrake obuhvaćaju **do 5 % UV zračenja koje dolazi na površinu Zemlje**. U koži prodiru u pousminu. Prolaze kroz vodu, ali ne prolaze kroz obično staklo.

UVC

UVC su UV zrake **najveće energije**. Apsorbiraju se u gornjim slojevima Zemljine atmosfere i **ne dopiru do površine Zemlje jer ih zaustavlja ozonski omotač**. Njihov citotoksični (baktericidni) učinak možemo iskoristiti za dezinfekciju vode, zraka i površina (primjerice u bazenima, bolnicama, ventilacijskim kanalima uređaja za prozračivanje i u prehrambenoj industriji).

POVRŠINA KOŽE
POUSMINA
USMINA
POTKOŽNO TKIVO



MIT



»Što se više sunčam, više ću vitamina D dobiti. Tako ću imati i ljepšu boju i biti zdravija.«



SUNCE – KORISNO, ALI I OPASNO!

Sunčeva svjetlost bitna je za život na Zemlji. Kada je ne bi bilo, životni bi prostori vjerojatno bili bitno manje raznoliki. Međutim, prekomjerno izlaganje Sunčevom UV zračenju (ili UV zračenju iz umjetnih izvora, npr. solariju) štetno je za zdravlje jer, među ostalim, potiče nastanak raka kože. Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC) uvrštava UV zračenje (A, B i C zrake) i naprave za umjetno sunčanje (solarije) u kancerogene agense prve skupine, u koju spadaju i azbest i duhan.

UV zračenje i rak kože

UVA zračenje ubrzano **stari kožu**, a UVB zračenje osim **preplanulosti i sunčevih opeklini** različitih stupnjeva (crvenilo, mjehuri) uzrokuje i **potiskivanje imunostog sustava** (imunosupresiju). Izlaganje UV zračenju (UVA i UVB zrake) glavni je faktor rizika za pojavu svih **vrsta raka kože**. Postoje i brojni drugi utjecaji UV zračenja na kožu. **UV zračenje solarija jednako štetno utječe na zdravlje kao i Sunčevo UV zračenje.**



Kako se možemo zaštititi?

- Ograničimo izlaganje suncu između 10 i 16 sati.
- Izaberimo odgovarajuću odjeću (od laganih gusto tkanih materijala, dugih rukava i nogavica) i pokrivalo za glavu.
- Oči zaštitimo sunčanim naočalama odgovarajuće kvalitete (CE, UV400) i oblika koji sprječava dopiranje zraka sa strane.
- Kao dodatnu zaštitu koristimo kvalitetne kemijske zaštitne pripravke (kreme ili gelove za zaštitu od sunca) sa zaštitnim faktorom 30 ili više.
- Ne sunčajmo se namjerno i ne koristimo solarij.

2

ZRAČENJE KUĆANSKIH ELEKTRIČNIH APARATA

Suvremeni život jako ovisi o uređajima za čiji je rad potrebna električna energija. Ti uređaji rade samo ako su priključeni na električne vodiče koji su pod električnim naponom i kojima protječe električna struja. Zato se oko vodiča i uređaja stvara električno i magnetsko polje. Današnja tehnologija omogućuje rad uređaja i bez izravne fizičke povezanosti s mrežom. Pritom se koristi prijenos energije na uređaj putem valova magnetskog polja izvornog uređaja.

Danas kućanske poslove u razvijenom svijetu **umjesto ljudi u pravilu obavljaju električni uređaji** za grijanje, perilice rublja i posuđa, štednjaci, mikrovalne pećnice, usisivači i ostali **kućanski električni aparati**.

Električni aparati te električna i magnetska polja

Oko električnih uređaja, kroz koje protječe izmjenična struja, nastaju vremenski promjenjiva električna i magnetska polja. Ta zračenja EM polja (odnosno EM zračenja) frekvencije od 50 Hz su lokalna, a najveće vrijednosti postižu na površini uređaja.

Vrijednosti jakosti polja ovise o građi uređaja, izolaciji vodiča i materijala u uređaju. S udaljenošću od uređaja jakosti polja uvijek brzo opadaju.

Dakle, pri uporabi električnih uređaja uvijek smo izloženi EM zračenjima. U pravilu je izložen samo manji dio našeg tijela vezan uz uporabu tih uređaja, i to samo kraće vrijeme. Što je uređaj udaljeniji od nas, manje smo izloženi zračenju.

Vrijednosti jakosti električnih i magnetskih polja koja nastaju oko kućanskih električnih uređaja **prilično su različite**, i to čak kod sličnih uređaja. Od ključne su važnosti projekt (dizajn) uređaja i naša udaljenost od njega.



Što se krije iza zidne utičnice?

Iza zidne **utičnice** nalaze se **električni vodiči**. Do utičnice se razvode od kućnih ili etažnih **razdjelnika**. U razdjelniku i vanjskom priključnom ormariću smješteni su osigurači, zaštitni prekidači i brojilo električne energije. Taj sustav nazivamo **kućnom električnom instalacijom**. S aspekta potrošača kućna instalacija samo je zadnji dio puta električne energije koja dolazi od elektrana preko dalekovoda u naše domove.



ELEKTRIČNI APARATI PROIZVODE RAZLIČITA EM ZRAČENJA

Kućna električna instalacija i kućanski aparati te drugi uređaji za čiji je rad potrebna električna energija izvori su **elektromagnetskog zračenja** s mrežnom frekvencijom (50 Hz) kada su pod naponom i njima protječe električna struja. Kod tih frekvencija električno i magnetsko polje obično ne razmatramo međuovisno kao elektromagnetsko zračenje, već govorimo o **niskofrekvencijskom zračenju električnih i magnetskih polja**.

Ovisno o svojoj namjeni kućanski aparati emitiraju i **druge vrste zračenja**:

Električni radijatori proizvode **infracrvenu svjetlost**.



Mikrovalna je pećnica izvor **mikrovalova**, koje koristimo za zagrijavanje hrane.

Indukcijska ploča za kuhanje proizvodi magnetsko polje frekvencije od nekoliko desetaka kHz, kojim se inducira struja u posudi. Posuda se zagrijava.

Wi-Fi odašiljači proizvode **mikrovalno elektromagnetsko zračenje** (GHz) sa svrhom bežičnog komuniciranja među napravama.

Televizor je izvor zračenja **vidljive svjetlosti**, zvučnici hi-fi sustava šire prostorom **mehaničke valove (zvuk)**.

Glavni izvor električnog i magnetskog polja u kući nije električna instalacija, već su to kućanski aparati, prije svega oni s kojim smo tijekom njihove uporabe u izravnom dodiru (npr. sušilo za kosu, brijaći aparat).

Izlaganje električnom i magnetskom polju zbog rada kućanskih električnih aparata u pravilu je kratkotrajno, a možemo ga smanjiti i udaljenošću od njih.

Jakosti polja koja stvaraju ti umjetni izvori u mnogo su slučajeva, uz uporabu naprava na primjernoj udaljenosti, manje od vrijednosti prirodnih električnih i magnetskih polja, koja su stalno prisutna oko nas. Istraživanja provedena na zdravim dobrovoljcima pokazuju da izlaganje poljima slabih jakosti u prirodnom okolišu ili u kući ne uzrokuje primjetne štetne utjecaje na zdravlje.

Granične vrijednosti izloženosti EM zračenju utvrđene su da ne bi dolazilo do bilo kakvih rizika za zdravlje stanovništva. Za postavljanje graničnih vrijednosti nije bitno jesmo li izloženi električnim odnosno magnetskim poljima u prirodi ili zračenju umjetnih izvora.

Neki ljudi smatraju da su »elektrosenzibilni« – preosjetljivi na električna i magnetska polja koja nastaju oko umjetnih izvora, kao što su Wi-Fi sustavi i ostali električni kućanski aparati te kućna električna instalacija. Uvjereni su da je taj »elektrosmog« razlog zbog kojeg se slabo osjećaju ili imaju zdravstvene teškoće.

Zbog bojazni od zračenja iz umjetnih izvora na tržištu se nude proizvodi kao što su detektori elektrosmoga, koji bi trebali točno izmjeriti opasna umjetna EM zračenja nastala oko različitih električnih aparata.

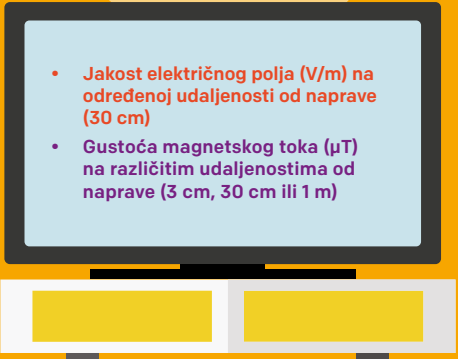


ČINJENICA

Detektori najčešće otkrivaju samo zračenje u određenom frekvencijskom opsegu (obično 50 Hz). Povezanost otkrivenih zračenja sa štetnim učincima na zdravlje nije dokazana.

VRIJEDNOSTI EM POLJA BRZO OPADAJU S UDALJENOŠĆU OD APARATA

1 m	0,01 – 0,15 μT
30 cm	0,4 – 2 μT 60 V/m
3 cm	2,5 – 50 μT



- Jakost električnog polja (V/m) na određenoj udaljenosti od naprave (30 cm)
- Gustoća magnetskog toka (μT) na različitim udaljenostima od naprave (3 cm, 30 cm ili 1 m)

MIT



»Detektorom možeš izmjeriti sva štetna zračenja koja dolaze iz električnih naprava i štete tvom zdravlju.«



3 cm	8 – 30 μT
30 cm	0,12 – 0,3 μT 120 V/m
1 m	0,01 – 0,03 μT

GRANIČNA VRIJEDNOST za javna područja	JAKOSTI ELEKTRIČNOG POLJA
hrvatsko zakonodavstvo*	5.000 V/m
preporuke ICNIRP-a	5.000 V/m

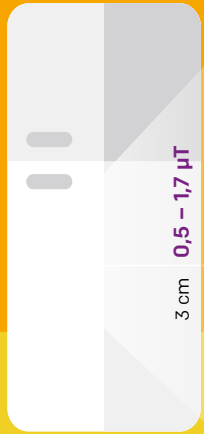
GRANIČNA VRIJEDNOST za javna područja	GUSTOĆE MAGNETSKOG TOKA
hrvatsko zakonodavstvo*	100 μT
preporuke ICNIRP-a	200 μT

* navedene granične vrijednosti prema Pravilniku o zaštiti od elektromagnetskog zračenja (2013.) odnose se na javna područja (u kojima boravi stanovništvo)

3 cm	6 – 2.000 μT
30 cm	0,01 – 7 μT 80 V/m
1 m	0,01 – 0,03 μT



3 cm	200 – 800 μT
30 cm	2 – 10 μT 50 V/m
1 m	0,13 – 2 μT



3 cm	0,5 – 1,7 μT
30 cm	0,01 – 0,25 μT 120 V/m
1 m	< 0,01 μT

Što zapravo otkrivaju detektori elektrosmoga?

Takvi bi uređaji trebali registrirati elektromagnetske valove i zračenja određenih frekvencija ili u određenom frekvencijskom opsegu. Obično otkrivaju EM zračenja različitih frekvencija. Međutim, obično nije jasno što (i u kojim jedinicama) mjere. Mjere li:

- primljenu energiju EM zračenja
- gustoću magnetskog toka
- jakost električnog polja
- trenutnu jakost zračenja... ili nešto drugo?

A možda otkrivaju prirodnu pozadinu EM zračenja (tzv. bijeli šum), koji je svuda prisutan?

Mogućnosti je više, zato se treba prije eventualne kupnje detektora uvjeriti što (i u kojim jedinicama) takav uređaj mjeri, osobito jer neki od navedenih parametara ne utječu na zdravlje ili okoliš.



100 V/m tipična vrijednost jakosti električnog polja (statično polje) na površini tla za lijepog vremena, vrijednost opada s visinom.

50.000 V/m tipična vrijednost (red veličine) jakosti električnog polja za vrijeme udara groma (na udaljenosti od 10 m od groma).

20 μT -60 μT gustoća prirodnog Zemljina statičkog magnetskog toka (u Hrvatskoj oko 47 μT).

1.500.000 μT gustoća magnetskog toka tijekom pregleda magnetskom rezonancijom (MR).

Izmjereno nije nužno opasno

Činjenica je da su zračenja svuda oko nas. Ako »nešto« izmjerimo detektorom, to ne znači nužno da je to i opasno i da je naše zdravlje ugroženo. To samo znači da oko nas postoje izvori zračenja koje ne opažamo svojim osjetilima.

Učinak ovisi o vrsti i jakosti EM zračenja odnosno valova EM polja

Pri mjerenju zračenja za koja nemamo osjetila posebno je važno znati što i koliko smo izmjerili i znati obrazložiti – interpretirati rezultat (npr. u usporedbi s drugim sličnim vrijednostima zračenja kojim smo izloženi u drugim prostorima ili okolnostima).

Posebno je važno biti svjestan činjenice da učinci zračenja na ljude i živa bića ovise o vrsti i jakosti zračenja te trajanju izlaganja, a ne o tome dolazi li zračenje iz umjetnih ili prirodnih izvora.

3

ZRAČENJE I MOBILNE KOMUNIKACIJE

Napredni telekomunikacijski uređaji, kao što su mobilni telefoni i bazne stanice, važan su dio našeg svakodnevnog komuniciranja. To su izvori visokofrekvencijskog neionizirajućeg EM zračenja.

Glavni su dijelovi mreže mobilne telefonije mobilni telefon, bazna stanica i središnji dio mreže, čije su zadaće proslijeđivanje poziva, prijenos podataka, osiguravanje sigurnosti i naplaćivanje usluga. **Izvori su visokofrekvencijskog EM zračenja mobilni telefon i bazna stanica**, preko koje se uspostavlja veza mobilnog telefona s mrežom. Kako bi se osigurala dobra kvaliteta mobilnih usluga, potrebno je imati dovoljan broj instaliranih baznih stanica.

Mobilni su telefoni radijski odašiljači male snage

Izlazna snaga mobilnog telefona iznosi **1 do 2 W (vata)**. To je **500 do 1.000 puta manje od snage mikrovalne pećnice** i **10 do 20 puta više od Wi-Fi uređaja**.

Kada zračenje naiđe na prepreku...

Zračenja mobilnih telefona i baznih stanica **nailaskom na prepreku** (npr. zgradu, brdo ili ljudsko tijelo) slabe i predaju joj energiju. To nazivamo **apsorpcijom**. Kada zračenje naiđe na prepreku, dio se odbije, a dio apsorbira. Energija zračenja koju tvar apsorbira oslobađa se u obliku topline i uzrokuje zagrijavanje tvari.

Bazna stanica i zračenje: »učinak svjetionika«

Bazna stanica mobilne telefonije sadrži **više antena**, koje emitiraju i primaju visokofrekvencijska EM zračenja.

Antene su usmjerene u različite smjerove i pokrivaju različita područja, a **visokofrekvencijska EM zračenja emitiraju u snopu** slično svjetioniku. Stoga kod zračenja baznih stanica govorimo o »učinku svjetionika«, što znači da zračenja u »sjeni« ispod antene nema. Visokofrekvencijska EM zračenja šire se, zbog skoro vodoravnog pokrivanja od baznih stanica, **s blagim nagibom nadolje, pa neposredno ispod antene nisu jaka**.



MOBILNI TELEFONI IZVOR SU VISOKOFREKVENCIJSKOG EM ZRAČENJA

Mobilni telefoni odašilju i primaju **visokofrekvencijsko EM zračenje u mikrovalnom području**. Tijekom uporabe većinom neposredno dodiruju uho ili glavu. **Izlaznu snagu mobilnog telefona** obično određuje **njegova udaljenost od bazne stanice**: što je ta udaljenost veća, odnosno, što se brže prenose podaci (u slučaju prijenosa podataka), potrebna je veća izlazna snaga mobilnog telefona za komunikaciju na daljinu.

Četiri koraka za uspostavu mobilne komunikacije

- 1 Uključen mobilni telefon povezuje se** odašiljanjem visokofrekvencijskog EM zračenja s **antenom bazne stanice** najjačim signalom. Nakon pritiska tipke za pozivanje **antena prima signale** našeg mobilnog telefona (koji odašilje te signale).
- Signale kabelskom vezom **prosljeđuje jedinici za prosljeđivanja poziva**.
- Ta jedinica **prosljeđuje poziv baznoj stanici**, koja je zadnja registrirala (prijemni) mobilni telefon.
- Od te bazne stanice **signal putuje do prijemnog mobilnog telefona, opet bežično**. Na taj se način uspostavi **veza između dva mobilna telefona**, što njihovim korisnicima omogućuje razgovor.

Domet antena u gradovima i izvan njih

Odaslano i primljeno mikrovalno EM zračenje prenosi govor ili podatke. To EM zračenje nazivamo signalom, koji je potreban za rad mobilnih telefona. S obzirom na to da se jakost zračenja brzo smanjuje s udaljenošću od antene, svaka **bazna stanica može pokrivati samo određeno lokalno ograničeno područje**. Ta područja nazivamo ćelijama.

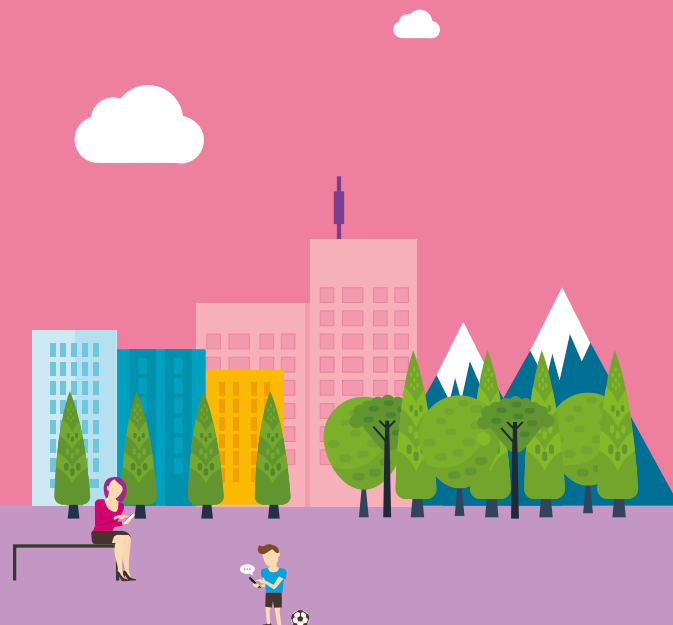
Domet je odašiljanja antena u gradovima samo nekoliko stotina metara, a izvan njih često iznosi i više kilometara (snaga odašiljanja baznih stanica u gradskim središtima nije tako velika kao izvan gradova). Takvo je područje u gradovima manje jer je širenje **EM zračenja osim udaljenošću ograničeno i brojnim preprekama, osobito zgradama**.

Mobilni telefoni pri prijenosu govora i podataka emitiraju EM zračenje. Dio tog zračenja apsorbira se i u ljudskom tijelu.

Zbog sve većeg broja novih informacijsko-komunikacijskih usluga naprave za mobilnu komunikaciju koristimo sve češće i dulje, a osim toga na globalnoj razini raste broj korisnika mobilne telefonije. Zbog povećane uporabe mreže mobilne telefonije potrebno je stalno postavljati nove bazne stanice. Time se povećava i naše izlaganje visokofrekvencijskom EM zračenju.

Među korisnicima mobilnih telefona često se javlja pogrešno razumijevanje načina kako smanjiti svoje izlaganje zračenju zbog uporabe mobilnih telefona.

Pogrešno je uvjerenje da je zračenje baznih stanica opasnije od zračenja mobilnih telefona i da je u pogledu izlaganja zračenju sigurnija uporaba mobilnih telefona na većoj udaljenosti od bazne stanice.



kvaliteta signala	SAR
NEMA SIGNALA	NEMA ZRAČENJA
SLAB SIGNAL	DO 1,4 W/kg
OSREDNJI SIGNAL	DO 1 W/kg
DOBAR SIGNAL	DO 0,1 W/kg

ŠTO JE SLABIJI SIGNAL, JAČE JE ZRAČENJE

Kvaliteta signala mobilne telefonije uglavnom je slabija na brdovitom terenu, u velikim i visokim zgradama, koje, primjerice, imaju betonske ili metalne zidove i termoizolacijska stakla, u tunelima i na područjima koja su gusto prekrivena šumom.

Na takvim lokacijama **mobilni telefon mora raditi većom (punom) snagom odašiljanja da uspostavi dobru vezu s baznom stanicom.**

SAR – što je to?

Pri uporabi mobilnog telefona, oko naše glave, uha i ruke nastaje područje zračenja. SAR označava **specifičnu apsorbiranu snagu**, odnosno **količinu energije koju naše tijelo primi tijekom izlaganja zračenju u određenom vremenu**. SAR se mjeri u vatima po kilogramu tjelesne mase. Na taj način moguće je proučavati termičke biološke učinke visokofrekvencijskih zračenja.

Kada je zračenje mobilnog telefona najveće?

Mobilni telefon (vrijedi za GSM) **radi najvećom snagom odašiljanja kada uspostavlja vezu**, i to prvih pet sekunda nakon što pritisnemo tipku za poziv. Nakon toga, ako se nalazimo blizu bazne stanice, snaga pada čak samo na tisućinu početne vrijednosti. Ako želimo smanjiti izlaganje zračenju, mobilni telefon držimo na određenoj udaljenosti od glave, a uhu ga približimo tek kad je veza uspostavljena.

Vrijednosti SAR-a vrlo su različite

Vrijednosti SAR-a mobilnih telefona prilično su različite i mogu kod nekih telefona biti i **do deset puta** veće. Granična vrijednost SAR-a koja vrijedi u Europi iznosi **2 W/kg**. To znači da **svi mobilni telefoni** na europskom tržištu moraju **ispunjavati tu graničnu vrijednost**. Međutim, treba imati u vidu da je tijekom telefoniranja stvarna vrijednost SAR-a gotovo uvijek dosta manja od vrijednosti SAR-a navedene za pojedini mobilni telefon (naime, navedena je vrijednost SAR-a koju telefon odašilje najvećom mogućom snagom).

Mobilni telefoni i zdravlje

Znanstvenici nemaju dovoljno **znanstvenih objašnjenja i dokaza prikupljenih istraživanjima** o tome kako bi visokofrekvencijsko EM zračenje mobilnih telefona moglo utjecati na zdravlje, npr. na pojavljivanje oboljenja od raka. **Energija zračenja koje odašilju mobilni telefoni, naime, premala je da bi razbila kemijske veze među molekulama i oštetila DNK**, što je uobičajen mehanizam nastanka raka. Zračenje mobilnih telefona ubraja se u neionizirajuća zračenja. Osim toga EM zračenja u tijelu nestanu odmah nakon isključenja izvora zračenja.

»Nazvat ću te kasnije iz auta... Da se barem malo zaštitim od zračenja mobilnog telefona i bazne stanice, blizu koje stojim.«

MIT



ČINJENICA

Što smo bliže baznoj stanici, mobilni telefon treba manje snage odašiljanja za uspostavu i održavanje veze. Dakle, tijekom takvog razgovora primamo manje zračenja nego kada govorimo telefonom uz uho na lokaciji sa slabim signalom (npr. daleko od bazne stanice, u betonskoj zgradi i slično).



Internetska stranica na kojoj možete provjeriti SAR svog telefona:
<http://www.sartick.com/my-phones-sar.cfm>



4 ZRAČENJE DALEKOVODA

Dalekovodima se električna energija prenosi od elektrana u naše domove, tvornice, škole, bolnice i druge ustanove. Dalekovodi i ostali elementi elektroenergetske mreže izvor su niskofrekvencijskih električnih i magnetskih polja koja se šire okolicom.

Električna energija putuje od elektrane do našeg doma najprije (**visokonaponskom**) **prijenosnom**, a zatim (**srednjo- i niskonaponskom**) **razdjelnom (distribucijskom) mrežom**. Glavni su elementi elektroenergetske mreže (**nadzemni**) **dalekovodi**, (**podzemni**) **kabelski vodovi** te **visokonaponske transformatorske stanice** i razdjelne transformatorske stanice. Mreža za prijenos i razdiobu električne energije jest velika jer se svi električni vodovi moraju instalirati u svaku zgradu u kojoj želimo koristiti električnu energiju.

Električno i magnetsko polje

Dalekovodi, koji se nalaze po cijeloj Hrvatskoj, pouzdano i neprekidno električnom energijom opskrbljuju naša domaćinstva, tvornice, škole, bolnice, urede i ostale potrošače. Kada je dalekovod pod **naponom**, u njegovoj se okolini uspostavi **električno polje koje uzrokuje raspored električnog naboja na vodičima**. Kada dalekovodom protječe **električna struja**, zbog gibanja naboja uspostavlja se oko vodiča dalekovoda **magnetsko polje**.



Električna polja vrlo niskih frekvencija prisutna su kod dalekovoda oko dijelova pod naponom, dok je magnetsko polje vrlo niskih frekvencija prisutno tek kad dalekovodom protječe struja.



Zemljino magnetsko polje

Magnetska polja, koja nastaju kao posljedica prijenosa električne energije do naših domova, na primjerenoj udaljenosti imaju **najmanje nekoliko puta manju gustoću magnetskog toka od prirodnog Zemljina magnetskog polja**.

Zemljino je magnetsko polje statično, dok se polje uređaja i trošila u električnoj mreži mijenja s frekvencijom od 50 Hz.

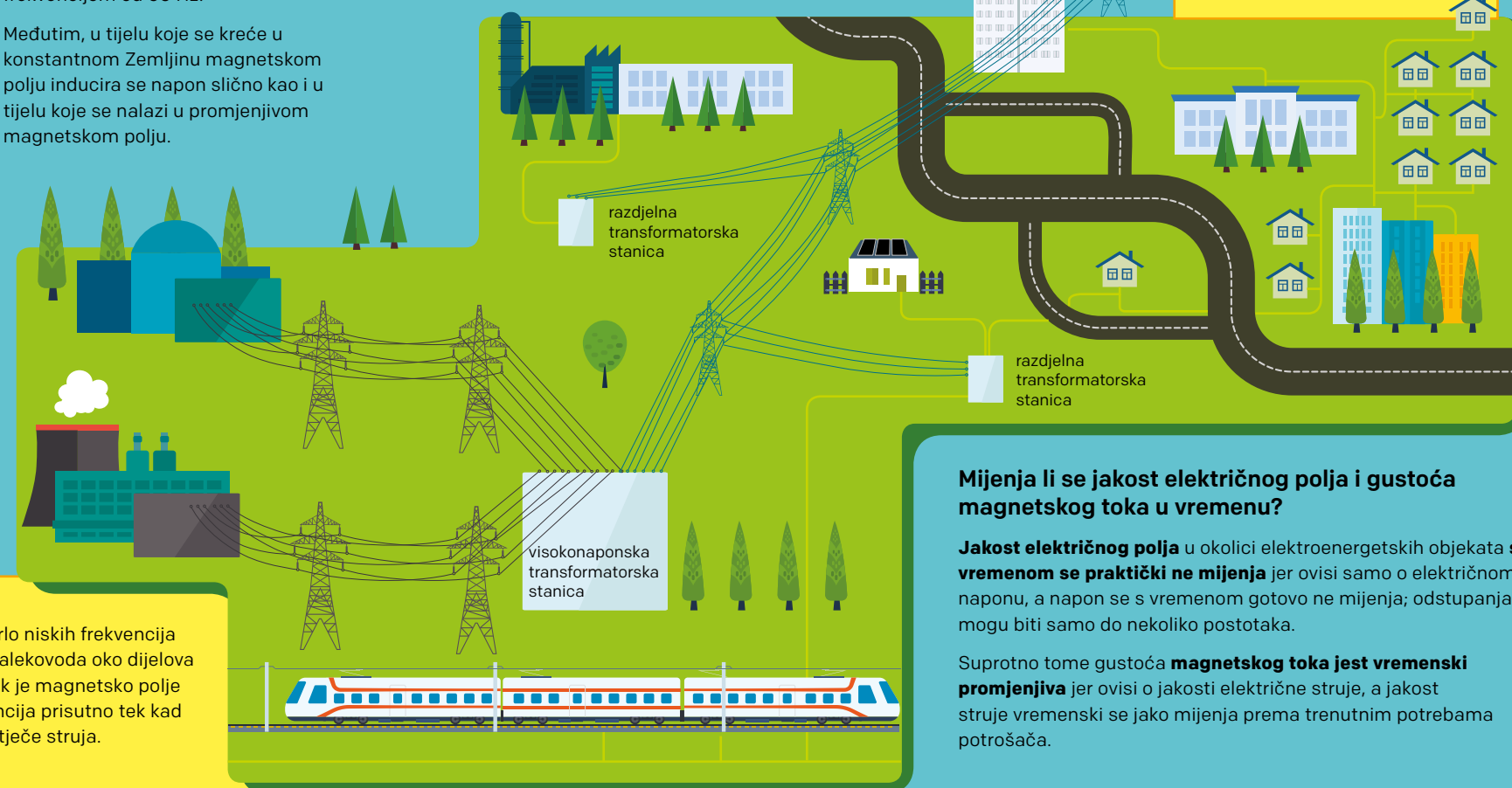
Međutim, u tijelu koje se kreće u konstantnom Zemljino magnetskom polju inducira se napon slično kao i u tijelu koje se nalazi u promjenjivom magnetskom polju.

DALEKOVODI SU IZVOR ELEKTRIČNIH I MAGNETSKIH POLJA

Dijelovi elektroenergetske mreže izvori su **elektromagnetskog zračenja** mrežne frekvencije (50 Hz) kada su pod naponom i njima protječe električna struja. Riječ je o neionizirajućem elektromagnetskom zračenju **vrlo niskih frekvencija**. Kod tih frekvencija električno i magnetsko polje uglavnom ne razmatramo međuovisno kao elektromagnetsko zračenje, već govorimo odvojeno o niskofrekvencijskom **električnom polju** i niskofrekvencijskom **magnetskom polju**.



Visokonaponske mreže omogućuju prijenos na veće udaljenosti. Preko srednjonaponskih mreža povezuju niskonaponske mreže koje omogućuju potrošnju električne energije u kućanstvima i na radnim mjestima.



Mijenja li se jakost električnog polja i gustoća magnetskog toka u vremenu?

Jakost električnog polja u okolini elektroenergetskih objekata **s vremenom se praktički ne mijenja** jer ovisi samo o električnom naponu, a napon se s vremenom gotovo ne mijenja; odstupanja mogu biti samo do nekoliko postotaka.

Suprotno tome gustoća **magnetskog toka jest vremenski promjenjiva** jer ovisi o jakosti električne struje, a jakost struje vremenski se jako mijenja prema trenutnim potrebama potrošača.

Dalekovodi su izvor niskofrekvencijskih električnih i magnetskih polja. Međutim, jakost električnog polja i gustoća magnetskog toka vrlo brzo opadaju s udaljenošću od dalekovoda.

Izmjerene su vrijednosti električnih i magnetskih polja dalekovoda u naseljenim područjima s općom populacijom, kao što su javna područja, područja škola, zdravstvenih ustanova i slično, ispod strogih graničnih vrijednosti utvrđenih propisima. U javnim su područjima ta opterećenja i manja od vrijednosti polja iz prirodnih izvora. Koliko su manja, ovisi osobito o našoj udaljenosti od dalekovoda.

Često se kod ljudi koji žive u blizini postojećih ili planiranih dalekovoda javlja strah od štetnog utjecaja dalekovoda na njihovo zdravlje, premda su od njih primjereno udaljeni.

Iako nema znanstvenih dokaza, ti ljudi smatraju da dalekovodi, i u javnim područjima koja su primjereno udaljena od dalekovoda, uzrokuju prevelika električna i magnetska polja kojima ne bi bili izloženi da ne žive u blizini dalekovoda.

Granične vrijednosti su stroge...

Granične vrijednosti električnog i magnetskog polja određene su da se izbjegne bilo kakav rizik za zdravlje stanovništva zbog izlaganja tim poljima.

Određene su vrlo strogo – prilično strože od onih za koje su na osnovi znanstvenih istraživanja ustanovljeni štetni utjecaji. Svjetska zdravstvena organizacija zato naglašava da izlaganje zračenju koje je manje od vrijednosti međunarodnih smjernica ICNIRP-a ne uzrokuje poznate negativne utjecaje na zdravlje.

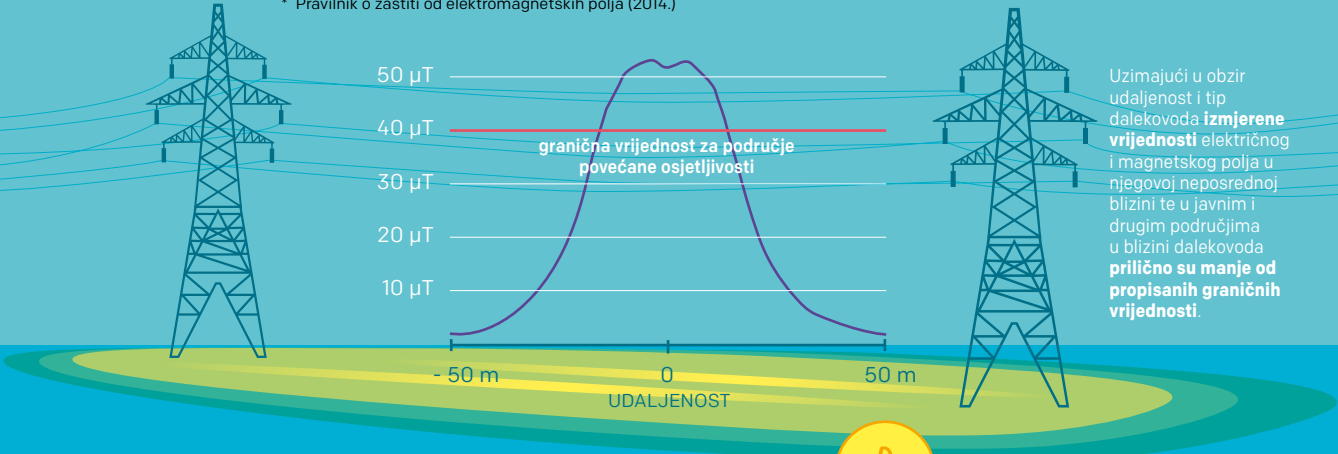
... a u Hrvatskoj još strože

U Hrvatskoj su granične vrijednosti utvrđene Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskih polja. Za nove izvore zračenja u osjetljivijim javnim područjima postavljaju se još strože granične vrijednosti uz dodatan višestruki faktor sigurnosti u skladu sa smjernicama ICNIRP-a.

GRANIČNE VRIJEDNOSTI ELEKTRIČNIH I MAGNETSKIH POLJA DALEKOVODA

GRANIČNE VRIJEDNOSTI	JAKOST ELEKTRIČNOG POLJA	GUSTOĆA MAGNETSKOG TOKA
hrvatski pravilnik* za područja profesionalnih izloženosti – 8 h	10.000 v/m	1.000 µT
hrvatski pravilnik* za javna područja (u kojem boravi stanovništvo)	5.000 v/m	100 µT
hrvatski pravilnik* za javna područja povećane osjetljivosti – područja stambenih zona, škola, vrtića, bolnica, smještajnih turističkih objekata, dječjih igrališta)	2.000 v/m	40 µT
preporuke EU (1999)	5.000 v/m	100 µT
smjernica ICNIRP-a (2010)	5.000 v/m	200 µT

* Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (2014.)



Uzimajući u obzir udaljenost i tip dalekovoda izmjerene vrijednosti električnog i magnetskog polja u njegovoj neposrednoj blizini te u javnim i drugim područjima u blizini dalekovoda prilično su manje od propisanih graničnih vrijednosti.

MIT

»Dalekovodi su opasni jer stvaraju jaka umjetna polja koja se šire daleko u okolicu, a naše tijelo nije naviknuto na njih.«



Gdje dalekovod najviše zrači?

Vrijednosti električnog i magnetskog polja opadaju s udaljenošću od vodova. Najvećim vrijednostima izloženi smo neposredno ispod dalekovoda gdje su vodiči najniže, potom te vrijednosti brzo opadaju na obje strane od osi električnog vodiča.

Naša su tijela prirodno »električna«

U našem je tijelu prirodno neprestano prisutno električno polje kao posljedica rada nekih organa, npr. našeg srca, mozga, živaca i mišića. To električno polje ima veću jakost od onoga koje nastaje kao posljedica djelovanja dalekovoda, a izloženi smo mu u javnom području na primjerenoj udaljenosti.

Osim toga ljudsko tijelo dobro provodi električnu struju (ljudi su električni vodiči), zbog čega vanjska električna polja teško prodiru u naše tijelo.

TIPIČNE GUSTOĆE MAGNETSKOG TOKA OKO NAS:

- 0,2 µT električna struja u električnim instalacijama našeg doma
- 2 µT djelovanje dalekovoda na udaljenosti od 40 metara
- 20 - 60 µT gustoća Zemljina statičnog magnetskog polja



ČINJENICA

Električno i magnetsko polje koja nastaju kao posljedica pogona dalekovoda, a u kojima se u primjereno udaljenom javnom području nalazi čovjek, slabija su (jakost električnog polja i gustoća magnetskog toka) od polja iz drugih izvora kojima smo svakodnevno izloženi, primjerice, prirodnom Zemljino magnetskom polju. Naravno, Zemljino je magnetsko polje statično, dok su polja ispod dalekovoda izmjenična.

5

ZRAČENJE I
NUKLEARNE
ELEKTRANE

Zračenje je prisutno oko svake elektrane (npr. hidroelektrane, termoelektrane na ugljen, plinske, sunčeve, vjetroelektrane i nuklearne elektrane). Posebnost nuklearne elektrane ogleda se u činjenici da je sa zračenjem usko povezan i proces proizvodnje električne energije.

U nuklearnoj je elektrani sa zračenjem povezan proces u **nuklearnom reaktoru** u kojem zbog cijepanja atomskih jezgara i posljedično zračenja **nastaje toplina**. Nuklearni reaktor vrlo je snažan izvor ionizirajućeg zračenja.

Nuklearna elektrana i zračenje

Nuklearni reaktor izvor je ionizirajućeg zračenja, koje je posljedica cijepanja jezgara i nestabilnosti tako nastalih radioaktivnih atoma. Ti atomi emitiraju višak energije i s vremenom postaju stabilniji.

Zbog zračenja neutrona unutar nuklearnog reaktora elementi primarnog rashladnog kruga postaju radioaktivni. I **rashladna voda u primarnom krugu** sadrži radioaktivne produkte. Ozračeno nuklearno gorivo, dijelovi reaktorske jezgre i elementi primarnog rashladnog kruga izvori su radioaktivnog **zračenja**, i to **alfa-, beta- i gama-zraka te neutronske zračenja**.

Gama-zračenje jest elektromagnetsko zračenje **vrlo visokih frekvencija i energija**. Priroda gama-zraka slična je rendgenskom zračenju, ali ima još višu frekvenciju i energiju.

Beta- i alfa-zračenje **zračenja** su **čestica visokih energija**. Beta-zračenje su brzi **elektroni**, dok su

Kako radi nuklearna elektrana?

U nuklearnoj elektrani nuklearna energija oslobođena cijepanjem jezgara atoma u **nuklearnom reaktoru** pretvara se u toplinu. Ta toplina zagrijava vodu u **primarnom krugu** nuklearne elektrane. Primarna voda u **parogeneratoru** preko njegove unutarnje stijenke predaje toplinu **sekundarnom krugu**. Zbog nižeg tlaka voda sekundarnog kruga pretvara se u vodenu paru. Primarna i sekundarna voda ne miješaju se jer su fizički odvojene. Među njima se prenosi samo toplina, koja je potrebna za proizvodnju pare. Para pokreće **turbinu**, koja iz topline (pare) proizvodi mehaničku energiju (rotaciju). Tu energiju **generator** pretvara u električnu energiju. **Tercijarni krug** odvodi otpadnu toplinu iz kondenzatora u rijeku ili posredstvom rashladnog tornja u zrak. Na taj se način iz nuklearne energije proizvodi električna energija.



NUKLEARNI REAKTOR IZVOR JE IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA

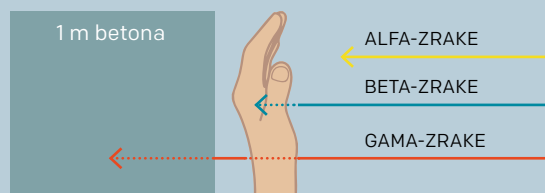
1 PRIMARNI KRUG

U nuklearnoj elektrani izvor su ionizirajućeg zračenja nuklearni reaktor i drugi elementi primarnog kruga.

2 SEKUNDARNI KRUG

3 TERCIJARNI KRUG

Ostali dijelovi nuklearne elektrane (sekundarni i tercijarni krug) nisu izvori ionizirajućeg zračenja.



alfa-zračenje helijeve jezgre koje emitiraju radioaktivni atomi pri svom raspadu i time prenose energiju u prostor.

Među zračenja čestica spadaju i vrlo prodorna neutronska i neutrina zračenja.

Zaštita od zračenja

Zbog posebnosti procesa proizvodnje električne energije iz nuklearne energije u nuklearnoj elektrani iznimno je važno područje **zaštite ljudi i okoliša od negativnih učinaka ionizirajućeg zračenja**.

Postupci zaštite od zračenja temelje se na izbjegavanju izlaganja odnosno povećanju udaljenosti od izvora zračenja te skraćivanju vremena izlaganja i uporabi zaštitnih sredstava.

Osim toga zadaća zaštite od zračenja jest i **nadzor izlaganja radnika** ionizirajućem zračenju, **sprječavanje širenja izvora zračenja te izvođenje mjerenja**:

- u radnom okruženju
- koncentracija radioaktivnosti u ispuštima u atmosferu i vodu (tzv. mjerenja efluenta) te
- u okolini nuklearne elektrane.

U svakodnevnom smo životu izloženi različitim prirodnim i umjetnim izvorima ionizirajućeg zračenja. Prosječnoj godišnjoj dozi zračenja svakog stanovnika Zemlje najviše pridonose prirodni izvori, između ostaloga radon, te primjena zračenja u medicini.

Unatoč poznatim i jasnim podacima o dozama zračenja iz prirodnih i umjetnih izvora te o odnosima među njima u javnosti se često pojavljuju znanstveno neutemeljene percepcije rizika u vezi s pojedinim izvorima zračenja. To može voditi u neosnovan strah od određenih vrsta zračenja odnosno tehnologija koje su izvor tih zračenja. Takva je i nuklearna energija odnosno nuklearne tehnologije.

Pojedini ljudi vjeruju odnosno boje se da stanovnici koji žive u blizini nuklearnih elektrana u pogonu primaju prilično veću dozu zračenja od ostalog stanovništva te da su zato izloženiji zdravstvenim rizicima.



»Već dvadeset godina radi u nuklearnoj elektrani. Primio je goleme doze zračenja.«

ČINJENICA

Pogon nuklearnih elektrana u svijetu prati savjesno izvođenje radiološkog nadzora i medicinskih istraživanja, a nakon više od pola stoljeća djelovanja nuklearnih elektrana nema znanstvenih dokaza o povezanosti normalnog pogona nuklearnih elektrana (uključivo sa zbrinjavanjem radioaktivnog otpada) i negativnih učinaka na zdravlje stanovništva u okolici elektrane ili zaposlenih.

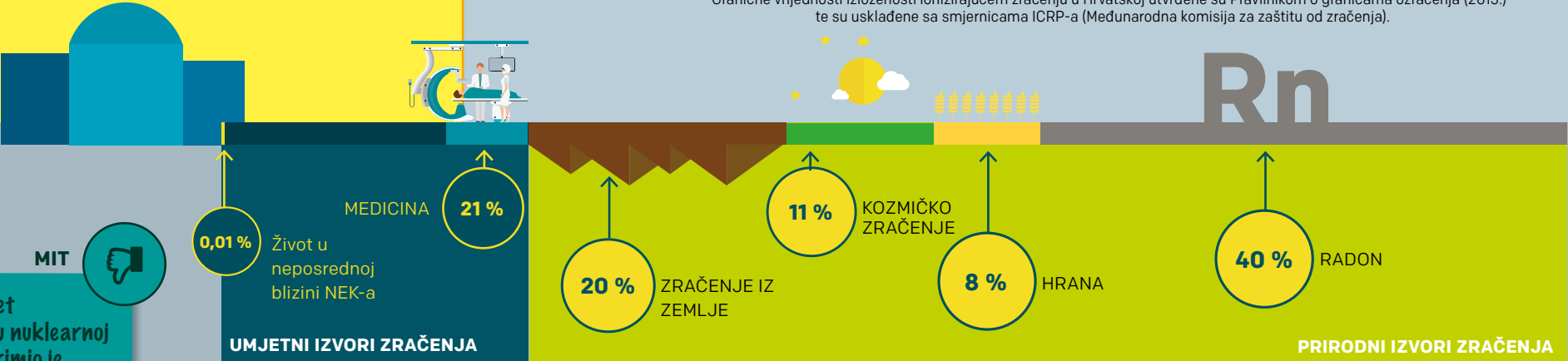
Radnik u NEK-u izložen zračenju tijekom njenog normalnog pogona i održavanja primi prosječnu godišnju dozu od 0,65 mSv. Prosječna godišnja doza koju prime piloti iznosi 1,45 mSv, a prosječna godišnja doza turističkih vodiča u kraškim jamama u susjednoj Sloveniji 5,1 mSv/god.

Stanovnici koji bi živjeli tik do ograde nuklearne elektrane ili drugih nuklearnih objekata, kao što su, primjerice, skladišta ili odlagališta radioaktivnog otpada, iz tih bi izvora dodatno primili manje od 0,01 % godišnje doze prirodne pozadine/zračenja.

(Izvor: Nadzor radioaktivnosti u okolici Nuklearne elektrane Krško, izvješće za 2015. godinu)

To jest približno:

- **5 puta manje** od doze primljene, primjerice, **pri rendgenskom panoramskom snimanju zuba** (0,005 mSv)
- **40 puta manje** od doze primljene tijekom **leta iz Europe u SAD i natrag** (0,04 mSv)
- **doza jednaka** onoj koju primimo ako **pojedoemo deset banana** (0,001 mSv)
- **deset tisuća puta manje** od doze koju primimo u **jednoj godini zbog zračenja iz prirodnog okoliša**.



VEĆI DIO IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA PRIMAMO IZ PRIRODNIH IZVORA

Veći dio (više od tri četvrtine) ionizirajućeg zračenja kojem smo izloženi u svakodnevnom životu dolazi iz prirodnih izvora, a drugi dio iz umjetnih izvora, koje je stvorio čovjek. Među njima najviše zračenja dolazi iz medicinskih izvora (radiološka dijagnostika i terapijika).

GRANIČNA VRIJEDNOST	EFEKTIVNA DOZA
hrvatski pravilnik* za pojedince	1 mSv/god <i>(iznimno je dozvoljena viša doza do 5 mSv u jednoj godini, ali prosjek u razdoblju od pet uzastopnih godina ne smije prelaziti 1 mSv/god)</i>
hrvatski pravilnik* za izložene radnike	50 mSv/god <i>100 mSv prosječno u razdoblju od pet uzastopnih godina, ali ne više od 50 mSv u jednoj godini</i>
smjernice ICRP-a (2007) za pojedince	1 mSv/god <i>(iznimno je dozvoljena viša doza, ali prosjek u razdoblju od pet godina ne smije prelaziti 1 mSv/god)</i>
smjernice ICRP-a (2007) za izložene radnike	20 mSv <i>prosječno u razdoblju od pet godina, ali ne više od 50 mSv u jednoj godini</i>

* Granične vrijednosti izloženosti ionizirajućem zračenju u Hrvatskoj utvrđene su Pravilnikom o granicama ozračenja (2013.) te su usklađene sa smjernicama ICRP-a (Međunarodna komisija za zaštitu od zračenja).

Doprinos svih nuklearnih djelatnosti: bitno manje od 1 % cjelokupne doze

Premda se u nuklearnim elektranama proizvodi značajan udio električne energije (oko 11 % na svjetskoj razini), opterećenja zračenjima koja imaju izvor u nuklearnim elektranama minimalna su i vrlo strogo regulirana. S obzirom na dozu zračenja koju primimo taj je izvor zapravo neznatan.

Ionizirajuća zračenja koja proizlaze iz cjelokupnog nuklearnog gorivnog ciklusa (iskop rude uranija,

priprema nuklearnog goriva, proizvodnja električne energije, zbrinjavanje radioaktivnog otpada, prerada istrošenog goriva itd.) i profesionalnog izlaganja ionizirajućem zračenju (kod različitih zanimanja u energetici, medicini, istraživanjima i industriji), nuklearnih istraživanja i svih dosadašnjih nuklearnih nesreća pridonose ukupnoj prosječnoj godišnjoj izloženosti manje od 1 % cjelokupne doze koju primi stanovnik Hrvatske.

6 ZRAČENJE U MEDICINI

U medicini se različite vrste zračenja koriste upotrebljavaju u dijagnostičke i terapijske svrhe, dakle, za dijagnosticiranje, praćenje i liječenje bolesti.

Koriste se **neionizirajuća i ionizirajuća EM zračenja**, a često i ultrazvuk, kojim vidimo unutrašnjost mekih tkiva. Ultrazvuk se temelji na zvučnom, dakle **mehaničkom, a ne elektromagnetskom zračenju**.

Rendgensko snimanje

Jedan je od najčešćih postupaka primjene zračenja u medicini **rendgensko snimanje**. Pri tom se snimanju koriste rendgenske zrake. To je **elektromagnetsko zračenje visoke energije**, koje spada u ionizirajući dio EM spektra. **Rendgenske zrake** stvaraju se u takozvanoj **rendgenskoj cijevi**, koja ne sadrži radioaktivne tvari. Tu cijev napaja električna struja, zbog čega se **zračenje može uključiti i isključiti sklopom**, isto kao i svjetlo.

Rendgensko (RTG) zračenje (rendgenske ili X-zrake) primjenjuje se **osobito u dijagnostičke svrhe** za utvrđivanje oštećenja koštanog sustava i drugih oštećenja te promjena zbog bolesti u unutrašnjosti tijela. Snop rendgenskih zraka pri prolasku kroz tijelo odnosno njegova tkiva i organe različito slabi jer u njima pohrani dio svoje energije. Detektor otkriva promjene i prikazuje ih na zaslonu odnosno filmu kao različite nijanse sive boje (od crne do bijele). Naime, različita tkiva mogu jako (koštane i kalcificirane strukture), srednje (mišići, masna tkiva) ili slabo (zrak) oslabjeti, tj. apsorbirati rendgenske zrake.

Nuklearnomedicinska slikovna dijagnostika – scintigrafija

U nuklearnoj medicini kod scintigrafije **zračenje izvire iz pretraživanog organa**. Nuklearna dijagnostička slika u usporedbi s RTG/CT slikom prikazuje oblik i strukturu organa manje detaljno, ali je njena prednost u prikazu funkcionalnosti (rada) organa.

U nuklearnoj medicini radioaktivne tvari koriste se za **dijagnosticiranje i liječenje različitih bolesti**.

Kod te pretrage osoba injekcijom prima u krvnu žilu **radiofarmak** na koji je kemijski vezan radioaktivni izotop.

Za pretrage različitih organa na raspolaganju su različite vrste radiofarmaka, koji **se nakupljaju u organu na kojem se izvodi pretraga** (npr. u kostima, štitnjači, gušterači, plućima, bubrezima, mjehuru, dojci...) odnosno preko njega se izlučuju iz tijela.



UVC zračenje i gama-zračenje primjenjuju se u medicini i za sterilizaciju kirurških instrumenata i nekih lijekova. Dovoljno dugo izlaganje jakim zračenju uništava mikroorganizme, bakterije i viruse.

PRIMJENA IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA U MEDICINI

Ionizirajuće zračenje koristimo u medicini za rendgensko (RTG) i CT snimanje, u ozračivanju (radijacijskoj terapiji) i drugdje u nuklearnoj medicini.

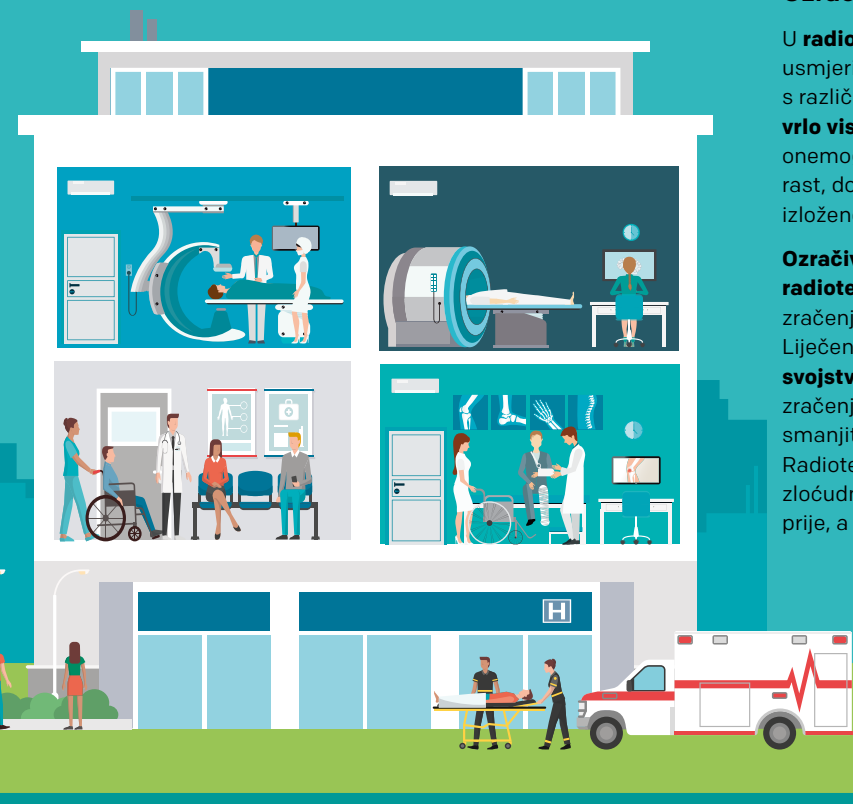
Neionizirajuće zračenje koristimo u:

- magnetskoj rezonanciji
- infracrvenoj (IR) terapiji te
- laserskoj kirurgiji i terapiji (primjena vidljive svjetlosti).

Ozračivanje (radijacijska terapija)

U **radioterapiji** u tumor se precizno usmjeri **uzak snop zraka**, izmjenično s različitih strana. Time **tumor primi vrlo visoku dozu zračenja**, što može onemogućiti ili usporiti njegov daljnji rast, dok je u pravilu zdravo tkivo u okolici izloženo dosta manjim dozama zračenja.

Ozračivanje (radijacijska terapija) ili radioterapija znači primjenu gama-zračenja **za liječenje oboljenja od raka**. Liječenje se temelji na **citotoksičnom svojstvu ionizirajućeg zračenja**: jakim zračenjem mogu se uništiti stanice raka, smanjiti njihova veličina ili ublažiti bol. Radioterapija može zamijeniti operaciju zloćudnog tumora. Ponekad se izvodi prije, a nekad nakon operacije.



CT snimanje

U suvremenoj medicini rendgenski (RTG) uređaji povezani su s računalima – to su uređaji za takozvanu **računalnu tomografiju (CT)**.

CT uređajima (skenerima) liječnici dobivaju trodimenzionalne slike, koje prikazuju oblik i ostale detalje stanja unutarnjih organa. Na taj način mogu locirati i prepoznati tumore, njihovu veličinu te stanje unutarnjih organa.

Dijagnostičkim i terapijskim postupcima u medicini koji se temelje na uporabi zračenja ostvaruju se važni pozitivni učinci na zdravlje, a time i na kvalitetu života. To vrijedi i za postupke u kojima koristimo ionizirajuće zračenje.

Primjenom ionizirajućeg zračenja u medicini dodatnu dozu zračenja prima i bolesnikovo zdravo tkivo, što može utjecati na vjerojatnost pojave neželjenih učinaka. Stoga se ti postupci odvijaju prema precizno razrađenim protokolima. Njihova je svrha da bolesnik primi najmanju moguću dozu zračenja kojom je moguće postići koristan učinak za zdravlje.

Među korisnicima radioloških dijagnostičkih i terapijskih usluga u medicini povezanih sa zračenjem često se javljaju želje ili strahovi koji nisu u skladu sa stajalištima medicinske znanosti.

Postoje pojedinci koji, premda su zdravi, **žele** obaviti dijagnostičke pretrage povezane sa **zračenjem, iako za to nema** medicinske osnove. Pogrešno su uvjereni da će na taj način potvrditi da nemaju rak ili neku drugu bolest.

S druge strane neki bolesnici unatoč liječnikovom mišljenju **ne žele** obaviti dijagnostičke ili terapijske postupke koji uključuju zračenje. Strahuju, naime, od dodatne doze zračenja, koja je prema njihovom mišljenju (pre)velika, ili se neosnovano boje utjecaja zračenja na njihovo zdravlje ili opće stanje.

MIT



»Volio bih izbjeći rendgen zuba jer se bojim da ću zbog velike doze zračenja umjesto zubobolje oboljeti od raka.«



USPOREDBA PRIMLJENIH DOZA ZRAČENJA U MEDICINI S DOZAMA IZ DRUGIH IZVORA:

Dozu primljenu tijekom RTG snimanja pluća možemo usporediti s onom koju primimo tijekom leta avionom ili kada nekoliko dana boravimo u mjestima s povećanim zračenjem iz prirodnih izvora.



Doza primljena tijekom CT pretrage cijelog tijela može biti višestruko veća od godišnje doze zračenja iz prirodne pozadine (naravno, ovisno o tome na kojem dijelu planeta živimo).



MIT



»Doktore, možete li mi obaviti CT pretragu cijelog tijela? Zapravo se sasvim dobro osjećam, no želim pretragom potvrditi da nemam rak.«



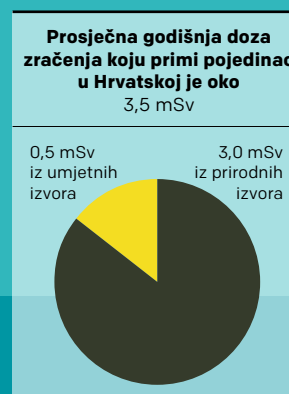
ČINJENICA

Ipak, doze koje primi bolesnik tijekom radioloških dijagnostičkih ili terapijskih medicinskih postupaka nisu zanemarive, pa se ne obavljaju bez potrebe.

ZRAČENJE U MEDICINI: VEĆE KORISTI OD RIZIKA

Liječnik nam propisuje radiološke dijagnostičke i terapijske postupke samo kada su koristi veće od rizika odnosno od moguće štete povezane s tim postupcima. Svakako je zračenje jedna od osnovnih metoda bez koje si ne možemo više zamisliti suvremenu medicinsku dijagnostiku i liječenje.

DOZE ZRAČENJA KOJE PRIMI NAŠE TIJELO (u mSv, milisivertima)



Sigurnosni skener u zračnoj luci
0,0001

Međukontinentalni let avionom (6 sati)
0,02

Pušenje (kutija na dan, godinu dana)
0,36



Astronaut tijekom duljeg boravka na svemirskoj postaji
72

RTG snimanje kostiju ekstremiteta
0,001

RTG zuba
0,005

RTG prsnog koša
0,1

Mamografija
0,4

RTG trbušne šupljine
0,7

CT snimanje glave
2

CT snimanje prsnog koša
7

CT snimanje zdjelice
10

Koliku ćemo dozu zračenja primiti, jako ovisi o vrsti pretrage ili terapije. U većini slučajeva, kada je riječ o manjim zahvatima, doze zračenja u medicini možemo usporediti s dozama koje primamo u svakodnevnom životu, primjerice, zbog prirodne pozadine ili leta avionom.

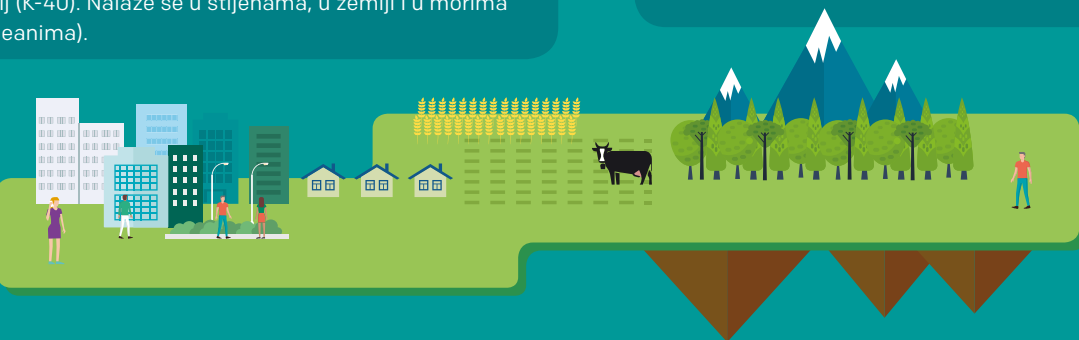
PRIRODNA RADIOAKTIVNOST (ZRAČENJE IZ PRIRODNIH IZVORA) OKO NAS

Oko nas (u zemlji, vodi i atmosferi) oduvijek se nalaze brojni prirodni elementi – radioaktivni izotopi. Udisanjem i prehranom ti elementi ulaze u naše tijelo i ugrađuju se u naše stanice. Koji su to elementi, odakle dolaze i gdje se nalaze? Uglavnom ih možemo podijeliti u tri skupine.

Radioaktivni elementi koji se nalaze na Zemlji još od njenog postanka odnosno postanka našeg Sunčevog sustava imaju vrlo dugo vrijeme poluraspada, pa se još od tada nisu svi raspali. To su prvenstveno uranij (U-238, U-235), torij (Th-232) i kalij (K-40). Nalaze se u stijenama, u zemlji i u morima (oceanima).

Prirodni izotopi koji stalno nastaju kao posljedice nuklearnih reakcija u našoj atmosferi. Naime, gornji sloj naše atmosfere neprestano pogađaju čestice kozmičkog zračenja, koje ulaze u atmosferu s puno energije. U tom procesu sudaraju se s atomima u atmosferi. Pritom nastaju i radioaktivni izotopi (tzv. kozmogeni radioaktivni izotopi). To su ugljik (C-14), tricij (H-3) i berilij (Be-7), a nalaze se uglavnom u zraku i vodi.

Radioaktivni su potomci izotopa uranija (U) i torija (Th), dakle, radioaktivni elementi iz dva niza radioaktivnih pretvorbi – uranijevog ili torijevog. Među njih ubrajamo radij (Ra) i polonij (Po). Nalazimo ih u blizini stijena gdje se nalaze i uranij i torij. Budući da je među njima i plemeniti plin radon (Rn), ima ih i u atmosferi i na česticama prašine oko nas.



Aktivnosti pojedinih prirodnih radioaktivnih izotopa različiti su u različitim tvarima. Mjerimo ih u bekerelima (Bq).



odrasla osoba
(prosječno 70 kg)
7.000 Bq



1 kg opeke
800 Bq

Sadržaj:

prof. dr. Marko Marhl
Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta

doc. dr. Tomaž Žagar
GEN energija d. o. o.

doc. dr. Vladimir Grubelnik
Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

mr. Mojca Drevenšek
Consensus Komunikacije za odgovorno družbo

Uredili:
Mojca Drevenšek i Tomaž Žagar

Stručni pregled cjelovitog sadržaja:
dr. Igor Vuković
NEK, d. o. o., i Hrvatsko nuklearno društvo i
Renato Filipin
Tehnički muzej Nikola Tesla

Prevela na hrvatski jezik:
Jožica Kuščer-Krieger

Prilagodio hrvatskom jeziku:
dr. Igor Vuković

Za stručni pregled zahvaljujemo suradnicima projekta EN-LITE:

prof. dr. Alenka Gaberščik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta;
za pregled cjeline Zračenje u prirodi

doc. dr. Peter Kitak
Univerza v Mariboru, FERi, Inštitut za močnostno elektrotehniko; za pregled cjeline Zračenje kućanskih električnih aparata

mr. Andrej Štern
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za telekomunikacije; za pregled cjeline Zračenje i mobilne komunikacije

mr. Aleš Kregar in Minče Mandelj
ELES, d. o. o.; za pregled cjeline Zračenje dalekovoda

Matjaž Žvar
NEK, d. o. o.; za pregled cjeline Zračenje i nuklearne elektrane

doc. dr. Marko Jevšek, spec. radiolog
UKC Maribor i Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta;
za pregled cjeline Zračenje u medicini

Oblikovanje: KOFEIN dizajn
Naklada: 2.500
Tisak: Schwarz Print, d. o. o.

Nakladnik: EN-LITE, Društvo
za spodbijanje energetske
pismenosti

Mozirje, prosinac 2017.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

537.531
539.1
551.521

ENERGIJA, zračenje, život : činjenice i mitovi o zračenju u svakodnevnom životu / [uredili Mojca Drevenšek i Tomaž Žagar ; prevela na hrvatski jezik Jožica Kuščer-Krieger]. - Mozirje : EN-LITE, Društvo za spodbijanje energetske pismenosti, 2017

ISBN 978-961-94213-1-4

1. Drevenšek, Mojca
293090816



Spektar prikazuje ELEKTROMAGNETSKO ZRAČENJE, u njemu nisu obuhvaćeni MEHANIČKI VALOVI i ZRAČENJE ČESTICA.

SPEKTAR ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA

Postoje **različite vrste elektromagnetskog zračenja** koje se razlikuju po **frekvenciji** ili **valnoj duljini**. Elektromagnetska zračenja obuhvaćaju širok raspon frekvencija

- od vrlo niskih, kao što je frekvencija rada elektroenergetskog sustava (50 Hz, što je 50 titraja u sekundi)
- preko više milijarda milijuna titraja u sekundi (10^{15} Hz i više) kod ultraljubičaste svjetlosti
- do frekvencije preko 10^{21} Hz kod gama-zraka.

Za različite dijelove spektra elektromagnetskog **zračenja**, koji imaju različite frekvencije i valne duljine, koristimo različite nazive. Tako za iznimno niske frekvencije i radijske frekvencije (krajnje lijevi dio spektra) češće koristimo izraz **zračenje**. Srednji dio spektra nazivamo **svjetlošću**, a kod viših frekvencija obično govorimo o **zrakama**.

Vide li odnosno osjećaju li ljudi zračenje?

Većinom ne. Naša osjetila razvijena su samo za vidljivu svjetlost i IR zračenje (toplina), ali ne i za druge vrste EM zračenja. To, naravno, ne znači da zračenja ne utječu na nas, već da **ih najčešće nismo sposobni zamijetiti svojim osjetilima**.

POKRATE IZ SPEKTRA EM ZRAČENJA

ELF	(engl. extremely low frequency) – vrlo niske frekvencije ili vrlo dugi valovi (zračenje frekvencije od 50 Hz, valna duljina u km)
RF	(engl. radio frequency) radijski valovi (zračenje u području MHz, valna duljina u m)
WI-FI	EM zračenja u području mikrovalova koji se koriste za WLAN (wireless LAN) (zračenje u području GHz, valne duljine u cm)
IR	infracrvena svjetlost (valne duljine veće od 700 nm)
Vidljiva svjetlost	svjetlost valnih duljina od 380 do 700 nm
UV	ultraljubičasta svjetlost
UVA	(A na engl. aging, starenje): UV zrake najduljih valnih duljina (315 - 380 nm)
UVB	(B na engl. burning, opekline): UV zrake srednjih valnih duljina (280 - 315 nm)
UVC	(C na engl. cytotoxic, toksičan za stanice): UV zrake najkraćih valnih duljina
RTG	rendgenske zrake ili X-zrake

OSTALE POKRATE

CT	(engl. computed tomography) računalna tomografija
EM	elektromagnetski
HI-FI	uređaj (engl. high fidelity, skraćeno Hi-Fi) – uređaj za visokokvalitetnu reprodukciju ili pojačavanje zvuka
ICNIRP	Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja, više informacija: www.icnirp.org
ICRP	Međunarodna komisija za zaštitu od zračenja, više informacija: www.icrp.org
M	magnetsko
SAR	(engl. specific absorption rate) – specifična apsorbirana snaga; veličina koja pokazuje osobnu izloženost EM zračenju (određena je količinom snage apsorbirane u biološkoj tvari, jedinica je W/kg)

U GRADIVU SE KORISTE SLJEDEĆE JEDINICE I PREFIKSI:

POGLAVLJA	Jedinice i prefiksi	Naziv jedinice	Što jedinica mjeri
2 KUĆANSKI APARATI 4 DALEKOVODI	Hz i kHz (= 10^3 Hz)	herc kiloherc	frekvenciju (broj titraja u sekundi)
	μ T (= 10^{-6} T)	mikrotesla	gustoću magnetskog toka
	V/m	volt po metru	jakost električnog polja
3 MOBILNE KOMUNIKACIJE	W	vat	snagu
	W/kg	vat po kilogramu	specifičnu apsorbiranu snagu (SAR)
5 NUKLEARNE ELEKTRANE 6 MEDICINA	mSv (= 10^{-3} Sv)	milisivert	dozu ionizirajućeg zračenja
PRIRODNA RADIOAKTIVNOST OKO NAS	Bq	bekerele	aktivnost izvora radioaktivnosti, tj. broj raspada u sekundi
	Bq/kg	bekerele po kilogramu	specifičnu aktivnost u radioaktivnoj tvari



🌐 www.en-lite.si

✉ info@en-lite.si

🐦 [@projekt_enlite](https://twitter.com/projekt_enlite)

📘 [projektenlite](https://www.facebook.com/projektenlite)

Partneri i podupiratelji projekta:

