



Europska
komisija

Neobvezujući vodič
o dobroj praksi
za provedbu
Direktive 2013/35/EU

Elektromagnetska polja

Svezak 1. Praktični vodič

Ovu je publikaciju finansijski poduprla Europska unija u sklopu svojega Programa za zapošljavanje i socijalne inovacije - EaSI (2014.-2020.).

Više informacija pronaći ćete na stranici: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Neobvezujući vodič
o dobroj praksi
za provedbu
Direktive 2013/35/EU

Elektromagnetska polja

Svezak 1. Praktični vodič

Europska komisija
Glavna uprava
za zapošljavanje, socijalna pitanja i uključivanje
Odjel B3

Dovršeno u studenome 2014.

Ni Europska komisija ni bilo koja osoba koja djeluje u ime Komisije ne može se smatrati odgovornom za moguću uporabu podataka sadržanih u ovoj publikaciji.

Poveznice navedene u ovoj publikaciji bile su ispravne u trenutku dovršenja teksta.

Fotografija na naslovnici: © corbis

Za uporabu ili umnožavanje fotografija koje nisu obuhvaćene autorskim pravima Europske unije treba tražiti dopuštenje izravno od vlasnika autorskih prava.

Europe Direct usluga je koja vam pomaže pronaći odgovore
na pitanja o Europskoj uniji.

Besplatni broj telefona (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* Informacije su besplatne, kao i većina poziva (premda neki operateri, govorni automati ili hoteli mogu naplaćivati usluge).

Više informacija o Europskoj uniji dostupno je na internetu (<http://europa.eu>).

Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije, 2015.

ISBN 978-92-79-45890-3 (PDF)

doi:10.2767/785581 (PDF)

© Europska unija, 2015.

Umnožavanje je dopušteno uz obvezu navođenja izvora.

SAŽETAK

Pripremljen je praktični vodič da poslodavci, pogotovo mala i srednja poduzeća, razumiju što će morati napraviti da se usklade s Direktivom o elektromagnetskim poljima (2013/35/EU). Unutar Europske unije općeniti uvjeti za osiguranje zdravlja i sigurnosti radnika utvrđeni su u Okvirnoj direktivi (89/391/EEZ). U Direktivi o elektromagnetskim poljima zapravo se pružaju dodatni detalji o tome kako postići ciljeve Okvirne direktive za specifičnu situaciju rada s elektromagnetskim poljima.

Mnoge djelatnosti koje se provode na modernim radnim mjestima dovode do elektromagnetskih polja, uključujući upotrebu električne opreme i mnogo uređaja za komunikaciju kojima se često koristi. No, na većini radnih mjesta razina izloženosti vrlo je niska i neće dovesti do rizika za radnike. Čak i ako se stvaraju snažna polja, ona se brzo smanjuju s udaljenošću, pa ako radnici ne trebaju biti u neposrednoj blizini opreme, neće biti rizika. Također, s obzirom na to da većina polja nastaje zbog električne energije, ona nestaju kad se isključi napajanje.

Rizici za radnike mogu biti i rezultat izravnih utjecaja polja na tijelo i neizravnih učinaka koji su posljedica prisutnosti predmeta u polju. Izravni učinci mogu biti netoplinske ili toplinske prirode. Neki radnici mogu biti izloženi osobitom riziku od elektromagnetskih polja. U te se radnike ubrajaju oni koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode, oni koji nose pasivne medicinske proizvode, oni koji se koriste medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu te trudne radnice.

Kako bi se poslodavcima olakšalo provođenje prve procjene radnog mjesta, ovaj vodič sadržava tablicu čestih situacija na radnome mjestu. Tri stupca predstavljaju situacije koje zahtijevaju posebne procjene za radnike s aktivnim ugrađenim implantatima, druge radnike koji su izloženi specifičnom riziku te za sve radnike. Ta bi tablica trebala pomoći većini poslodavaca da utvrde da nema rizika od elektromagnetskih polja na radnim mjestima.

Čak i za radnike koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode u većini bi slučajeva trebalo biti dovoljno držati se razumnih uputa koje im je dao medicinski tim odgovoran za brigu o njima. Priložen je dodatak koji će pomoći poslodavcima koji moraju procijeniti rizik za radnike koji su izloženi posebnom riziku.

Posljednji stupac u sadržava popis radnih situacija za koje se očekuje da će stvoriti snažna polja i u takvim će se situacijama poslodavci obično morati držati detaljnijeg postupka procjene. Često će polja biti rizik samo za radnike koji su izloženi posebnom riziku, ali u nekim slučajevima može doći do rizika od izravnih ili neizravnih učinaka elektromagnetskog polja za sve radnike. U takvim će slučajevima poslodavac morati razmotriti provođenje dodatnih zaštitnih ili preventivnih mjera.

U praktičnom vodiču pružaju se savjeti o provođenju procjene rizika koja bi trebala biti u skladu s mnogim postupcima procjene rizika kojima se često koristi, uključujući alat OiRA koji pruža Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu.

Tijekom procjene rizika poslodavci će možda ponekad morati usporediti informacije o poljima prisutnima na radnome mjestu s vrijednostima upozorenja i graničnim vrijednostima izloženosti koje su navedene u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Ako su polja na radnome mjestu slaba, takve usporedbe uglavnom neće biti potrebne i vodič umjesto toga savjetuje poslodavcima da se oslone na općenite informacije poput prethodno spomenutih tablica.

Ako je potrebno usporediti vrijednosti s vrijednostima upozorenja ili graničnim vrijednostima izloženosti, poslodavcima se savjetuje da iskoriste informacije proizvođača ili iz baza podataka kako bi izbjegli provođenje vlastitih procjena gdje je to moguće. Za poslodavce koji moraju provoditi vlastite procjene, u vodiču se pružaju savjeti o metodama i upute o specifičnim problemima poput postupanja s nejednakim poljima, zbrajanjem polja različite frekvencije i primjene pristupa ponderiranog vrha.

Ako poslodavci moraju provesti dodatne zaštitne ili preventivne mjere, u vodiču se pružaju dodatni savjeti o mogućnostima koje su dostupne. Važno je naglasiti da ne postoji jedinstveno rješenje za sve rizike od elektromagnetskih polja i poslodavci bi trebali razmotriti sve dostupne mogućnosti da bi mogli izabrati one koje su najprikladnije za njihovu situaciju.

Već je neko vrijeme poznato da uporaba opreme za magnetsku rezonanciju u zdravstvu može uzrokovati izloženost radnika koja premašuje granične vrijednosti izloženosti navedene u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Oprema za magnetsku rezonanciju važna je medicinska tehnologija koja je nužna za dijagnozu i liječenje bolesti. Direktivom o elektromagnetskim poljima stoga se odobrava uvjetno izuzeće od zahtjeva za pridržavanje graničnih vrijednosti izloženosti. U dodatku vodiču pripremljenom u savjetovanju s relevantnim interesnim skupinama poslodavcima se pružaju praktični savjeti o postizanju usklađenosti s uvjetima izuzeća.

Svezak 2. sadržava dvanaest studija slučaja kojima se pokazuje poslodavcima kako pristupiti procjenama i navode se primjeri nekih preventivnih mjera i mjera zaštite koje se mogu odabrati i provesti. Studije slučaja predstavljene su u kontekstu općenitih radnih mjesta, ali su prikupljene u stvarnim radnim situacijama. Mnoge od situacija procijenjenih u studijama slučaja dovode do snažnih polja. U nekim slučajevima rizik je postojao samo za radnike izložene posebnom riziku koje se moglo udaljiti od područja snažnog polja. U drugim slučajevima postojali su potencijalni rizici za sve radnike, ali nije bilo nužno da oni budu prisutni u tom području dok se stvaralo snažno polje.

Osim magnetske rezonancije (spomenute prethodno u tekstu) utvrđene su druge dvije situacije koje bi često mogle dovesti do izloženosti radnika većih od graničnih vrijednosti izloženosti.

Najčešća među njima jest elektrootporno zavarivanje. Postupak se oslanja na veoma snažne struje i često uzrokuje gustoće magnetskog toka koje su blizu ili premašuju vrijednosti upozorenja navedene u Direktivi o elektromagnetskim poljima. U postupcima ručnog zavarivanja operater je nužno blizu izvora polja. Za situacije koje se proučavalo u studijama slučaja i drugdje, niske vrijednosti upozorenja ponekad su bile privremeno premašene. Međutim, u svim slučajevima, ili visoka vrijednost upozorenja nije bila premašena, ili je modeliranje pokazalo da granične vrijednosti nisu bile premašene. Stoga se u većini slučajeva rizicima može upravljati jednostavnim mjerama poput pružanja informacija i osposobljavanja radnicima da bi oni razumjeli rizike i kako svesti izloženost na minimum koristeći se opremom kako je namijenjena. No, moguće je da manji dio operacija ručnog elektrootpornog zavarivanja može prouzročiti izloženosti koje premašuju granične vrijednosti izloženosti koje su navedene u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Predstavnici sektora u kojima se koristi tim tehnologijama vjerojatno će morati zatražiti od vlade svake države članice privremeno izuzeće za stalnu upotrebu ove opreme da se dobije vrijeme za nabavljanje novog alata.

Druga situacija koja uzrokuje visoku izloženost bila je korištenje transkranijalne magnetske stimulacije u medicini. Taj postupak nije toliko čest kao magnetska rezonancija, ali je i dalje važna i često korištena tehnika i u terapiji i u dijagnosticiranju. Tijekom terapije aplikator je obično postavljen iznad glave pacijenta u prikladan držač. Kako terapeut ne mora biti u neposrednoj blizini tijekom rada uređaja, tako bi i ograničavanje izloženosti radnika moralo biti jednostavno. S druge strane, dijagnostičkim pripremanjima trenutno se zahtijeva ručno pomicanje aplikatora i stoga se neizbježno uzrokuju visoke razine izloženosti radnika. Razvojem prikladnog daljinskog upravljanja uređajem smanjila bi se izloženost radnika.

Zaključno, vodič je razvijen i osmišljen modularno da bi se opterećenje za većinu poslodavaca svelo na minimum te bi oni trebali pročitati samo prvi odjeljak. Neki će poslodavci morati u obzir uzeti i radnike koji su izloženi posebnom riziku i ti će poslodavci morati pročitati i drugi odjeljak. Poslodavci sa snažnim poljima morat će čitati sve do trećeg odjeljka, a oni s poljima koja predstavljaju rizik morat će u obzir uzeti i posljednji odjeljak. U cijelome je vodiču naglasak na jednostavnim pristupima, i za procjenu i za preventivne i zaštitne mjere.

SADRŽAJ

ODJELJAK 1. – ZA SVE POSLODAVCE

1.	Uvod i svrha ovog vodiča	12
1.1.	Kako se koristiti ovim vodičem	13
1.2.	Uvod u Direktivu o elektromagnetskim poljima	15
1.3.	Primjena ovog vodiča	15
1.4.	Podudarnost s Direktivom 2013/35/EU	16
1.5.	Nacionalni propisi i izvori za dodatne informacije	17
2.	Učinci na zdravlje i sigurnosni rizici od elektromagnetskih polja	18
2.1.	Izravni učinci	18
2.2.	Dugoročni učinci	18
2.3.	Neizravni učinci	19
3.	Izvori elektromagnetskih polja	20
3.1.	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	21
3.1.1.	Radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD)	22
3.1.2.	Ostali radnici koji su izloženi posebnom riziku	22
3.2.	Zahtjevi za procjenu uobičajenih radnih aktivnosti, opreme i radnih mjesta	23
3.2.1.	Radne aktivnosti, oprema i radna mjesta koja najčešće zahtijevaju specifičnu procjenu	27
3.3.	Radne aktivnosti, oprema i radna mjesta koji nisu navedeni u ovom poglavlju	28

ODJELJAK 2. – ODLUČIVANJE O TOME TREBA LI UČINITI VIŠE

4.	Struktura Direktive o elektromagnetskim poljima	30
4.1.	Članak 3. – Granične vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja	32
4.2.	Članak 4. – Procjena rizika i određivanje izloženosti	32
4.3.	Članak 5. – Odredbe za izbjegavanje ili smanjenje rizika	33
4.4.	Članak 6. – Informiranje i osposobljavanje radnika	33
4.5.	Članak 7. – Savjetovanje i sudjelovanje radnika	33
4.6.	Članak 8. – Zdravstveni nadzor	34
4.7.	Članak 10. – Odstupanja	34
4.8.	Sažetak	34
5.	Procjena rizika u kontekstu direktive o elektromagnetskim poljima	35
5.1.	Platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika (<i>Online Interactive Risk Assessment – OiRA</i>)	36
5.2.	1. korak – Priprema	36
5.3.	2. korak – Identifikacija opasnosti i onih koji su izloženi riziku	37
5.3.1.	Identifikacija opasnosti	37
5.3.2.	Utvrđivanje postojećih zaštitnih i preventivnih mjera	38
5.3.3.	Utvrđivanje osoba koje su izložene riziku	38
5.3.4.	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	38
5.4.	3. korak – Procjena i određivanje prioriteta rizicima	39
5.4.1.	Procjena rizika	39
5.4.1.1.	Izravni učinci	40
5.4.1.2.	Neizravni učinci	40
5.4.1.3.	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	41

5.5.	4. korak – Odlučivanje o preventivnim postupcima	41
5.6.	5. korak – Poduzimanje mjera.....	42
5.7.	Dokumentiranje procjene rizika.....	42
5.8.	Nadzor i revizija procjene rizika	42

ODJELJAK 3. – PROCJENA USKLAĐENOSTI

6.	Uporaba graničnih vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja	44
6.1.	Vrijednosti upozorenja za izravne učinke.....	46
6.1.1.	Vrijednosti upozorenja električnog polja (1 Hz–10 MHz).....	48
6.1.2.	Vrijednosti upozorenja magnetskog polja (1 Hz–10 MHz).....	49
6.1.3.	Vrijednosti upozorenja električnih i magnetskih polja (100 kHz–300 GHz).....	50
6.1.4.	Vrijednosti upozorenja inducirane struje u ekstremitetima (10–110 MHz).....	50
6.2.	Vrijednosti upozorenja za neizravne učinke	50
6.2.1.	Vrijednosti upozorenja statičkoga magnetskog polja.....	50
6.2.2.	Vrijednosti upozorenja dodirne struje (do 110 MHz)	50
6.3.	Granične vrijednosti izloženosti.....	51
6.3.1.	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila i zdravlje.....	51
6.3.2.	Granične vrijednosti izloženosti (0–1 Hz)	52
6.3.3.	Granične vrijednosti izloženosti (1 Hz–10 MHz).....	52
6.3.4.	Granične vrijednosti izloženosti (100 kHz–300 GHz).....	53
6.4.	Odstupanja.....	53
6.4.1.	Odstupanja za magnetsku rezonanciju.....	54
6.4.2.	Vojna odstupanja.....	55
6.4.3.	Općenita odstupanja	55
7.	Uporaba baza podataka i proizvođačevih podataka o emisiji.....	56
7.1.	Uporaba informacija koje navodi proizvođač.....	56
7.1.1.	Temelj za proizvođačevu procjenu	57
7.2.	Baze podataka procjene	58
7.3.	Podaci koje su naveli proizvođači.....	58
7.3.1.	Norme za procjenu.....	58
7.3.2.	Ako ne postoji relevantna norma.....	59
8.	Izračun ili mjerenje izloženosti	61
8.1.	Zahtjevi Direktive o elektromagnetskim poljima.....	61
8.2.	Procjene radnog mjesta.....	61
8.3.	Posebni slučajevi	62
8.4.	Traženje dodatne pomoći.....	62

ODJELJAK 4. – TREBA LI UČINITI NEŠTO VIŠE?

9.	Zaštitne i preventivne mjere.....	66
9.1.	Načela prevencije	66
9.2.	Uklanjanje opasnosti	67
9.3.	Zamjena s manje opasnim procesima ili opremom.....	67
9.4.	Tehničke mjere.....	68
9.4.1.	Oklapanje.....	68
9.4.2.	Ograđivanje	69
9.4.3.	Blokade	70
9.4.4.	Osjetljiva zaštitna oprema.....	71
9.4.5.	Upravljački uređaj za koji su potrebne dvije ruke	71
9.4.6.	Zaustavljanje u nuždi.....	72
9.4.7.	Tehničke mjere radi sprječavanja pražnjenja iskrom.....	72
9.4.8.	Tehničke mjere radi sprječavanja dodirnih struka.....	73

9.5.	Organizacijske mjere.....	73
9.5.1.	Razgraničenje i ograničenje pristupa.....	73
9.5.2.	Sigurnosni znakovi i obavijesti.....	75
9.5.3.	Pisani postupci.....	77
9.5.4.	Informacije o sigurnosti lokacije.....	77
9.5.5.	Nadzor i upravljanje.....	78
9.5.6.	Upute i osposobljavanje.....	78
9.5.7.	Izvedba i izgled radnih mjesta i radnih stanica.....	79
9.5.8.	Usvajanje dobrih radnih praksi.....	80
9.5.9.	Programi preventivnog održavanja.....	82
9.5.10.	Ograničenje kretanja u statičkim magnetskim poljima.....	82
9.5.11.	Koordinacija i suradnja između poslodavaca.....	82
9.6.	Osobna zaštitna oprema.....	83
10.	Pripremljenost za slučaj nužde.....	84
10.1.	Priprema planova.....	84
10.2.	Reakcija na štetne slučajeve.....	84
11.	Rizici, simptomi i zdravstveni nadzor.....	86
11.1.	Rizici i simptomi.....	86
11.1.1.	Statička magnetska polja (0 do 1 Hz) ().....	86
11.1.2.	Magnetska polja niske frekvencije (1 Hz do 10 Hz).....	87
11.1.3.	Električna polja niske frekvencije (1 Hz do 10 MHz).....	87
11.1.4.	Polja visoke frekvencije (100 kHz do 300 GHz).....	87
11.2.	Zdravstveni nadzor.....	89
11.3.	Medicinsko ispitivanje.....	89
11.4.	Evidencija.....	90

ODJELJAK 5. – REFERENTNI MATERIJAL

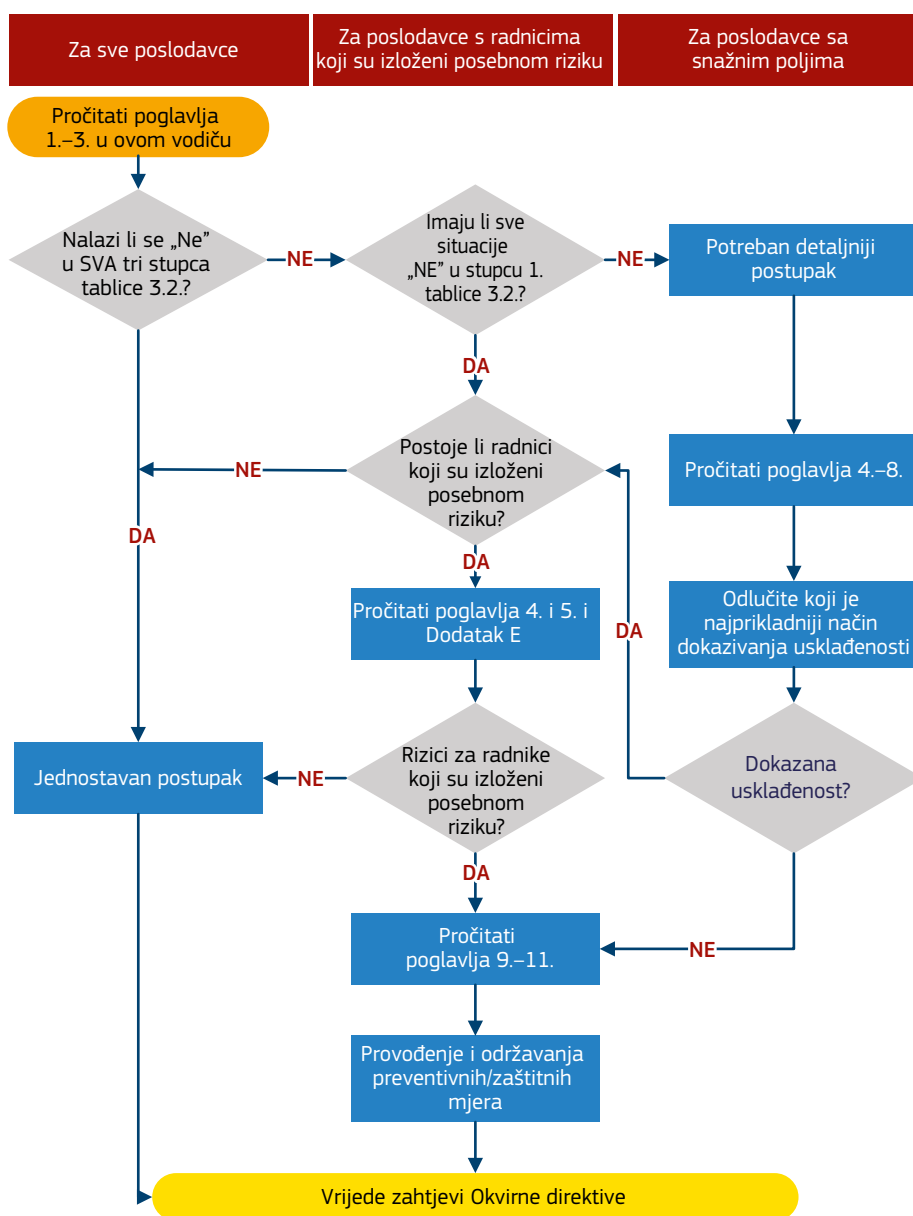
DODATAK A	Narav elektromagnetskih polja.....	92
DODATAK B	Učinci elektromagnetskih polja na zdravlje.....	96
DODATAK C	Količine i jedinice elektromagnetskog polja.....	101
DODATAK D	Procjena izloženosti.....	108
DODATAK E	Neizravni učinci i radnici izloženi posebnom riziku.....	153
DODATAK F	Smjernice za magnetsku rezonanciju.....	160
DODATAK G	Zahtjevi ostalih europskih tekstova.....	170
DODATAK H	Europske i međunarodne norme.....	176
DODATAK I	Izvori.....	178
DODATAK J	Pojmovnik i kratice.....	182
DODATAK K	Bibliografija.....	186
DODATAK L	Direktiva 2013/35/EU.....	188

ODJELJAK 1.
ZA SVE POSLODAVCE

1. UVOD I SVRHA OVOG VODIČA

Prisutnost elektromagnetskih polja (EMF) obuhvaćena Direktivom o elektromagnetskim poljima (Direktiva 2013/35/EU) životna je činjenica u razvijenom svijetu s obzirom da ta polja nastaju kad god se koristi električna energija. Za većinu su radnika jakosti polja na razini koja neće izazvati nikakve štetne posljedice. Međutim, na nekim radnim mjestima jakosti polja mogu predstavljati rizik te Direktiva o elektromagnetskim poljima postoji da se osigura sigurnost i zdravlje radnika u tim situacijama. Jedan od glavnih problema s kojim se susreću poslodavci jest kako prepoznati trebaju li poduzeti daljnje posebne radnje ili ne.

Slika 1.1. – Pregled načina kako se koristiti ovim vodičem



1.1. Kako se koristiti ovim vodičem

Ovaj je vodič namijenjen prvenstveno poslodavcima te pogotovo malim i srednjim poduzećima. Međutim, može biti koristan i radnicima, predstavnicima radnika i regulatornim državnim tijelima u državama članicama.

Pomoći će vam u provođenju početne procjene rizika koji proizlaze iz elektromagnetskih polja na vašem radnome mjestu. Na temelju rezultata te procjene pomoći će vam odlučiti trebate li poduzeti daljnje radnje prema Direktivi o elektromagnetskim poljima. Ako trebate, pružit će praktične savjete o mjerama koje možete poduzeti.

Ovaj je vodič osmišljen da vam pomogne shvatiti na koji način Direktiva o elektromagnetskim poljima može utjecati na posao koji obavljate. Vodič nije pravno obavezujući i ne pruža tumačenje određenih zakonskih zahtjeva koje ćete možda morati ispunjavati. Stoga ga je potrebno čitati zajedno s Direktivom o elektromagnetskim poljima (vidjeti Dodatak L), Okvirnom direktivom (89/391/EEZ) i mjerodavnim nacionalnim zakonodavstvom.

Direktivom o elektromagnetskim poljima utvrđuju se minimalni sigurnosni zahtjevi u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim elektromagnetskim poljima. Međutim, malo će poslodavaca morati izračunati ili izmjeriti razine elektromagnetskih polja na svojem radnome mjestu. U većini je slučajeva priroda posla koji se obavlja takva da će rizici biti mali i to je moguće prilično jednostavno utvrditi. Struktura je ovog vodiča osmišljena za poslodavce koji već ispunjavaju zakonske zahtjeve da bi to mogli brzo utvrditi bez čitanja čitavog vodiča.

Postupak korištenja ovim vodičem prikazan je dolje u blok-shemi u slici 1.1. Ovaj vodič po svojoj je naravi podijeljen u četiri odjeljka.

1. Prvi odjeljak (poglavljja 1. do 3.) namijenjen je svim čitateljima i pruža opći uvod, upute o tome kako se koristiti ovim vodičem, strukturu glavnih efekata na sigurnost i zdravlje i objašnjenje izvora elektromagnetskih polja. Važno je istaknuti da poglavlje 3. sadržava popis općenite radne opreme, aktivnosti i situacija za koje se očekuje da će elektromagnetska polja biti toliko slaba da poslodavci neće trebati poduzimati nikakve daljnje radnje. Većini poslodavaca, uz uvjet da su već usklađeni s zahtjevima Okvirne direktive, ova tablica morala bi omogućiti da zaključe da su već ispunili svoje obveze. Za takve poslodavce ovaj će vodič ispuniti svoju svrhu i ne moraju ići dalje.
2. Drugi odjeljak (poglavljja 4. i 5.) namijenjen je onim poslodavcima koji nisu mogli zaključiti da nemaju više ništa za napraviti. Ovi će poslodavci morati bolje proučiti zahtjeve Direktive o elektromagnetskim poljima i morat će provesti posebnu procjenu rizika za elektromagnetska polja. Za neke će ovo biti zato što zapošljavaju radnike koji su izloženi posebnom riziku od elektromagnetskih polja. Ovisno o ishodu ove procjene, ove se poslodavce može uputiti izravno na četvrti odjeljak. Za druge poslodavce elektromagnetsko polje može biti dovoljno snažno da predstavlja rizike za sve radnike. Ti će poslodavci morati u obzir uzeti i treći odjeljak.
3. Treći je odjeljak (poglavljja 6., 7. i 8.) namijenjen poslodavcima koji moraju utvrditi hoće li vrijednosti upozorenja (AL-ovi), a u nekim slučajevima granične vrijednosti izloženosti (ELV-ovi), biti premašene. Često će biti moguće dokazati da to nije slučaj i da su postojeće radne prakse prihvatljive. Međutim, tim će poslodavcima i dalje biti potrebna detaljna procjena rizika i bolja procjena izloženosti. Za mnoge će biti dovoljno pročitati do poglavlja 7., ali nekim će poslodavcima biti korisno pročitati i poglavlje 8.
4. Četvrti odjeljak (poglavljja 9., 10. i 11.) namijenjen je malom broju poslodavaca koji utvrde izloženosti iznad ELV-a ili druge rizike koji moraju biti umanjeni. Ti će poslodavci morati provesti promjene radi zaštite radnika. Ti su poslodavci već trebali pročitati ranija poglavlja ovog vodiča.

Cilj je ovog vodiča provesti vas kroz logičan slijed za procjenu rizika izloženosti radnika elektromagnetskim poljima.

Tablica 1.1. – Slijed procjene rizika od elektromagnetskih polja uporabom ovog vodiča

Ako su svi rizici od elektromagnetskih polja na radnome mjestu niski, nema potrebe za daljnjim radnjama.

Poslodavcima se preporučuje da zabilježe da su procijenili svoje radno mjesto i došli do tog zaključka.

Ako rizici od elektromagnetskih polja nisu niski ili je rizik nepoznat, poslodavci trebaju slijediti postupak za procjenu rizika i, ako je to potrebno, provesti odgovarajuće mjere opreza.

Poglavlje 4. opisuje zahtjeve Direktive o elektromagnetskim poljima, dok poglavlje 5. objašnjava predloženu metodologiju za procjenu rizika od elektromagnetskih polja. Moguć je zaključak da ne postoji znaan rizik. U tom je slučaju procjenu potrebno zabilježiti te postupak prestaje u toj točki.

Poglavlje 6. objašnjava korištenje graničnim vrijednostima izloženosti i vrijednostima upozorenja. Također raspravlja o izuzećima.

Poslodavcima će možda trebati informacije o razini elektromagnetskih polja da im pomognu općenito pri procjeni rizika i posebno pri procjeni sukladnosti s vrijednostima upozorenja ili graničnim vrijednostima izloženosti. Te informacije mogu biti dostupne u bazama podataka ili kod proizvođača (poglavlje 7.) ili može biti potrebno provesti izračune ili mjerenja (poglavlje 8.).

Poglavlje 9. pobliže opisuje preventivne i zaštitne mjere u slučajevima kad je to potrebno da bi se smanjio rizik.

Poglavlje 10. pruža smjernice o pripremljenosti za slučaj nužde, dok poglavlje 11. pruža savjete o rizicima, simptomima i zdravstvenom nadzoru.

Poglavlja ovog vodiča kratka su koliko je to moguće da bi se smanjilo opterećenje poslodavaca koji se njime koriste. Dodaci ovom vodiču pružaju daljnje informacije za poslodavce i druge osobe koje mogu biti uključene u postupak procjene rizika (tablica 1.2.):

Tablica 1.2. – Dodaci ovom vodiču

A – Narav elektromagnetskog polja

B – Učinci elektromagnetskih polja na zdravlje

C – Količine i jedinice elektromagnetskog polja

D – Procjena izloženosti

E – Neizravni učinci i radnici izloženi posebnom riziku

F – Smjernice za magnetsku rezonanciju

G – Zahtjevi ostalih europskih tekstova

H – Europske i međunarodne norme

I – Izvori

J – Pojmovnik, kratice i simboli blok-shema

K – Bibliografija

L – Direktiva 2013/35/EU

1.2. Uvod u Direktivu o elektromagnetskim poljima

Svi poslodavci imaju obvezu procijeniti rizike koji proizlaze iz posla kojim se bave te uvesti zaštitne ili preventivne mjere da bi smanjili rizike koje su prepoznali. Te su obveze zahtjev Okvirne direktive. Direktiva o elektromagnetskim poljima uvedena je da bi pomogla poslodavcima uskladiti njihove opće dužnosti iz Okvirne direktive u posebnom slučaju prisutnosti elektromagnetskog polja na radnome mjestu. S obzirom na to da su poslodavci već usklađeni sa zahtjevima Okvirne direktive, većina će njih utvrditi da su već u potpunosti usklađeni sa zahtjevima Direktive o elektromagnetskim poljima i da im ne preostaju nikakve radnje koje moraju poduzeti.

Elektromagnetska polja definirana su unutar Direktive o elektromagnetskim poljima kao statička električna, statička magnetska i vremenski promjenjiva električna, magnetska i elektromagnetska polja frekvencije do 300 GHz. Ovo nazivlje koristi se u ovome vodiču samo kada postoji jasna korist.

Elektromagnetska polja proizvod su širokog spektra izvora s kojima se radnici mogu susresti na radnome mjestu. Ona nastaju i koriste se u mnogim radnim aktivnostima, uključujući proizvodne procese, istraživanje, komunikaciju, medicinske primjene, proizvodnju, prijenos i distribuciju energije, radiotelevizijsko emitiranje, zrakoplovnu i pomorsku navigaciju te sigurnost. Elektromagnetska polja također mogu nastati slučajno, poput polja koja nastaju u blizini kabela koji distribuiraju električnu energiju unutar građevina ili koja nastaju kao rezultat korištenja opreme i uređaja s električnim napajanjem. S obzirom da većina polja nastaje zbog električne energije, ona nestaju kad se isključi napajanje.

Direktiva o elektromagnetskim poljima odnosi se na utvrđene izravne i neizravne učinke uzrokovane elektromagnetskim poljima; ona ne obuhvaća potencijalne dugoročne učinke na zdravlje (vidjeti odjeljak 2.2.). Izravni su učinci podijeljeni na netoplinske učinke, poput stimulacije živaca, mišića i osjetilnih organa, i toplinske učinke poput grijanja tkiva (vidjeti odjeljak 2.1.). Neizravni se učinci javljaju kada izloženost predmeta elektromagnetskom polju može postati uzrokom štetnog učinka na sigurnost ili zdravlje (vidjeti odjeljak 2.3.).

1.3. Primjena ovog vodiča

Namjena ovog vodiča jest pružiti praktične savjete koji će pomoći poslodavcima uskladiti se sa zahtjevima Direktive o elektromagnetskim poljima. Namijenjeno je svim poduzećima u kojima bi se radnici mogli susresti s elektromagnetskim poljima. Iako Direktiva o elektromagnetskim poljima ne isključuje izričito neku određenu vrstu posla ili tehnologiju, na većini će radnih mjesta polja biti toliko slaba da rizik neće postojati. Ovaj vodič sadržava popis općenitih radnih aktivnosti, opreme i radnih mjesta za koja se očekuje da će polja biti toliko slaba da poslodavci neće trebati poduzimati nikakve daljnje radnje. Ovaj vodič ne uzima u obzir probleme elektromagnetske kompatibilnosti, koji su drugdje obrađeni.

Direktiva o elektromagnetskim poljima od poslodavaca zahtijeva da uzmu u obzir radnike koji mogu biti izloženi posebnom riziku, uključujući radnike koji nose aktivne ili pasivne ugrađene medicinske proizvode kao što su elektronički srčani stimulatori (pejsmejeri), radnike s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu, kao što su inzulinske pumpe, i trudne radnice. Ovaj vodič sadržava savjete za takve situacije.

Mogu postojati određeni potencijalni scenariji izloženosti koji su vrlo specifični ili veoma složeni te stoga nisu obrađeni u ovom vodiču. Pojedine industrije s određenim scenarijima izloženosti mogu razviti vlastite smjernice u odnosu na Direktivu o elektromagnetskim poljima te ih treba konzultirati kad je to prikladno (vidjeti Dodatak I). Poslodavci sa složenim scenarijima izloženosti trebaju potražiti dodatne savjete za procjenu (vidjeti poglavlje 8. i Dodatak I).

1.4. Podudarnost s Direktivom 2013/35/EU

Ovaj vodič napravljen je kako bi zadovoljio članak 14. Direktive o elektromagnetskim poljima. Tablica 1.3. prikazuje kako se članci Direktive o elektromagnetskim poljima podudaraju s poglavljima u ovome vodiču.

Tablica 1.3. – Podudarnost između članaka Direktive o elektromagnetskim poljima i odjeljaka iz ovog vodiča

Članci i smjernice	Odjeljak u vodiču
Članak 2.: Definicije	
Pozadinske informacije Količine i jedinice korištene u Direktivi o elektromagnetskim poljima Izrazi i kratice	Dodaci A i B Dodatak C Dodatak J
Članak 3.: Granične vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja	
Ograničenje izloženosti Primjena vrijednosti upozorenja Potrebna upozorenja	Odjeljak 6.3. Odjeljci 6.1. i 6.2. Odjeljci 9.4. i 9.5.
Članak 4.: Procjena rizika i određivanje izloženosti	
Procjena rizika Neizravni učinci i radnici izloženi posebnom riziku Procjena izloženosti pomoću dostupnih informacija Procjena izloženosti pomoću mjerenja ili izračuna	Poglavlje 5. Odjeljci 5.3., 5.4. i Dodatak E Poglavlje 7. Poglavlje 8. i Dodatak D
Članak 5.: Odredbe za izbjegavanje ili smanjenje rizika	
Načela prevencije Tehničke mjere Organizacijske mjere Osobna zaštitna oprema	Odjeljak 9.1. Odjeljak 9.4. Odjeljak 9.5. Odjeljak 9.6.
Članak 6.: Informiranje i osposobljavanje radnika	
Informiranje radnika Osposobljavanje radnika	Odjeljak 9.5. i Dodatak E Odjeljak 9.5. i Dodaci A i B
Članak 7.: Savjetovanje i sudjelovanje radnika	
Savjetovanje i sudjelovanje radnika	Poglavlje 4.
Članak 8.: Zdravstveni nadzor	
Simptomi Zdravstveni nadzor Medicinsko ispitivanje	Odjeljak 11.1. Odjeljak 11.2. Odjeljak 11.3.
Članak 10.: Odstupanja	
Odstupanja	Odjeljak 6.4. i Dodatak F

1.5. Nacionalni propisi i izvori za dodatne informacije

Korištenjem ovog vodiča ne osigurava se nužno ispunjavanje zakonskih zahtjeva za zaštitu od elektromagnetskih polja u različitim državama članicama Europske unije. Zakonski propisi kojima su države članice prenijele Direktivu 2013/35/EU uvijek imaju prednost. Oni mogu nadmašivati minimalne zahtjeve iz Direktive o elektromagnetskim poljima na kojoj se ovaj vodič temelji. Dodatne se informacije mogu dobiti od nacionalnih regulatornih tijela navedenih u Dodatku I.

Kao oblik dodatne pomoći u provedbi zahtjeva Direktive o elektromagnetskim poljima, proizvođači mogu osmisliti svoje proizvode na način koji umanjuje dostupna elektromagnetska polja. Oni također mogu pružiti informacije o poljima i rizicima povezanim s opremom za vrijeme normalnog korištenja. O korištenju informacija proizvođača dodatno se raspravlja u poglavlju 7.

Izvori za dodatne informacije navedeni su u dodacima ovome vodiču. Dodatak I sadržava detalje o nacionalnim organizacijama i trgovačkim udruženjima, dok Dodatak J sadržava pojmovnik, popis kratica i objašnjenje simbola u blok-shemi koji su korišteni u ovom vodiču. Dodatak K sadržava bibliografiju korisnih publikacija.

2. UČINCI NA ZDRAVLJE I SIGURNOSNI RIZICI OD ELEKTROMAGNETSKIH POLJA

Vrsta učinka koji elektromagnetska polja imaju na ljude prvenstveno ovisi o frekvenciji i intenzitetu: drugi čimbenici poput valnog oblika također mogu biti važni u nekim situacijama. Neka polja uzrokuju stimulaciju osjetilnih organa, živaca i mišića, dok druga uzrokuju grijanje. Učinci nastali grijanjem nazivaju se *toplinskim učincima* u Direktivi o elektromagnetskim poljima, dok se svi ostali učinci nazivaju *netoplinskim učincima*. Dodatne pojedinosti o učincima izloženosti elektromagnetskim poljima na zdravlje navedeni su u Dodatku B.

Važno je da svi ti učinci pokazuju prag ispod kojeg nema rizika i izloženosti ispod tog praga nisu ni na koji način kumulativne. Učinci koji proizlaze iz izloženosti prolazne su prirode jer su ograničeni na trajanje izloženosti te će prestati ili se smanjiti kad izloženost prestane. To znači da ne postoje daljnji rizici za zdravlje jednom kad je izloženost završila.

2.1. Izravni učinci

Izravni učinci su promjene koje se javljaju kod osobe kao rezultat izlaganja elektromagnetskom polju. Direktiva o elektromagnetskim poljima razmatra samo dobro shvaćene učinke koji se temelje na poznatim mehanizmima. Razlikuje učinke na osjetila i učinke na zdravlje, koji se smatraju ozbiljnijima.

Izravni su učinci:

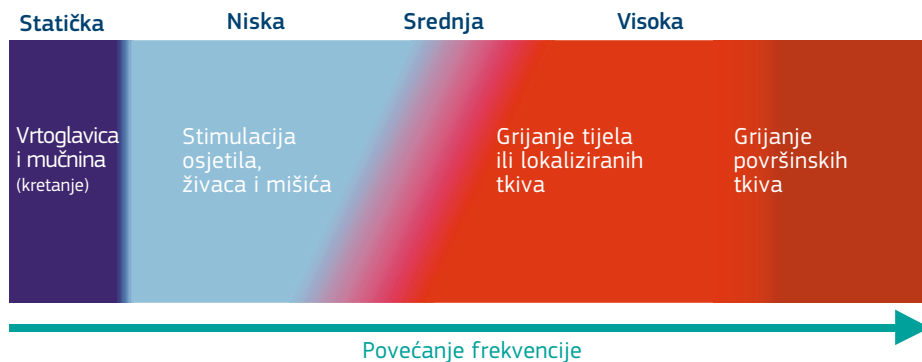
- vrtoglavica i mučnina zbog statičkih magnetskih polja (obično se povezuju s kretanjem, no mogu se javiti i pri mirovanju);
- učinci na osjetilne organe, živce i mišiće zbog niskofrekventnih polja (do 100 kHz);
- grijanje cijelog tijela ili dijelova zbog visokofrekventnih polja (10 MHz i više); iznad nekoliko GHz grijanje je u sve većoj mjeri ograničeno na površinu tijela;
- učinci na živce, mišiće i grijanje zbog srednjih frekvencija (100 kHz – 10 MHz).

Ti su pojmovi prikazani na slici 2.1. Vidjeti Dodatak B za više informacija o izravnim učincima.

2.2. Dugoročni učinci

Direktiva o elektromagnetskim poljima ne uključuje dugoročne učinke izloženosti elektromagnetskim poljima jer trenutačno ne postoje dobro utvrđeni znanstveni dokazi o uzročnoj vezi. Međutim, ako se takvi dobro utvrđeni znanstveni dokazi pojave, Europska komisija razmotrit će najprikladniji način za uključivanje takvih učinaka.

Slika 2.1. – Učinci elektromagnetskih polja u različitim rasponima frekvencije (intervali frekvencije nisu u omjeru)



2.3. Neizravni učinci

Neželjeni se učinci mogu javiti zbog prisutnosti predmeta u polju što može rezultirati štetnim učincima na sigurnost ili zdravlje. Kontakt s aktivnim provodnikom nije obuhvaćen Direktivom o elektromagnetskim poljima.

Neizravni su učinci:

- interferencija s medicinskim elektroničkim uređajima i drugim proizvodima;
- interferencija s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima ili uređajima, kao što su elektronički srčani stimulatori (pejsmejkeri) ili defibrilatori;
- interferencija s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu, kao što su inzulinske pumpe;
- interferencija s pasivnim implantatima (umjetni zglobovi, klinovi, žice ili ploče izrađene od metala);
- učinci na šrapnel, *piercing*, tetovaže i umjetnost tijela (*body art*);
- rizik od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima;
- nenamjerno paljenje detonatora;
- požari ili eksplozije uzrokovani zapaljenjem zapaljivih ili eksplozivnih materijala;
- strujni udari ili opekline koje uzrokuju dodirne struje kada osoba dotakne vodljivi predmet u elektromagnetskom polju i jedno od njih je uzemljeno, a drugo nije.

Poglavlje 5. i Dodatak E pružaju dodatne informacije o neizravnim učincima i o mogućim načinima kontrole tih rizika na radnome mjestu.



Ključna poruka: učinci elektromagnetskih polja

Elektromagnetska polja na radnome mjestu mogu imati izravne ili neizravne učinke. Izravni su učinci oni koji proizlaze iz interakcije polja s tijelom te mogu biti netoplinske ili toplinske prirode. Neizravni učinci proizlaze iz prisutnosti predmeta u polju što može rezultirati štetnim učincima na sigurnost i zdravlje.

3. IZVORI ELEKTROMAGNETSKIH POLJA

Svaka osoba u našem modernom društvu izložena je električnim i magnetskim poljima iz niza izvora, uključujući električnu opremu i uređaje za komunikaciju i prijenos radiotelevizijskog signala (slika 3.1.). Dodatak A pruža daljnje informacije o prirodi elektromagnetskih polja. Većina izvora elektromagnetskih polja u domu i na radnome mjestu proizvodi iznimno male razine izloženosti te je malo vjerojatno da će takve najčešće radne aktivnosti dovesti do izloženosti većih od vrijednosti upozorenja ili graničnih vrijednosti izloženosti utvrđenih Direktivom o elektromagnetskim poljima.

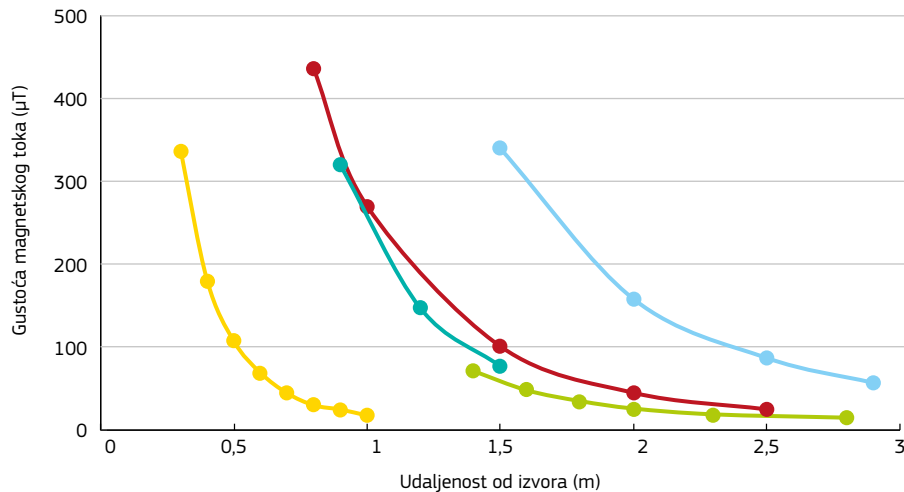
Slika 3.1. – Shematski prikaz elektromagnetskog spektra koji prikazuje neke tipične izvore



Cilj je ovog poglavlja pružiti informacije poslodavcima o izvorima elektromagnetskih polja koja se nalaze u okruženju radnog mjesta kako bi im pomogle odlučiti je li potrebna daljnja procjena rizika od elektromagnetskih polja. Opseg i veličina nastalih elektromagnetskih polja ovisit će o naponima, strujama i frekvencijama na kojima oprema radi ili koje stvara, skupa s izvedbom opreme. Neka oprema može biti izvedena tako da namjerno stvara vanjska elektromagnetska polja. U tom slučaju mala niskonaponska oprema može izazvati znatna vanjska elektromagnetska polja. Općenito će za opremu koja upotrebljava visoke struje, visoke napone ili koja je dizajnirana da emitira elektromagnetsko zračenje biti potrebna daljnja procjena. Dodatak C pruža više informacija o uobičajenim količinama i jedinicama koje se koriste za procjenu elektromagnetskih polja. Savjeti vezani uz procjenu rizika u kontekstu Direktive o elektromagnetskim poljima mogu se naći u poglavlju 5.

Veličina elektromagnetskog polja naglo će se smanjivati s povećanjem udaljenosti od izvora (slika 3.2.). Izloženost radnika može se smanjiti ako je moguće ograničiti pristup područjima koja se nalaze u blizini opreme kada oprema radi. Također je vrijedno pamćenja da elektromagnetska polja, osim ako ih ne stvara trajni magnet ili supravodljivi magnet, obično nestaju nakon prekida napajanja opreme.

Slika 3.2. – Smanjenje gustoće magnetskog toka s povećanjem udaljenosti za niz izvora frekvencije napajanja: točkasti zavarivač (●—●); 0,5 m demagnetizirajuća zavojnica (●—●); 180 kW indukcijska peć (●—●); 100 kVA zavarivač šava (●—●); 1 m demagnetizirajuća zavojnica (●—●)



Ostatak ovog poglavlja nastoji poslodavcima pomoći razlikovati između opreme, aktivnosti i situacija za koje je malo vjerojatno da predstavljaju opasnost i onih za koje je možda potrebno provesti zaštitne ili preventivne mjere kako bi se zaštitili zaposlenici.

3.1. Radnici koji su izloženi posebnom riziku

Neke se skupine radnika (vidjeti tablicu 3.1.) smatraju izloženima posebnom riziku od elektromagnetskih polja. Ti radnici možda nisu odgovarajuće zaštićeni vrijednostima upozorenja određenima u Direktivi o elektromagnetskim poljima, stoga poslodavci njihovu izloženost moraju razmotriti odvojeno od ostalih radnika.

Radnici koji su izloženi posebnom riziku obično su odgovarajuće zaštićeni ispunjavanjem referentnih razina određenih u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ (vidjeti Dodatak E). Međutim, za vrlo malu manjinu čak ni te referentne razine ne mogu pružiti odgovarajuću zaštitu. Ti pojedinci trebaju dobiti odgovarajući savjet od liječnika odgovornog za njihovu skrb i to bi trebalo pomoći poslodavcu utvrditi je li pojedinac izložen riziku na radnome mjestu.

Tablica 3.1. – Radnici koji su izloženi posebnom riziku kako su utvrđeni Direktivom o elektromagnetskim poljima

Radnici koji su izloženi posebnom riziku	Primjeri
Radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD)	Elektronički srčani stimulatori (pejsmejkleri), defibrilatori, implantati pužnice, implantati moždanog debla, proteze za unutarnje uho, neurostimulatori, enkoderi mrežnice, ugrađene infuzijske pumpe za lijekove
Radnici koji nose pasivne ugrađene medicinske proizvode koji sadrže metal	Umjetni zglobovi, klinovi, ploče, vijci, kirurške kopče, kopče za aneurizme, stentovi, umjetni srčani zalisci, prsteni za anuloplastiku, metalni kontracepcijski implantati i slučajevi aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda
Radnici s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu	Vanjske infuzijske pumpe za hormone
Trudne radnice	

N.B.: Pri razmatranju jesu li radnici izloženi posebnom riziku, poslodavci bi trebali razmotriti frekvenciju, razinu i trajanje izloženosti.

3.1.1. Radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD)

Skupina radnika izložena posebnom riziku su radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD). To je stoga što jaka elektromagnetska polja mogu ometati normalan rad tih aktivnih implantata. Za proizvođače proizvoda postoji zakonski zahtjev da osiguraju da su njihovi proizvodi u razumnoj mjeri otporni na interferencije te se rutinski ispituju u pogledu jakosti polja s kojima se osobe mogu susresti u javnom okruženju. Zbog toga, jakosti polja do referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ ne bi trebale nepovoljno utjecati na rad tih proizvoda. Međutim, jakosti polja iznad tih referentnih razina *na mjestu proizvoda ili njegovih senzorskih vodiča* (kada postoje) mogu uzrokovati kvar, što bi predstavljalo rizik za osobe koje nose proizvode.

Iako neke od radnih situacija koje se spominju u ovom poglavlju mogu uzrokovati jaka polja, u mnogim će slučajevima ona biti izrazito lokalizirana. Stoga se rizikom može upravljati tako da se osigura da se jako polje ne stvara u neposrednoj blizini implantata. Primjerice, polje koje proizvodi mobilni telefon može ometati elektronički srčani stimulator (pejsmejker) ako se telefon drži blizu proizvoda. No, ljudi koji imaju elektroničke srčane stimulare i dalje mogu koristiti mobilne telefone a da nisu izloženi riziku. Jednostavno moraju paziti da telefon drže dalje od prsa.

Treći stupac tablice 3.2. navodi te situacije u kojima je potrebna specifična procjena za radnike koji nose aktivne implantate zbog mogućnosti nastanka jakih polja u neposrednoj blizini proizvoda ili njegovih senzorskih vodiča (kada postoje). Često je ishod tih procjena da radnik jednostavno treba slijediti upute koje mu je dao njegov medicinski tim prilikom ugradnje implantata.

Ondje gdje radnici ili druge osobe s ugrađenim aktivnim implantatima imaju pristup radnome mjestu, poslodavac treba razmotriti postoji li potreba za detaljnijom procjenom. U ovom je kontekstu potrebno istaknuti da za niz radnih situacija navedenih u tablici 3.2. postoji razlika ako osoba osobno obavlja radnju i ako se radnja odvija na njezinome radnome mjestu. Spomenuta situacija vjerojatno neće rezultirati jakim poljem u neposrednoj blizini implantata i stoga procjena obično nije potrebna.

Neke situacije (uključujući induksijsko taljenje) stvaraju vrlo jaka polja. U tim će slučajevima područje iznad kojeg referentne razine iz Preporuke Vijeća 1999/519/EZ smiju biti premašene općenito biti mnogo veće. Posljedično će procjena vjerojatno biti složenija (vidjeti Dodatak E) i može postojati potreba za provedbom ograničenja pristupa.

3.1.2. Ostali radnici koji su izloženi posebnom riziku

Za ostale skupine radnika koji su izloženi posebnom riziku (vidjeti tablicu 3.1.) visoko lokalizirana jaka polja obično neće predstavljati opasnost. Ti će radnici biti izloženi riziku ako postoji vjerojatnost da će radne aktivnosti stvoriti polja koja premašuju referentne razine navedene u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ iznad područja koja su općenito dostupnija. Uobičajene situacije u kojima postoji vjerojatnost da će se to dogoditi navedene su u drugom stupcu tablice 3.2. i zahtijevat će specifične procjene.

Kada je potrebna procjena za radnike koji su izloženi posebnom riziku, poslodavci trebaju proučiti Dodatak E.



Ključna poruka: radnici koji su izloženi posebnom riziku

Radnici s aktivnim implantatima mogu biti izloženi opasnosti od jakih polja na radnome mjestu. Ta su polja često visoko lokalizirana i rizicima se obično može primjereno upravljati primjenom nekoliko jednostavnih mjera opreza temeljenih na savjetima tima za zaštitu radnika.

Iako snažna polja mogu predstavljati poseban rizik za ostale skupine radnika (one s pasivnim implantatima, medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu i trudnih radnica), ta vjerojatnost postoji samo u ograničenom broju situacija (vidjeti tablicu 3.2.).

3.2. Zahtjevi za procjenu uobičajenih radnih aktivnosti, opreme i radnih mjesta

U tablici 3.2. navedene su mnoge uobičajene radne aktivnosti, oprema i radna mjesta, te je naznačeno postoji li vjerojatnost da će procjene biti potrebne za:

- radnike s aktivnim implantatima;
- ostale radnike koji su izloženi posebnom riziku;
- radnike koji nisu izloženi posebnom riziku.

Podaci uneseni u tu tablicu temelje se na vjerojatnosti da će situacija izazvati jakost polja u slučaju previsokih referentnih razina iz Preporuke Vijeća 1999/519/EZ te na vjerojatnosti da će, u slučaju da se to dogodi, ta polja biti visoko lokalizirana.

Tablica 3.2. temelji se na upotrebi opreme koja je u skladu s najnovijim normama, koja se pravilno održava i upotrebljava se u skladu s namjenom koju je odredio proizvođač. Ako posao uključuje uporabu vrlo stare, nestandardizirane ili loše održavane opreme, smjernice iz tablice 3.2. možda neće biti primjenjive.

Ako je uz svaku aktivnost na radnome mjestu naznačeno „Ne” u svima trima stupcima, nije potrebno provoditi specifičnu procjenu u vezi s Direktivom o elektromagnetskim poljima s obzirom na to da se ne očekuje opasnost od elektromagnetskih polja. U takvim situacijama obično neće biti potrebni daljnji koraci. Međutim, bit će potrebno provesti opću procjenu rizika u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive. Poslodavci bi trebali obratiti pozornost na promjenjive okolnosti u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive i razmotriti potrebu za specifičnom procjenom elektromagnetskih polja u slučaju bilo kakve opažene promjene.

Slično tome, za radna mjesta kojima radnici s aktivnim implantatima ili ostali radnici izloženi posebnom riziku nemaju pristup, pod uvjetom da je pokraj svake aktivnosti u svim relevantnim stupcima naznačeno „Ne”, nije potrebno provoditi specifičnu procjenu povezanu s Direktivom o elektromagnetskim poljima. I dalje će biti potrebno provesti opću procjenu rizika u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive. Osim toga, poslodavci bi trebali obraćati pozornost na promjenjive okolnosti te osobito na mogućnost pristupa radnim prostorima radnika izloženih posebnom riziku.



Ključna poruka: procjene elektromagnetskih polja

Ako se na radnome mjestu događaju samo situacije navedene u tablici 3.2. pokraj kojih je u *svim* relevantnim stupcima naznačeno „Ne”, obično neće biti potrebno provoditi specifičnu procjenu elektromagnetskih polja. I dalje će biti potrebna opća procjena rizika u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive i poslodavci bi i dalje trebali obraćati pozornost na promjenjive okolnosti.

Tablica 3.2. – Zahtjevi za specifične procjene elektromagnetskih polja u odnosu na uobičajene radne aktivnosti, opremu i radna mjesta

Vrsta opreme ili radnog mjesta	Procjena je potrebna za		
	radnike koji nisu izloženi posebnom riziku*	radnike koji su izloženi posebnom riziku (osim radnika s aktivnim implantatima)**	radnike s aktivnim implantatima***
	(1)	(2)	(3)
Bežične komunikacije			
Telefoni, bežični (uključujući bazne stanice za DECT bežične telefone) – uporaba	Ne	Ne	Da
Telefoni, bežični (uključujući bazne stanice za DECT bežične telefone) – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Telefoni, mobilni – uporaba	Ne	Ne	Da
Telefoni, mobilni – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Uređaji za bežičnu komunikaciju (npr. Wi-Fi ili Bluetooth) uključujući pristupne točke za WLAN – uporaba	Ne	Ne	Da
Uređaji za bežičnu komunikaciju (npr. Wi-Fi ili Bluetooth) uključujući pristupne točke za WLAN – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Ured			
Audiovizualna oprema (npr. televizori, DVD uređaji)	Ne	Ne	Ne
Audiovizualna oprema koja sadržava radiofrekvencijske odašiljače	Ne	Ne	Da
Komunikacijska oprema i mreže, žičane	Ne	Ne	Ne
Računalo i IT oprema	Ne	Ne	Ne
Grijalice, električne	Ne	Ne	Ne
Ventilatori, električni	Ne	Ne	Ne
Uredska oprema (npr. uređaji za fotokopiranje, uređaji za uništavanje papira, klamerice na električnu energiju)	Ne	Ne	Ne
Telefoni (fiksni) i uređaji za faksiranje	Ne	Ne	Ne
Infrastruktura (objekti i tereni)			
Sustavi uzbunjivanja	Ne	Ne	Ne
Antene bazne stanice, unutar označene zone isključenja operatera	Da	Da	Da
Antene bazne stanice, izvan označene zone isključenja operatera	Ne	Ne	Ne
Vrtni uređaji (na električnu energiju) – uporaba	Ne	Ne	Da
Vrtni uređaji (električni) – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Oprema za grijanje (električna) za grijanje prostorija	Ne	Ne	Ne
Kućanski i profesionalni aparati, npr. hladnjak, perilica, sušilica, stroj za pranje posuđa, pećnica, toster, mikrovalna pećnica, glačalo, pod uvjetom da ne sadržavaju opremu za odašiljanje poput WLAN-a, Bluetootha ili mobilnih telefona	Ne	Ne	Ne
Oprema za rasvjetu, npr. svjetiljke za osvijetljenje područja i stolne svjetiljke	Ne	Ne	Ne
Oprema za rasvjetu, radiofrekvencijsko ili mikrovalno napajanje	Da	Da	Da
Radna mjesta dostupna široj javnosti koja su u skladu s referentnim razinama navedenima u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ	Ne	Ne	Ne

Sigurnost			
Sustavi nadzora artikala i RFID (identifikacija putem radijske frekvencije)	Ne	Ne	Da
Brisači vrpce ili tvrdog diska	Ne	Ne	Da
Detektori metala	Ne	Ne	Da
Napajanje električnom energijom			
Strujni krug u kojem su vodiči postavljeni blizu jedan drugome i imaju ukupnu struju od 100 A ili manje – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Ne	Ne	Ne
Strujni krug u kojem su vodiči postavljeni blizu jedan drugome i imaju ukupnu struju veću od 100 A – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Da	Da	Da
Strujni krugovi unutar instalacije čije je fazno strujno opterećenje 100 A ili manje za pojedinačni krug – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Ne	Ne	Ne
Strujni krugovi unutar instalacije, čije je fazno strujno opterećenje veće od 100 A za pojedinačni krug – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Da	Da	Da
Električne instalacije čije je fazno strujno opterećenje veće od 100 A – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Da	Da	Da
Električne instalacije čije je fazno strujno opterećenje 100 A ili manje – uključuje ožičenje, postrojenje, transformatore, itd. – izloženost magnetskim poljima	Ne	Ne	Ne
Generatori i generatori za slučajeve nužde – rad na njima	Ne	Ne	Da
Pretvarači, uključujući one na fotonaponskim sustavima	Ne	Ne	Da
Nadzemni neizolirani vodič pod naponskim opterećenjem od najviše 100 kV, ili nadzemni vod pod naponom od najviše 150 kV, iznad radnog mjesta – izloženost električnim poljima	Ne	Ne	Ne
Nadzemni neizolirani vodič pod naponskim opterećenjem većim od 100 kV, ili nadzemni vod pod naponom većim od 150 kV ⁽¹⁾ , iznad radnog mjesta – izloženost električnim poljima	Da	Da	Da
Nadzemni neizolirani vodiči bilo kojeg napona – izloženost magnetskim poljima	Ne	Ne	Ne
Podzemni ili izolirani kabelski krug, pod bilo kojim naponskim opterećenjem – izloženost električnim poljima	Ne	Ne	Ne
Rad na vjetroturbinama	Ne	Da	Da
Laka industrija			
Postupci elektrolučnog zavarivanja, ručni (uključujući MIG, MAG, TIG) prilikom primjene dobre prakse i ne dodirujući kabel tijelom	Ne	Ne	Da
Punjači baterija, industrijski	Ne	Ne	Da
Punjači baterija, veliki, profesionalni	Ne	Ne	Da
Oprema za oblaganja i bojenje	Ne	Ne	Ne
Upravljačka oprema koja ne sadržava radijske odašiljače	Ne	Ne	Ne
Oprema za obradu površine koronom	Ne	Ne	Da
Dielektrično grijanje	Da	Da	Da

⁽¹⁾ Za nadzemne vodove napona iznad 150 kV jakost električnog polja obično će, ali ne uvijek, biti niža nego referentna razina navedena u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ.

Dielektrično zavarivanje	Da	Da	Da
Oprema za elektrostatsko bojenje	Ne	Da	Da
Peći, otporno grijanje	Ne	Ne	Da
Pištolji za lijepljenje (prijenosni) – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Pištolji za lijepljenje – uporaba	Ne	Ne	Da
Toplinski pištolji (prijenosni) – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Toplinski pištolji – uporaba	Ne	Ne	Da
Hidrauličke rampe	Ne	Ne	Ne
Indukcijsko grijanje	Da	Da	Da
Sustavi indukcijskog grijanja, automatizirani, otkrivanje i popravak kvarova koji uključuju neposrednu blizinu izvora elektromagnetskog polja	Ne	Da	Da
Oprema za indukcijsko brtvljenje	Ne	Ne	Da
Indukcijsko lemljenje	Da	Da	Da
Strojni alati (primjerice stupne bušilice, brusilice, tokarilice, strojevi za mljevenje, pile)	Ne	Ne	Da
Magnetski pregled čestica (otkrivanje pukotina)	Da	Da	Da
Magetizeri/demagnetizeri, industrijski (uključujući brisače vrpce)	Da	Da	Da
Oprema i instrumenti za mjerenje koji ne sadržavaju radijske odašiljače	Ne	Ne	Ne
Mikrovalno grijanje i sušenje u drvnjoj industriji (sušenje, oblikovanje i lijepljenje drva)	Da	Da	Da
Uređaji s radiofrekventnom plazmom uključujući depoziciju i raspršivanje	Da	Da	Da
Alati (električni ručni i prijenosni, npr. bušilice, brusilice, kružne pile i kutne brusilice) – uporaba	Ne	Ne	Da
Alati (električni ručni i prijenosni) – prisutni na radnim mjestima	Ne	Ne	Ne
Sustavi za zavarivanje, automatizirani, otkrivanje i popravak kvarova te osposobljavanje uključuju neposrednu blizinu izvora elektromagnetskog polja	Ne	Da	Da
Zavarivanje, ručni otpor (točkasto zavarivanje, šavno zavarivanje)	Da	Da	Da
Teška industrija			
Elektroliza, industrijska	Da	Da	Da
Peći, elektrolučno taljenje	Da	Da	Da
Peći za indukcijsko taljenje (manje peći obično imaju viša dostupna polja nego veće peći)	Da	Da	Da
Građevinarstvo			
Građevinska oprema (npr. miješalice za beton, vibratori, dizalice itd.) – rad u neposrednoj blizini	Ne	Ne	Da
Mikrovalno sušenje, u građevinskoj industriji	Da	Da	Da
Medicinski			
Medicinski uređaji koji ne primjenjuju elektromagnetsko polje za dijagnostiku ili liječenje	Ne	Ne	Ne
Medicinski uređaji koji primjenjuju elektromagnetsko polje za dijagnostiku i liječenje (primjerice, kratkovalna dijatermija, transkranijalna magnetska stimulacija)	Da	Da	Da
Prijevoz			
Motorna vozila i pogon – rad u neposrednoj blizini pokretača, alternatora, sustava paljenja	Ne	Ne	Da

Radar, kontrola zračnog prometa, vojni, vremenski i dalekometni	Da	Da	Da
Vlakovi i tramvaji, na električni pogon	Da	Da	Da
Razno			
Punjači za baterije, induktivni ili blizinski spoj	Ne	Ne	Da
Punjači za baterije, neinduktivni spoj namijenjen za uporabu u kućanstvu	Ne	Ne	Ne
Sustavi i uređaji za emitiranje (radijski i televizijski: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Da	Da	Da
Oprema koja generira statička magnetska polja > 0,5 millitesla, bez obzira na to generiraju li se električno ili iz trajnih magneta (primjerice, magnetske glave, stolovi i trake, podizni magneti, magnetski nosači, nazivne pločice, bedževi)	Ne	Ne	Da
Oprema stavljena na europsko tržište kao oprema usklađena s Preporukom Vijeća 1999/519/EZ ili usklađenim normama za elektromagnetska polja	Ne	Ne	Ne
Slušalice koje proizvode jaka magnetska polja	Ne	Ne	Da
Indukcijska oprema za kuhanje, profesionalna	Ne	Ne	Da
Neelektrična oprema svih vrsta, osim one koja sadržava trajne magnete	Ne	Ne	Ne
Prijenosna oprema (s napajanjem na baterije) koja ne sadržava radiofrekvencijske odašiljače	Ne	Ne	Ne
Radijski uređaji, dvosmjerni (primjerice ručne radiostanice, radijski uređaji u vozilima)	Ne	Ne	Da
Odašiljači, na baterije	Ne	Ne	Da

N.B.: * Potrebna je procjena u odnosu na vrijednosti upozorenja ili granične vrijednosti izloženosti (vidjeti poglavlje 6.).

** Procijeniti u odnosu na referentne razine iz Preporuke Vijeća (vidjeti odjeljak 5.4.1.3. i Dodatak E).

*** Lokalizirana osobna izloženost može premašiti referentne razine navedene u Preporuci Vijeća – to će biti potrebno razmotriti u procjeni rizika, koja se treba temeljiti na informacijama koje je dostavio tim za zdravstvenu zaštitu odgovoran za ugradnju proizvoda i/ili naknadnu zaštitu (vidjeti odjeljak 5.4.1.3. i Dodatak E).

3.2.1. Radne aktivnosti, oprema i radna mjesta koja najčešće zahtijevaju specifičnu procjenu

Radna mjesta koja sadržavaju ili su u blizini opreme koja radi pri visokoj struji ili naponu mogu imati područja jakih elektromagnetskih polja. To će vjerojatno biti slučaj i kod opreme namijenjene namjernom odašiljanju elektromagnetskog zračenja pri velikoj snazi. Ta jaka polja mogla bi premašiti vrijednosti upozorenja ili granične vrijednosti izloženosti navedene u Direktivi o elektromagnetskim poljima ili mogu predstavljati neprihvatljiv rizik zbog neizravnih učinaka.

U prvom stupcu tablice 3.2. navedene su situacije koje bi mogle dovesti do jakih polja koja će obično zahtijevati specifičnu procjenu elektromagnetskih polja. Ova je tablica sastavljena na temelju postojećih mjernih podataka s obzirom na to da primjeri tih situacija upućuju na to da bi polja mogla biti dovoljno jaka da bi se približila i u nekim slučajevima premašila relevantne vrijednosti upozorenja. Stoga naznačeno „Da” u prvom stupcu ne znači da će dostupno polje zasigurno premašiti graničnu vrijednost izloženosti. To zapravo znači da nije moguće sigurno utvrditi da će se granična vrijednost izloženosti uvijek poštovati, imajući na umu raspon varijacije koji će vjerojatno postojati na radnome mjestu. Stoga se preporučuje provesti specifičnu procjenu za svako radno mjesto.

Mora se naglasiti kako su u tablici 3.2. navedeni primjeri situacija koje su uobičajene na radnome mjestu. Ne može se smatrati konačnim popisom te može postojati druga specijalizirana oprema ili neobični postupci koji nisu navedeni. Međutim, popis bi trebao pomoći poslodavcima pri utvrđivanju vrsta situacija koje će vjerojatno zahtijevati dodatnu detaljnu procjenu.

3.3. Radne aktivnosti, oprema i radna mjesta koji nisu navedeni u ovom poglavlju

Ako poslodavci na svojem radnom mjestu otkriju situaciju koja nije spomenuta u unosima u tablici 3.2., prvi je korak prikupiti što više informacija iz priručnika i ostalih dokumenata u njihovom vlasništvu. Sljedeći korak podrazumijevat će provjeru jesu li informacije dostupne kod vanjskih izvora poput proizvođača opreme i trgovačkih udruženja (vidjeti poglavlje 7. ovog vodiča).

Ako nije moguće dobiti informacije o elektromagnetskim poljima ni iz jednog drugog izvora, možda će biti potrebno provesti procjenu mjerenjem ili izračunom (vidjeti poglavlje 8.).

ODJELJAK 2.

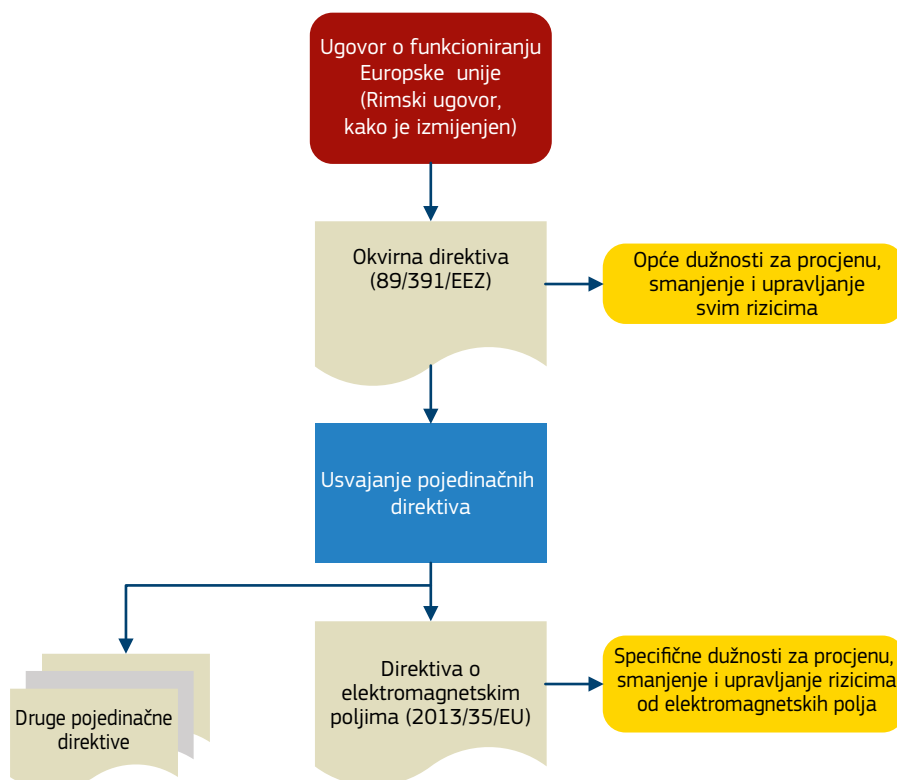
**ODLUČIVANJE O TOME
TREBA LI UČINITI VIŠE**

4. STRUKTURA DIREKTIVE O ELEKTROMAGNETSKIM POLJIMA

Potpuni tekst Direktive o elektromagnetskim poljima (2013/35/EU) nalazi se u Dodatku L ovom vodiču. Ovo poglavlje objašnjava kako i zašto je Direktiva o elektromagnetskim poljima uvedena te pruža sažetak njenih glavnih zahtjeva.

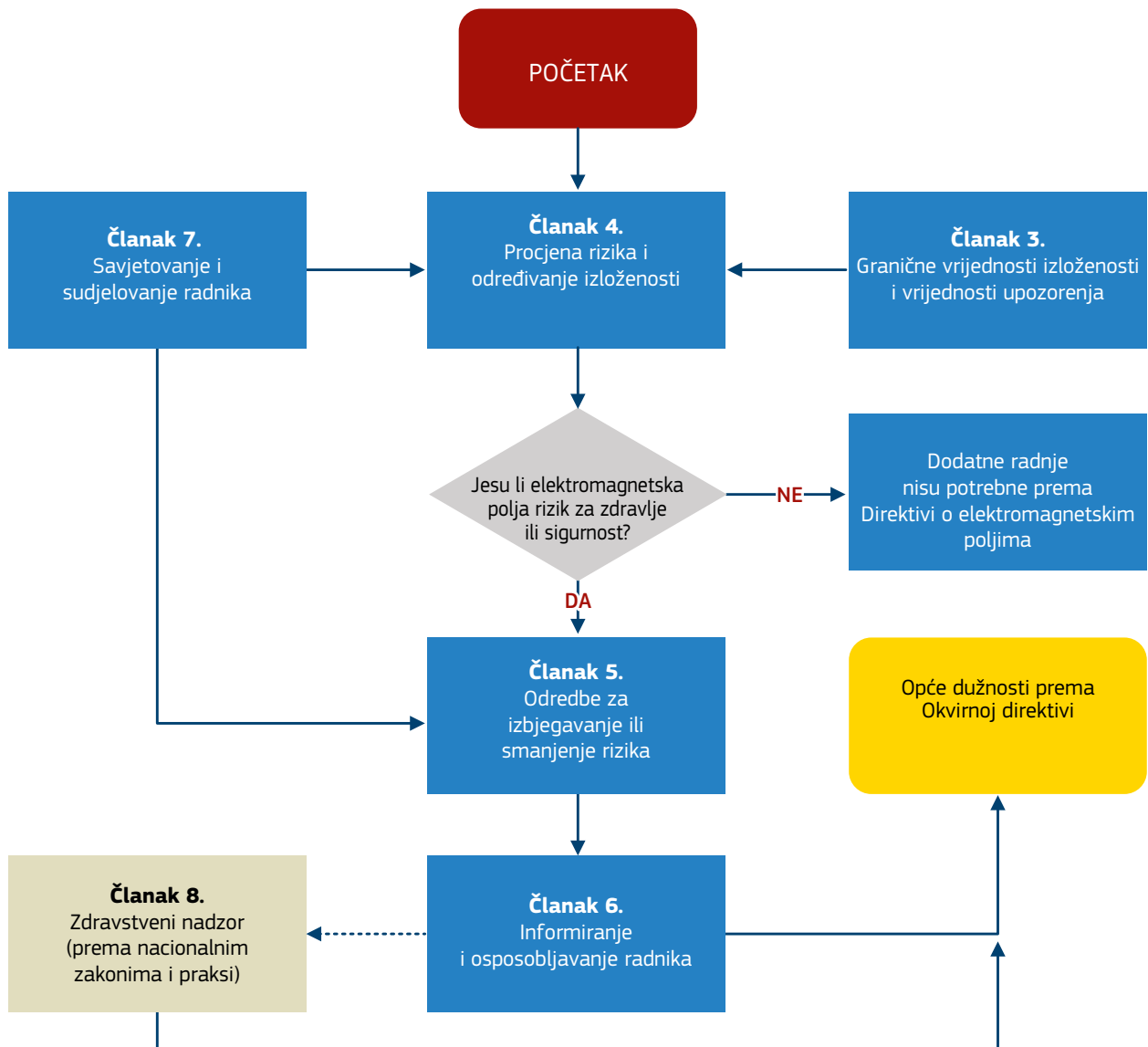
Rimski ugovor (sada Ugovor o funkcioniranju Europske unije) postavlja kao zadaću poticanje poboljšanja radnog okruženja s obzirom na zdravlje i sigurnost radnika. Da bi olakšao izvršenje te zadaće, on omogućuje uvođenje direktiva koje određuju minimalne zahtjeve. Okvirna direktiva (89/391/EEZ) uvedena je 1989. godine kao sveobuhvatna direktiva za ovo područje. Okvirna direktiva utvrđuje opće zahtjeve za procjenu i smanjenje rizika, spremnost na hitne slučajeve, informiranje, sudjelovanje i osposobljavanje radnika, obveze radnika i zdravstveni nadzor. Također omogućuje uvođenje pojedinačnih direktiva, koje zapravo pružaju dodatne detalje o tome kako postići ciljeve Okvirne direktive u specifičnim situacijama. Direktiva o elektromagnetskim poljima je dvadeseta pojedinačna direktiva. Slika 4.1. prikazuje kako se uklapa u šire zakonodavno okruženje.

Slika 4.1. – Shematski prikaz zakonodavnog okruženja Direktive o elektromagnetskim poljima



Slika 4.2. prikazuje pregled glavnih članaka Direktive o elektromagnetskim poljima koji su relevantni za poslodavce te njihovu međusobnu interakciju.

Slika 4.2. – Shematski prikaz interakcije između članaka Direktive o elektromagnetskim poljima



Kako je prije objašnjeno, cilj je Direktive o elektromagnetskim poljima pomoći poslodavcima postizanje usklađenosti s obvezama prema Okvirnoj direktivi za specifične radne situacije koje uključuju izloženost elektromagnetskim poljima. Slijedom toga mnogi zahtjevi iz Direktive o elektromagnetskim poljima odražavaju one iz općenitije Okvirne direktive te se stoga te direktive trebaju upotrebljavati zajedno. Glavni naglasak Direktive o elektromagnetskim poljima je procjena rizika koji proizlaze iz elektromagnetskih polja na radnome mjestu i, ako je potrebno, uvođenje mjera za smanjivanje tih rizika. Međutim, jedan rezultat povezanosti dvije direktive je da bi poslodavci koji već ispunjavaju obveze prema Okvirnoj direktivi trebali napraviti jako malo kako bi postigli usklađenost s Direktivom o elektromagnetskim poljima.

Direktivom o elektromagnetskim poljima žele se uvesti najmanji zahtjevi za zdravlje i sigurnost povezani s radom s elektromagnetskim poljima. U skladu s Ugovorom o funkcioniranju Europske unije, pojedinačne države članice mogu zadržati postojeće zakone ili uvesti nove zakone sa zahtjevima koji su stroži od onih u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

4.1. Članak 3. – Granične vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja

Člankom 3. ograničava se najveća izloženost postavljanjem graničnih vrijednosti izloženosti (ELV-ova) za učinke na osjetila i zdravlje. Te vrijednosti određene su u prilogima II. (netoplinski učinci) i III. (toplinski učinci) Direktivi o elektromagnetskim poljima. ELV-ovi za učinke na zdravlje moraju se poštivati u svakom trenutku. Međutim, prihvatljivo je privremeno prekoračiti ELV-ove za učinke na osjetila pod uvjetom da su radnici informirani te da su provedene druge mjere kako je navedeno u članku 3.



Ključna poruka: Definicije

Mnogi pojmovi korišteni u Direktivi o elektromagnetskim poljima definirani su u članku 2. Međutim, neki pojmovi poput „privremeno” i „opravdano” nisu definirani i mogu se koristiti različito, ovisno o kontekstu. Kada pojmovi nisu izričito definirani u Direktivi o elektromagnetskim poljima, države članice definiraju ih tijekom provođenja, bilo u zakonu ili na drugi način.

Većinom su ELV-ovi izraženi u smislu vrijednosti unutar tijela, koje se ne mogu izravno mjeriti ili jednostavno izračunati. Zbog tog razloga člankom 3. uvode se vrijednosti upozorenja (AL-ove), koje su izražene u smislu vrijednosti u vanjskom polju koje je lakše dobiti mjerenjem ili računanjem. AL-ovi su definirani u prilogima II. i III. Direktivi o elektromagnetskim poljima. Pod uvjetom da AL-ovi nisu prekoračeni, može se pretpostaviti da će izloženost biti u skladu s graničnim vrijednostima izloženosti te daljnja procjena neće biti potrebna. U određenim okolnostima može biti prihvatljivo prekoračiti neke AL-ove, a pravila za to nalaze se u članku 3.

Praktična primjena AL-ova i ELV-ova je komplicirana te je dodatno obrađena u poglavlju 6. ovog vodiča.

4.2. Članak 4. – Procjena rizika i određivanje izloženosti

Prvi korak prema stvaranju sigurnoga radnog mjesta je procjena postojećih rizika. U poglavlju 5. ovog vodiča pružaju se dodatne informacije o procjeni rizika od elektromagnetskih polja na radnome mjestu. To uključuje raspravu o pitanjima koja treba uzeti u obzir kako bi se zadovoljio članak 4. Važno je napomenuti da nije dovoljno samo dokazati usklađenost s AL-ovima i ELV-ovima jer to možda nije dovoljno kako bi se odgovarajuće zaštitili radnici posebno izloženi riziku ili izbjegli sigurnosni rizici od neizravnih učinaka.

Pri procjeni rizika od elektromagnetskih polja na radnome mjestu, potrebno je shvatiti prirodu prisutnih polja. Zbog toga se člankom 4. također zahtijeva od poslodavaca da prepoznaju i procijene elektromagnetska polja na radnome mjestu. Međutim, poslodavcima se dopušta uzimanje u obzir informacija koje su naveli drugi te zahtijeva od njih vlastitu procjenu polja samo kada usklađenost nije moguće dokazati drugačije.

Prihvatljivost korištenja podataka koje su naveli proizvođači ili koji su objavljeni u bazama podataka općenitih procjena je važna jer će za većinu poslodavaca to biti najjednostavniji način procjene elektromagnetskih polja na radnome mjestu. Uporaba podataka koje su naveli drugi dodatno je obrađena u poglavlju 7. ovog vodiča i prikazana u nekim studijama slučaja u svesku 2.

Čak i kad poslodavac treba osobno procijeniti polja, člankom 4. dopušta mu se izbor između mjerenja i izračuna. Ta fleksibilnost omogućuje poslodavcima da odaberu najjednostavniji pristup za svoju situaciju. Postoji mnogo čimbenika koji utječu na odabir pristupa, a dodatno su obrađeni u poglavlju 8. ovog vodiča, dok su dodatne smjernice dostupne u Dodatku D.

4.3. Članak 5. – Odredbe za izbjegavanje ili smanjenje rizika

Pod uvjetom da AL-ovi nisu prekoračeni i da se drugi učinci mogu isključiti, poslodavci ne moraju poduzimati dodatne mjere osim osigurati da i dalje ispunjavaju svoje obveze u skladu s Okvirnom direktivom. To uključuje redovite preglede procjene rizika kako bi se osiguralo da je i dalje valjana.

Kada su AL-ovi prekoračeni, poslodavac može pokušati dokazati usklađenost s ELV-ovima i odsutnost drugih sigurnosnih rizika od elektromagnetskih polja ako je to moguće. Međutim, u mnogim slučajevima može biti jednostavnije i jeftinije provesti mjere za sprječavanje rizika nego dokazivati usklađenost s ELV-om. U vezi s drugim aspektima Direktive o elektromagnetskim poljima, općeniti pristupi izbjegavanju i smanjenju rizika prate one iz Okvirne direktive. Većina će poslodavaca imati nekoliko mogućih opcija, a najprikladnija će ovisiti o njihovoj situaciji. Uobičajeni pristupi obrađeni su u poglavlju 9. ovog vodiča, uključujući i neke mjere koje su specifične za rizike od elektromagnetskih polja.

Kao što je navedeno u odjeljku 4.1., člankom 3. omogućuje se privremeno prekoračenje niskih AL-ova i ELV-ova za osjetila, ovisno o uvjetima. Člankom 5. određuju se mjere opreza koje treba provesti u takvim situacijama.

Čak i kada AL-ovi nisu prekoračeni, poslodavac treba uzeti u obzir da to možda neće pružiti odgovarajuću zaštitu radnicima izloženim posebnom riziku ili spriječiti sigurnosne rizike od neizravnih učinaka. Često je dostupno nekoliko mogućnosti za upravljanje tim rizicima, a one su također dodatno obrađene u poglavlju 9.

4.4. Članak 6. – Informiranje i osposobljavanje radnika

Kao i drugi aspekti Direktive o elektromagnetskim poljima, zahtjevi članka 6. uglavnom su slični odgovarajućim člancima u Okvirnoj direktivi. Kada se rizici prepoznaju, potrebno je pružiti odgovarajuće informacije i osposobljavanje. Međutim, priznaje se da mnogi radnici nisu upoznati s prirodom opasnosti povezanih s elektromagnetskim poljima, mogućim simptomima ili pojmovima poput ELV-ova i AL-ova, te ih iz tog razloga treba posebno obraditi u svakoj obuci. Zaposlenicima također treba dati specifične podatke o rezultatima procjene za njihovo konkretno radno mjesto.

Jednako je važno realno razmotriti rizike. Radnici trebaju biti svjesni da mnogi izvori elektromagnetskih polja na radnome mjestu ne predstavljaju rizik za njihovo zdravlje ili sigurnost. Mnogi izvori, poput mobilnih telefona ili opreme za dizanje, zapravo mogu doprinijeti njihovoj dobrobiti ili im olakšati posao. Pružanje informacija i osposobljavanje dodatno je obrađeno u poglavlju 9. ovog vodiča.

4.5. Članak 7. – Savjetovanje i sudjelovanje radnika

U članku 7. Direktive o elektromagnetskim poljima izravno se upućuje na članak 11. Okvirne direktive.

4.6. Članak 8. – Zdravstveni nadzor

Članak 8. Direktive o elektromagnetskim poljima nadovezuje se na zahtjeve iz članka 14. Okvirne direktive. Državama članicama izričito je dopušteno prilagoditi te zahtjeve sustavima kojima se već koriste, tako da će se praktična provedba tog članka vjerojatno razlikovati od države do države. Određene smjernice za zdravstveni nadzor pružene su u poglavlju 11. ovog vodiča.

4.7. Članak 10. – Odstupanja

Člankom 10. dopušteno je jedno nediskrecijsko i dva diskrecijska odstupanja. Odstupanje je ublažavanje zakonskog zahtjeva. U ovom slučaju to znači da u određenim okolnostima poslodavci ne moraju ispunjavati neke zahtjeve iz Direktive o elektromagnetskim poljima, pod uvjetom da su radnici i dalje odgovarajuće zaštićeni.

Nediskrecijsko odstupanje odnosi se na ugradnju, ispitivanje, uporabu, razvoj i održavanje ili istraživanje povezano s korištenjem opreme za magnetsku rezonanciju (MRI) u zdravstvenom sektoru. Odstupanje dopušta da izloženost prekorači ELV-ove pod uvjetom da su zadovoljeni određeni uvjeti. Ti uvjeti dodatno su obrađeni u Dodatku F ovom vodiču, zajedno sa smjernicama za dokazivanje usklađenosti za poslodavce.

Prvo diskrecijsko odstupanje dopušta državama članicama da dopuste korištenje alternativnim sustavima zaštite za osoblje koje radi u vojnim objektima, uključeno je u vojne aktivnosti ili sudjeluje u zajedničkim međunarodnim vojnim vježbama. To odstupanje podliježe uvjetu da su štetni učinci na zdravlje i sigurnosni rizici spriječeni.

Drugo diskrecijsko odstupanje je opće odstupanje kojim se omogućuje državama članicama da dopuste privremeno premašivanje ELV-ova u specifičnim sektorima ili za specifične aktivnosti koje podliježu određenim uvjetima.

Odstupanja su dodatno obrađena u odjeljku 6.4. ovog vodiča.

4.8. Sažetak

Direktiva o elektromagnetskim poljima trebala bi pomoći poslodavcima postići usklađenost sa zahtjevima iz Okvirne direktive u smislu specifičnih rizika povezanih s elektromagnetskim poljima. Većina će poslodavaca već ispunjavati svoje obaveze iz Okvirne direktive te će na taj način ispuniti obveze iz Direktive o elektromagnetskim poljima. Međutim, za neka radna mjesta gdje su polja jača poslodavci će morati napraviti detaljniju procjenu i provesti dodatne mjere opreza kako bi se izbjegli ili smanjili rizici. Poslodavci će također morati pružiti informacije i osposobljavanje svojem osoblju, uključiti radnike u upravljanje rizicima i pridržavati se nacionalne prakse u vezi sa zdravstvenim nadzorom.

Magnetska rezonancija u zdravstvenom sektoru podliježe nediskrecijskom odstupanju. Dodatnim odstupanjima državama članicama omogućuje se uvođenje alternativnih sustava zaštite za vojne aktivnosti i dopuštanje privremenog prekoračenja ELV-ova u drugim sektorima koji podliježu uvjetima.

5. PROCJENA RIZIKA U KONTEKSTU DIREKTIVE O ELEKTROMAGNETSKIM POLJIMA

Procjena rizika temeljni je zahtjev Okvirne direktive, i to se vidi u članku 4. Direktive o elektromagnetskim poljima. Time se uvodi niz specifičnih pitanja koja se moraju razmotriti kada se procjenjuje rizik od elektromagnetskog polja. Ovo poglavlje pruža savjete o tome kako pristupiti procjeni rizika od elektromagnetskih polja. Pojedinačni poslodavci mogu izmijeniti savjete da ih prilagode svojim postojećim sustavima procjene rizika.

Općenito ne postoje stroga pravila o tome kako provesti procjenu rizika, iako se uvijek isplati provjeriti pri državnim tijelima ako postoje određeni nacionalni zahtjevi. Strukturirani pristupi procjeni rizika obično su najefikasniji jer omogućavaju sustavno identificiranje opasnosti i radnika izloženih riziku. To će pomoći u izbjegavanju situacija gdje se rizici nenamjerno previđaju. Složenost će procjene biti promjenjiva ovisno o naravi zadaća koje se moraju procijeniti, ali iskustvo nalaže da ju je u većini situacija najbolje izvoditi što jednostavnije.

Kako stroga pravila o provođenju procjene rizika ne postoje, tako se može razlikovati i uporabljena terminologija. U ovom se poglavlju rabe isti termini i definicije kakve preporučuje Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu (tablica 5.1.).

Tablica 5.1. – Termini i definicije koji se rabe u ovom vodiču u vezi s procjenom rizika

Opasnost	Intrinzično svojstvo ili mogućnost nečega s potencijalom nanošenja štete
Rizik	Vjerojatnost da će potencijal za stvaranje štete biti postignut pod uvjetima korištenja i/ili izlaganja, te mogući opseg štete
Procjena rizika	Postupci procjene rizika na zdravlje i sigurnost radnika dok su na radnome mjestu koji proizlazi iz okolnosti pojavljivanja opasnosti na radnome mjestu

Potpuna procjena rizika mora razmotriti sve opasnosti povezane s radnom djelatnošću. Međutim, za potrebe ovog vodiča raspravljat će se samo o opasnosti od elektromagnetskog polja. Neki primjeri procjene rizika specifične za elektromagnetska polja dani su u studijama slučaja u svesku 2. ovog vodiča. Proizvođač će za neke primjene pružiti informacije za donošenje zaključka da se rizikom pravilno upravlja. Stoga, postupak procjene rizika ne mora biti zahtjevan. Procjena mora biti očuvana u skladu s nacionalnim zakonima i praksom.

Procjena rizika odgovornost je uprave, ali mora biti provedena u savjetovanju s radnicima, kojima moraju biti pružene informacije o ishodu procjene.

5.1. Platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika (*Online Interactive Risk Assessment – OiRA*)

U nastojanju da pomogne mikro i malim poduzećima, Europska agencija za sigurnost i zdravlje na poslu razvila je platformu za internetsku interaktivnu procjenu rizika. Ona se nalazi na zasebnoj internetskoj stranici (www.oiraproject.eu) na kojoj se mogu pronaći alati OiRA. Oni su besplatni i osmišljeni su kao pomoć poslodavcima pri uspostavi postupka procjene rizika koji se provodi korak po korak. S obzirom na to da su alati specifični s obzirom na sektor, oni pomažu poslodavcima u identifikaciji najčešćih opasnosti u njihovim sektorima.

Postoji četiri glavna stadija u postupku OiRA, kao što je prikazano u tablici 5.2. u nastavku.

Tablica 5.2. – Stadiji u postupku OiRA

Priprema	Tu se nalazi pregled određene procjene koju ćete započeti i može vam omogućiti daljnju prilagodnu procjene posebnoj naravi vašeg poslovanja.
Identifikacija	OiRA će predstaviti niz potencijalnih opasnosti za zdravlje i sigurnost ili problema koji bi mogli postojati na vašem radnom mjestu. Odgovaranjem na izjave/pitanja s da ili ne, tvrdite da takve opasnosti ili problemi postoje ili ne. Također možete i pitanje ostaviti neodgovoreno, te tako odgoditi odgovaranje na to pitanje za poslije.
Procjena	Ovdje možete odrediti razinu rizika koji je povezan sa svakim predmetom koji ste identificirali kao „mora se razmotriti” u stadiju „Identifikacija”.
Akcijski plan	U četvrtom stadiju procjene možete odlučiti koje ćete korake poduzeti da riješite rizike koje ste prije toga identificirali i koje resurse bi to moglo zahtijevati. Na temelju toga automatski će se izraditi izvještaj u sljedećem koraku.

Upute opisane u nastavku usklađene su s postupkom OiRA i trebale bi biti korisne onima koji se koriste alatima OiRA. Međutim, prihvaća se da neće svi poslodavci htjeti upotrebljavati alate OiRA. Neki možda već imaju postavljene sustave procjene rizika, dok se drugi možda služe sustavima upravljanja zdravljem i sigurnosti poput OHSAS 18001. Savjeti dani u ovom poglavlju stoga su namijenjeni da budu relevantni u svim tim situacijama.

5.2. 1. korak – Priprema

Prvi je korak u svakoj procjeni rizika prikupljanje informacija o radnim djelatnostima, uključujući:

- opis radnih zadataka;
- tko izvršava djelatnost;
- kako se djelatnost izvršava;
- kojom se opremom koristi za izvršavanje radnih zadataka.

Savjetovanja s radnicima i promatranje radnih djelatnosti od posebne su važnosti u ovom stadiju. Kako se radna aktivnost izvršava u praksi može se razlikovati od toga kako se izvršava u teoriji.

Također je važno osigurati da procjena razmatra i rutinske radnje i radnje koje nisu rutinske ili su neučestale. One bi mogle biti:

- čišćenje;
- održavanje;
- servisiranje;
- popravak;
- nove ugradnje;
- puštanje u rad;
- povlačenje iz uporabe.

5.3. 2. korak – Identifikacija opasnosti i onih koji su izloženi riziku

5.3.1. Identifikacija opasnosti

Prvi je korak u identifikaciji opasnosti od elektromagnetskog polja identificiranje djelatnosti i opreme koja proizvodi elektromagnetska polja na radnome mjestu. Bit će korisno usporediti ovaj popis s tablicom 3.2. u poglavlju 3. jer je u mnogo slučajeva narav djelatnosti ili izvedbe opreme takva da se stvaraju samo slaba polja. Takva slaba polja neće biti opasna, čak i ako se više aktivnosti ili dijelova opreme nalazi u neposrednoj blizini.

Direktiva o elektromagnetskim poljima prihvaća da su neka radna mjesta koja su otvorena za javnost možda već prošla procjenu povodom Preporuke Vijeća o ograničavanju izlaganja javnosti elektromagnetskim poljima (1999/519/EZ). Uz uvjet da su takva radna mjesta sukladna s Preporukom Vijeća 1999/519/EZ i da se rizici zdravlju i sigurnosti mogu odbaciti, ne postoji zahtjev za provođenje bilo kakve daljnje procjene izloženosti. Smatra se da su ti uvjeti ispunjeni ako:

- se opremom namijenjenom za javnu uporabu koristi kako je namijenjena;
- je oprema sukladna s direktivama za proizvode koje uspostavljaju strože razine sigurnosti od onih koje se nalaze u Direktivi o elektromagnetskim poljima;
- se ne koristi drugom opremom.

Tablica 3.2. u poglavlju 3. također će biti korisna za utvrđivanje djelatnosti i opreme za koje će vjerojatno biti potrebna detaljna procjena.

Neki će izvori stvoriti snažna polja koja nisu pristupačna tijekom uobičajenog korištenja zbog kućišta opreme ili čuvanja radnih područja. U ovim će situacijama biti važno imati na umu mogu li radnici pristupiti snažnim poljima tijekom održavanja, servisiranja ili popravka.

Proizvođači i monter i opreme morat će u obzir uzeti da ispitivanje djelomično izrađene opreme može omogućiti radnicima pristup snažnim poljima koja bi inače bila nepristupačna.

5.3.2. Utvrđivanje postojećih zaštitnih i preventivnih mjera

Na većini će radnih mjesta već postojati niz zaštitnih i preventivnih mjera sa svrhom uklanjanja ili smanjivanja rizika na radnome mjestu. Takve su mjere možda provedene upravo za elektromagnetska polja. U drugim slučajevima možda su provedena za druge opasnosti, ali će poslužiti za ograničavanje pristupa elektromagnetskim poljima.

Stoga je važno utvrditi postojeće zaštitne i preventivne mjere kao čimbenik u postupku procjene rizika.

5.3.3. Utvrđivanje osoba koje su izložene riziku

Potrebno je utvrditi tko bi mogao nastradati od opasnosti koje se razmatraju. Kada se to radi, važno je uzeti u obzir sve radnike na radnome mjestu. Oni koji izvršavaju radne djelatnosti ili se koriste opremom koja stvara snažna polja trebali bi se lako prepoznati. Međutim, važno je uzeti u obzir one koji izvršavaju druge zadaće ili rade s drugom opremom, ali bi također mogli biti izloženi poljima. Na primjer, procjena polja od stolnog točkastog zavarivača u studiji slučaja proizvodne radionice (svezak 2. ovog vodiča) pokazuje da polje nije najsnažnije na poziciji operatera, nego pokraj opreme. Ako bi se zavarivač nalazio pored označenog prolaza, tada bi drugi radnici koji prolaze pokraj njega bili izloženi snažnijim poljima nego operater.

Također je važno uzeti u obzir rizike kojima su izloženi oni koji nisu izravni zaposlenici ali koji bi svejedno mogli biti prisutni na radnome mjestu. To bi moglo uključivati posjetitelje, servisne inženjere, druge izvođače, te radnike dostave.

5.3.4. Radnici koji su izloženi posebnom riziku

Postoji zahtjev da se u obzir uzmu radnici koji bi mogli biti izloženi osobitom riziku i Direktiva o elektromagnetskim poljima točno određuje četiri skupine radnika koji pripadaju toj kategoriji (vidjeti tablicu 3.1. za dodatne podrobnosti):

- radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode;
- radnici koji nose pasivne ugrađene medicinske proizvode;
- radnici s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu;
- trudne radnice.

Radnici koji pripadaju bilo kojoj od tih skupina mogu biti izloženi većem riziku od elektromagnetskih polja od opće radne populacije i za njih mora vrijediti posebna procjena rizika (vidjeti odjeljak 5.4.1.3. dolje). Ponekad to može pokazati da je rizik i dalje unutar granica tolerancije, ali u drugim slučajevima možda će biti potrebno izvršiti prilagodbe njihovim radnim uvjetima da se umanjí rizik.

5.4. 3. korak – Procjena i određivanje prioriteta rizicima

5.4.1. Procjena rizika

Procjena rizika može uključivati različite razine složenosti, od jednostavne prosudbe je li rizik nizak, srednji ili visok do visoko kvantitativne analize. Jednostavna će procjena obično biti prikladna gdje su sva polja na niskoj razini, npr. gdje sve djelatnosti i oprema imaju „Ne” u *svim* stupcima tablice 3.2. Međutim, gdje se očekuje da će polja biti snažnija, procjena će vjerojatno biti složenija i može uključivati element kvantitativne procjene da se utvrdi težina svake opasnosti.

Procjena rizika u obzir bi trebala uzimati i ozbiljnost opasnog događaja i vjerojatnost da će do takvog događaja doći.

Ocjena ozbiljnosti koja se pridaje trebala bi odražavati očekivani ishod od opasnog događaja. Niz mogućih ishoda raznih razina ozbiljnosti moguć je zbog interakcija elektromagnetskih polja na radnome mjestu. Primjeri mogućih ishoda i ozbiljnosti dani su dolje. U praksi će dodjeljivanje ozbiljnosti biti predmet za prosudbu procjenitelja i na njega će utjecati snaga pristupačnog polja i druge lokalne okolnosti.

Tablica 5.3. – Primjeri mogućih ishoda i ozbiljnosti koje su posljedica interakcija elektromagnetskih polja na radnome mjestu

Ishod	Ozbiljnost
Osjećaji vrtoglavice i mučnine Dojam svjetlosnih bljeskova (fosfeni) Osjećaj trnaca ili bol (stimulacija živaca) Mali porast temperature tkiva Učinak mikrovalova na sluh	Manja
Pomicanje feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima Interferencija s ugrađenim medicinskim proizvodima Veliki porast temperature tkiva	Ozbiljna
Zapaljenje zapaljivih okruženja Paljenje detonatora	Smrtonosna

Procjena vjerojatnosti mora u obzir uzeti određeni broj čimbenika uključujući pristup polju i narav radova koji se izvršavaju. Čest pristup snažnim poljima ograničen je zbog drugih razloga, poput mehaničkih ili električnih opasnosti. U ovakvim okolnostima potrebno je provesti daljnja ograničenja. Isto tako, procjena vjerojatnosti u obzir mora uzeti radni proces. Na primjer, indukcijska peć može raditi punom snagom tijekom prve faze grijanja, ali uobičajeno je da radnici ne smiju biti u neposrednoj blizini peći tijekom ovog dijela ciklusa. Poslije, kada se punjenje rastali, peć može raditi smanjenom snagom, tako da će polja biti mnogo slabija.

Procjena rizika mora u obzir uzeti sve postojeće preventivne mjere ili mjere opreza koje su već na snazi (vidjeti odjeljak 5.3.2.).

Elektromagnetska polja mogu izazvati rizike i izravnim i neizravnim interakcijama i ovi se rizici moraju zasebno procjenjivati. Osim toga, neki radnici mogu biti izloženi posebnom riziku (vidjeti odjeljak 5.3.4. gore) i rizici ovim radnicima moraju se posebno ocijeniti.



Ključna poruka: procjena rizika

Procjena rizika ne mora biti složena i poslodavci se mogu služiti tablicom 3.2. da odluče koliko je detalja potrebno za nju. Procjena bi u obzir morala uzeti i ozbiljnost opasnog događaja i vjerojatnost da će do takvog događaja doći.

5.4.1.1. Izravni učinci

Procjena rizika koja je posljedica izravnih interakcija elektromagnetskih polja s radnicima mora u obzir uzeti karakteristike pristupačnih polja. Glavni čimbenici koji utječu na razmjer bilo koje opasnosti bit će postojeća frekvencija (ili frekvencije) i snaga polja. Međutim, drugi čimbenici poput valnog oblika, prostorne uniformnosti, te promjene u jakosti polja kroz vrijeme također mogu biti važni.

Ključni dio ovog aspekta procjene jest utvrditi mogu li radnici biti izloženi u većoj mjeri od ELV-ova (vidjeti poglavlje 6.). Tamo gdje se granične vrijednosti izloženosti ne mogu premašiti nema opasnosti od izravnih učinaka.

Općenito, za vremenski promjenjiva polja s frekvencijama između 1 Hz i 6 GHz, ELV-ovi se ne mogu lako izmjeriti ili izračunati i većini će poslodavaca biti jednostavnije procijeniti premašuju li pristupačna polja vrijednosti upozorenja (AL-ove) izravnih učinaka. Ako se vrijednosti upozorenja ne mogu premašiti, ne mogu se premašiti niti ELV-ovi.

Direktiva o elektromagnetskim poljima ne zahtijeva od poslodavaca da rade izračune ili poduzimaju mjere da bi utvrdili da vrijednosti upozorenja nisu prekoračene osim ako ova informacija nije dostupna nigdje drugdje. Mnogi će poslodavci vidjeti da se za sve njihove djelatnosti i opremu u sva tri stupca tablice 3.2. nalazi „Ne”. U tom slučaju vrijednosti upozorenja neće biti premašene, čak i ako se više djelatnosti ili dijelova opreme nalazi u neposrednoj blizini. Čak i ako djelatnosti ili oprema nisu navedeni u tablici 3.2., informacije koje potvrđuju da vrijednosti upozorenja nisu premašene mogu biti drugdje dostupne (vidjeti poglavlje 7.).

Ako poslodavci ne mogu pokazati da su sukladni ili s AL-ovima ili s ELV-ovima iz lako dostupnih informacija, mogu poduzeti detaljniju procjenu (vidjeti poglavlje 8.), ili mogu razmotriti mogućnost uvođenja mjera koje će ograničiti pristup poljima (vidjeti poglavlje 9.).

5.4.1.2. Neizravni učinci

Elektromagnetska polja mogu uzrokovati rizike sigurnosti i zdravlju posredstvom interakcije s predmetima koji su prisutni u polju. Direktiva o elektromagnetskim poljima zahtijeva da se i ti rizici procijene, te se moraju procijeniti zasebno od rizika od izravnih učinaka.

Direktiva o elektromagnetskim poljima utvrđuje određeni broj neizravnih učinaka koji bi se morali procijeniti:

- interferencija s medicinskim elektroničkim uređajima i proizvodima uključujući srčane stimulatore i druge implantate ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu;
- rizik od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima;
- paljenje elektroeksplozivnih uređaja (detonatora);
- požari i eksplozije koje su posljedica zapaljenja zapaljivih materijala iskrama koje su prouzročila inducirana polja, dodirne struje ili pražnjenja iskrum;
- dodirne struje.

Mnogi od ovih neizravnih učinaka pojavit će se samo u posebnim situacijama i stoga će za većinu poslodavaca prvi korak biti razmotriti je li vjerojatno da će do ovih rizika uopće doći na njihovom radnome mjestu.

Direktiva o elektromagnetskim poljima navodi AL-ove da se pomogne poslodavcima u procjeni rizika za dva od ovih neizravnih učinaka: rizik od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima; te dodirne struje. Ako AL nije premašen, rizik je nizak i nisu potrebne daljnje preventivne mjere ili mjere opreza.

Za preostale neizravne učinke ne postoje AL-ovi, ali europske norme pružaju dodatne smjernice za procjenu rizika. O tome se više raspravlja u dodatku E ovom vodiču.

5.4.1.3. Radnici koji su izloženi posebnom riziku

Za radnike koji su izloženi posebnom riziku (vidjeti tablicu 3.1.) procjena je uglavnom složenija. Moguće je da AL-ovi za izravne učinke ne pruže dovoljnu zaštitu za te radnike i da bude potrebna zasebna procjena.

Za radnike s medicinskim implantatima ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu možda su dane posebne informacije o sigurnim jakostima polja. U tom slučaju te će informacije pružiti kriterije za procjenu i trebale bi imati prednost u odnosu na općenitije informacije ako su one dostupne. Na primjer, procjena u vezi s osobom sa srčanim stimulatorom u studiji slučaja uređaja s radiofrekventnom plazmom (svezak 2.) koristi se podacima proizvođača.

Ako specifične informacije nisu dostupne u vezi s medicinskim implantatima ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu i za trudne radnice, poslodavci se moraju posavjetovati sa smjericama iz dodatka E ovog vodiča.



Ključna poruka: pitanja koja se moraju razmotriti

Prilikom procjenjivanja rizika od elektromagnetskih polja poslodavci bi morali u obzir uzeti i izravne i neizravne učinke. Neki radnici mogu biti posebno izloženi riziku od elektromagnetskih polja (vidjeti tablicu 3.1.) te se to također mora uzeti u obzir.

5.5. 4. korak – Odlučivanje o preventivnim postupcima

Ako su rizici utvrđeni, prvi korak jest saznati mogu li se oni ukloniti. Je li moguće smanjiti jakosti polja do razine koja ne predstavlja rizik ili je li moguće spriječiti pristup polju?

Gdje je to moguće, odluke o preventivnim mjerama trebale bi se donositi u fazama projektiranja ili kupovine za nove postupke ili opremu.

Poglavlje 9. ovog vodiča pruža smjernice za preventivne i zaštitne mjere koje se mogu poduzeti da se smanje rizici od elektromagnetskih polja. Kolektivna zaštita uvijek mora imati prednost pred osobnom zaštitom.

5.6. 5. korak – Poduzimanje mjera

Ako je potrebno poduzeti mjere, važno je odrediti prioritete provedbe zaštitnih ili preventivnih mjera. Prioritet bi trebao biti određen na temelju razmjera rizika i ozbiljnosti ishoda ako bi došlo do opasnog događaja. Moguće je da nije praktično odmah provesti sve nove mjere. U takvoj situaciji mora se donijeti odluka o tome mogu li se provesti privremene mjere koje će omogućiti nastavak rada dok se ne provedu trajne mjere. Alternativno, može se donijeti odluka da će se rad prekinuti dok se ne uvedu nove mjere.

5.7. Dokumentiranje procjene rizika

Važno je zabilježiti rezultate procjene rizika. To bi trebalo odrediti ključne elemente procjene rizika, uključujući prepoznane opasnosti, radnike koji su potencijalno izloženi riziku i ishod procjene. Ako su prepoznani radnici koji su izloženi posebnom riziku, to bi također trebalo zabilježiti. Zahtjevi za nove zaštitne ili preventivne mjere moraju se dokumentirati, kao i pripreme za kasniju reviziju procjene.

5.8. Nadzor i revizija procjene rizika

Važno je redovito revidirati procjenu rizika da bi se odredilo je li bila prikladna i jesu li zaštitne ili preventivne mjere bile djelotvorne. Ta revizija mora u obzir uzeti rezultate bio kakvih rutinskih provjera stanja opreme jer svako kvarenje može utjecati na zaključke procjene rizika. Također je presudno važno provesti reviziju procjene rizika ako se promijene uporabljena oprema ili radne prakse.

Poslodavci bi također morali zapamtiti da se status radnika može promijeniti. Na primjer, radniku se može ugraditi medicinski implantat ili radnica može zatrudnjeti. Takva promjena morala bi potaknuti reviziju procjene rizika da se utvrdi je li ona još uvijek prikladna.

Ako su radnici privremeno izloženi premašenim razinama niskog AL-a za magnetska polja (tablica B.2. Priloga II. Direktivi o elektromagnetskim poljima) ili bilo kojem od osjetilnih ELV-ova mogu iskusiti prolazne simptome. Simptomi mogu biti:

- vrtoglavica ili mučnina od izloženosti statičkim i niskofrekventnim magnetskim poljima;
- osjetilne percepcije poput svjetlosnih bljeskova (fosfena) ili manjih promjena u moždanoj funkciji zbog izloženosti elektromagnetskom polju niske frekvencije;
- osjetilne percepcije poput „učinka mikrovalova na sluh” uzrokovanoga izloženosti pulsним radiofrekventnim magnetskim poljima pod određenim uvjetima (vidjeti odjeljak B.5.).

Ako radnici prijave takve simptome, poslodavac mora provesti reviziju i, ako je to potrebno, ažurirati procjenu rizika. To može dovesti do odabira dodatnih preventivnih ili zaštitnih mjera.

ODJELJAK 3.

**PROCJENA
USKLAĐENOSTI**

6. UPORABA GRANIČNIH VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI I VRIJEDNOSTI UPOZORENJA

Kao što je navedeno u poglavlju 2., izlaganje elektromagnetskim poljima može ovisno o frekvenciji stvoriti različite učinke. Slijedom toga, Direktivom o elektromagnetskim poljima utvrđene su granične vrijednosti izloženosti (ELV-ovi) za:

- netoplinske učinke (0 – 10 MHz) u Prilogu II.;
- toplinske učinke (100 kHz – 300 GHz) u Prilogu III.

Iz toga slijedi da je općenito nužno znati frekvenciju (ili frekvencije) elektromagnetskog polja prije odabira ispravnog ELV-a. Moguće je vidjeti da se dva raspona preklapaju. Stoga se u srednjem rasponu frekvencije (100 kHz–10 MHz) mogu stvoriti i toplinski i netoplinski učinci te zato treba u obzir uzeti obje granične vrijednosti izloženosti.

Za frekvencije između 1 Hz i 6 GHz, granične se vrijednosti određuju u pogledu vrijednosti unutar tijela koje se ne mogu jednostavno izmjeriti ili izračunati. Direktiva o elektromagnetskim poljima stoga također utvrđuje i vrijednosti upozorenja (AL-ovi) koji su postavljeni s obzirom na vrijednosti u vanjskim poljima koje se mogu relativno jednostavno izmjeriti ili izračunati. Ove vrijednosti upozorenja dobivene su iz graničnih vrijednosti izloženosti pomoću konzervativnih pretpostavki te stoga usklađenost s relevantnim vrijednostima upozorenja uvijek osigurava usklađenost s odgovarajućim graničnim vrijednostima izloženosti. Međutim, moguće je premašiti AL, a istodobno biti u skladu s ELV-om. To je dodatno obrađeno u odjeljku 6.1. Slika 6.1. prikazuje postupak odlučivanja pristupa usklađenosti s AL-ovima ili ELV-ovima.

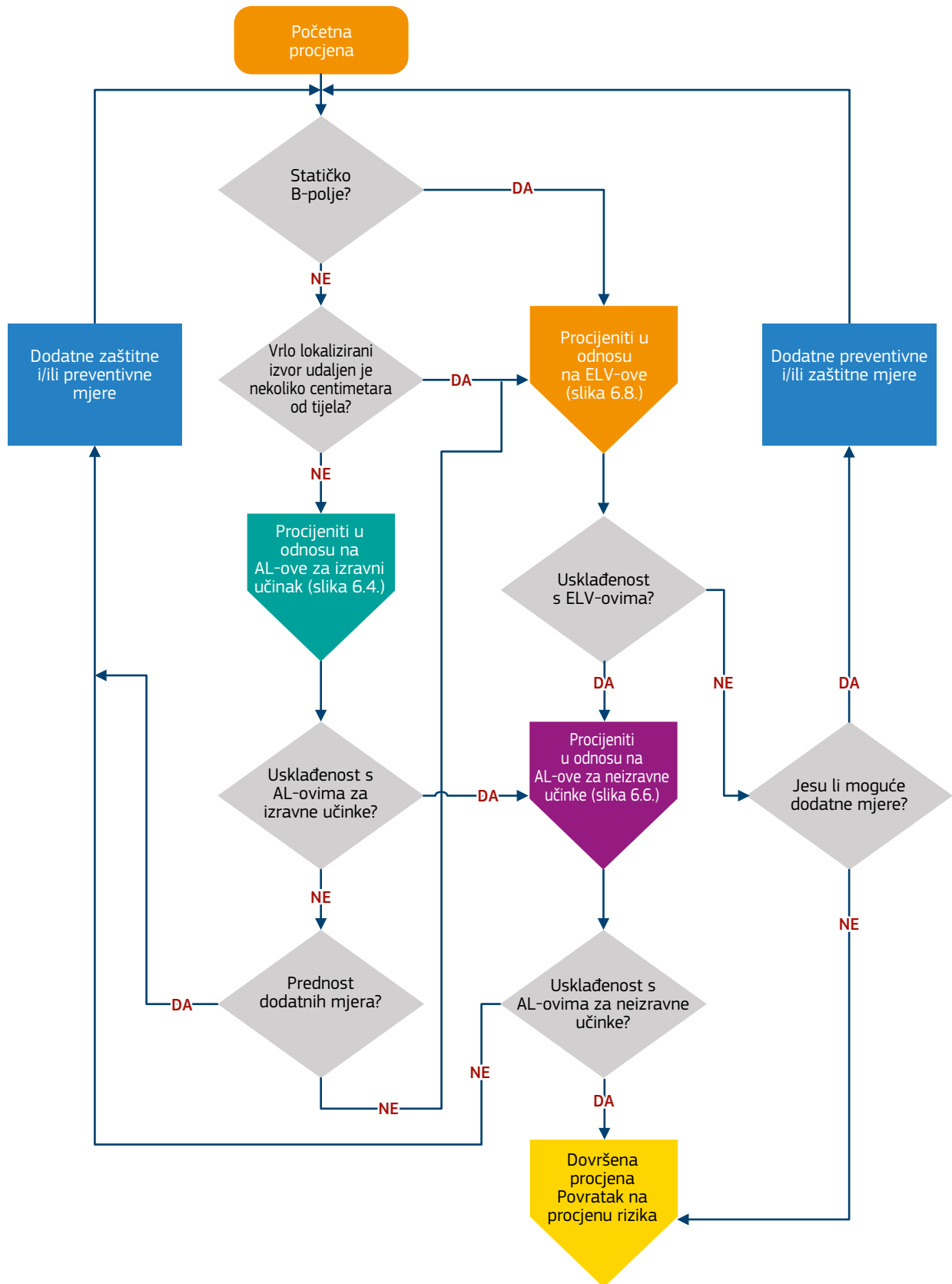
Usporedba AL-ova i ELV-ova čini početak postupka procjene rizika. Ako se usklađenost s AL-ovima ne može prikazati, poslodavci se umjesto toga mogu odlučiti na procjenu u odnosu na ELV-ove. Međutim, takva će procjena vjerojatno biti složenija i zbog tog razloga skuplja. U mnogim je slučajevima moguće provesti dodatne mjere da bi se postigla usklađenost ili s AL-ovima ili s ELV-ovima. Jednom kada je poslodavac dokazao usklađenost ili iscrpio sve primjenjive mogućnosti za dodatne mjere, trebalo bi se nastaviti s postupkom procjene rizika (vidjeti poglavlje 5.).

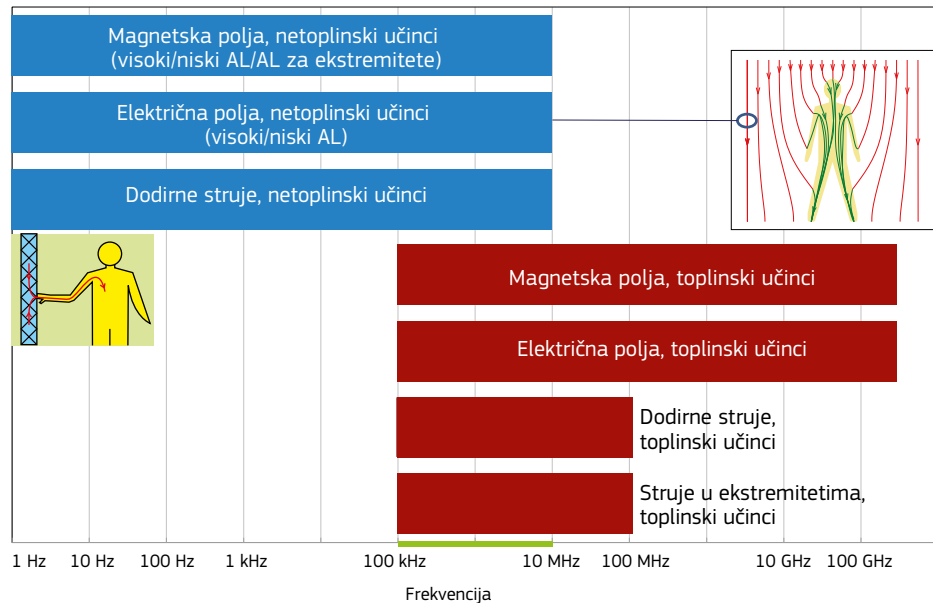
Puna procjena izloženosti radnika i usporedba s ELV-ovima može biti složena i izvan opsega ovog vodiča. Dodatne informacije o procjenama dane su u Dodatku D ovog vodiča. Ipak, glavna svrha informacija danih u ovom poglavlju jest objasniti kako sustav ELV-ova i AL-ova radi u praksi tako da poslodavci mogu odlučiti žele li se istih prihvatiti sami ili žele potražiti stručnu pomoć.

Direktiva određuje broj različitih AL-ova, pri čemu se istodobno može primijeniti više od jednoga. AL-ovi su povezani ili s izravnim ili s neizravnim učincima. Pri niskim frekvencijama, električna i magnetska polja mogu se smatrati nezavisnima (takozvana kvazistatička aproksimacija) te oba izazivaju električna polja u tijelu. Stoga pri niskim frekvencijama postoje AL-ovi za električna i magnetska polja. AL-ovi postoje i za dodirnu struju.

S povećanjem frekvencije polja postaju povezanija i interakcija s tijelom se mijenja što rezultira depozicijom energije koja dovodi do toplinskih učinaka. Za te frekvencije postoje AL-ovi za električna i magnetska polja. Pri frekvencijama iznad 6 GHz postoji dodatna vrijednost upozorenja za gustoću snage koja je povezana i s jakošću električnog polja i jakošću magnetskog polja. Vrijednosti upozorenja postoje i za inducirane struje u ekstremitetima koje su također povezane s toplinskim učincima te za dodirne struje. Sustav AL-ova prikazan je na slici 6.2.

Slika 6.1. – Postupak odlučivanja pristupa usklađenosti AL-ovima ili ELV-ovima



Slika 6.2. – Raspon frekvencija za koje su primjenjivi različiti AL-ovi

Plave crtice označavaju netoplinške učinke, a crvene crtice označavaju toplinske učinke. Gdje je raspon frekvencije označen zelenom bojom, potrebna je usklađenost i s netoplinškim učincima (električno polje, magnetsko polje i dodirne struje) i s toplinskim učincima (električno i magnetsko polje).

ELV-ovi i povezani AL-ovi temelje se na smjernicama koje je objavila Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja (ICNIRP). Dodatne informacije o temeljnoj biti nalaze se u ovim smjernicama koje su dostupne na stranici www.icnirp.org (vidjeti izvore u Dodatku I).

Direktiva o elektromagnetskim poljima zahtijeva da zemlje članice primjenjuju ELV-ove u svojim nacionalnim zakonodavstvima, stoga su poslodavci zakonski obvezni poštivati ih. Direktiva o elektromagnetskim poljima sadržava odredbe kojima se dopušta da AL-ove po potrebi revidira Komisija.



Ključna poruka: vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti

Većini će poslodavaca biti jednostavnije dokazati usklađenost s vrijednostima upozorenja nego s graničnim vrijednostima upozorenja, iako odstupanja mogu biti puno veća za prethodne vrijednosti nego za potonje. Dane su i vrijednosti upozorenja za neke neizravne učinke, no ne za sve. Vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti obično neće pružiti dovoljnu zaštitu radnika koji su izloženi posebnom riziku.

6.1. Vrijednosti upozorenja za izravne učinke

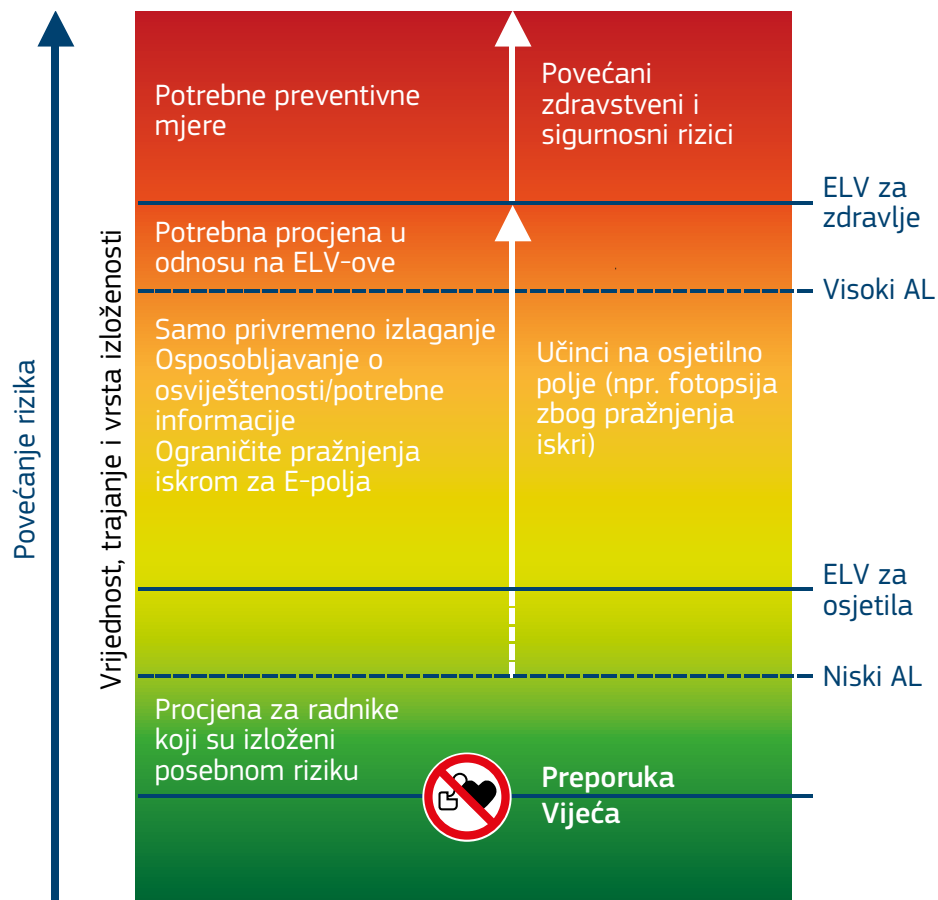
Kao što je prethodno naznačeno, AL-ovi za izravne učinke dobiveni su iz odgovarajućih ELV-ova pomoću računalnog modeliranja i uz pretpostavljene interakcije u najgorem slučaju. To znači da usklađenost s AL-om jamči usklađenost s odgovarajućim ELV-om. Ipak, u mnogim će situacijama biti moguće premašiti AL, a zadržati usklađenost s odgovarajućim ELV-om. Odnos između vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti prikazan je na slici 6.3. Za većinu poslodavaca i situacija AL-ovi za izravne učinke nude relativno jednostavnu rutu za prikazivanje usklađenosti s temeljnim ELV-ovima.

Svi AL-ovi određeni su za polja neometana nazočnošću tijela radnika.

Ako nije moguće dokazati usklađenost s AL-ovima, poslodavci mogu izabrati hoće li primijeniti zaštitne i preventivne mjere ili će izravno procijeniti usklađenost s ELV-ovima. Poslodavci pri donošenju odluke moraju uzeti u obzir da ishod procjene u odnosu na ELV i dalje može biti zahtjev za provođenje zaštitnih i preventivnih mjera.

Postupak za odabir izravnih učinaka vrijednosti upozorenja prikazan je u blok-shemi na slici 6.4.

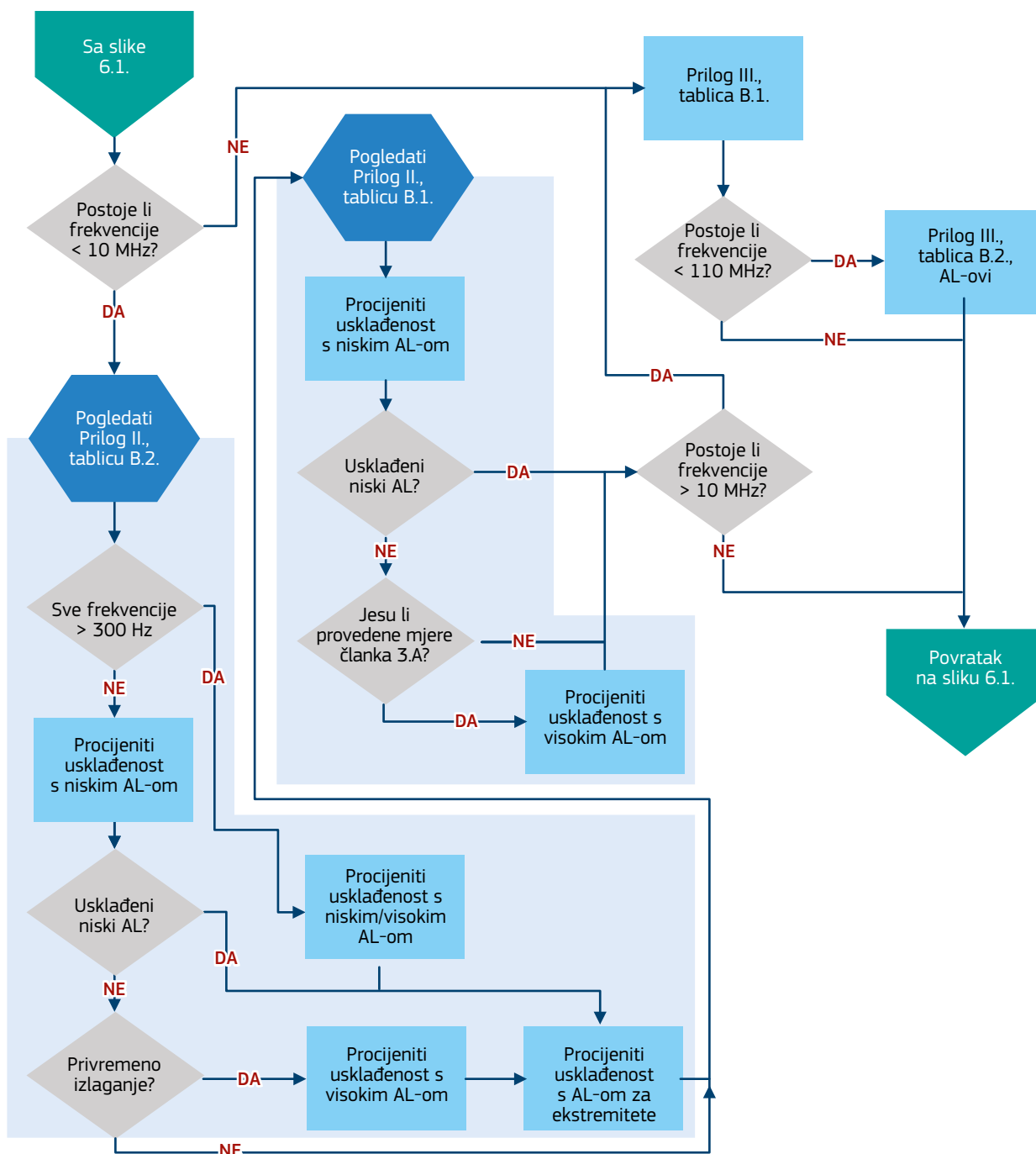
Slika 6.3. – Shematski prikaz odnosa između graničnih vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja



6.1.1. Vrijednosti upozorenja električnog polja (1 Hz – 10 MHz)

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje dva AL-a za niskofrekventna električna polja, nisko i visoko. Koncept za niske i visoke AL-ove prikazan je gore na slici 6.3. Usklađenost s niskim AL-om osigurat će da nijedan od primjenjivih ELV-ova nije prekoračen, a također će spriječiti neželjena pražnjenja iskom u radnom okruženju.

Slika 6.4. – Blok-shema za odabir AL-ova za izravne učinke („Prilog” se odnosi na priloge Direktivi o elektromagnetskim poljima)



Pod uvjetom da jakosti električnog polja ne premašuju niski AL, nijedan od primjenjivih ELV-ova neće biti prekoračen. Međutim, ako jakosti električnog polja premašuju niski AL, usklađenost s visokim AL-om neće sama po sebi biti dovoljna da bi se spriječila neželjena pražnjenja iskom. Stoga je u toj situaciji nužno primijeniti dodatne tehničke, organizacijske i, ako je potrebno, osobne zaštitne mjere da bi se ograničila pražnjenja iskom.

6.1.2. Vrijednosti upozorenja magnetskog polja (1 Hz – 10 MHz)

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje tri AL-a za niskofrekventna električna polja, nisko, visoko, za ekstremitete.

Niski AL-ovi dobiveni su iz ELV-ova za učinke na osjetila (vidjeti odjeljak 6.3.1.), tako da usklađenost jamči usklađenost s ELV-ovima za učinke na osjetila i zdravlje. Niski AL-ovi imaju istu vrijednost kao visoki AL-ovi za frekvencije iznad 300 Hz.

Usklađenost s visokim AL-ovima jamčit će usklađenost s ELV-ovima za učinke na zdravlje iz kojih su dobiveni, ali neće osigurati usklađenost s ELV-ovima za učinke na osjetila pri frekvencijama ispod 300 Hz. Direktiva o elektromagnetskim poljima omogućuje prekoračenje niskih AL-ova, pod uvjetom da se može dokazati da ELV-ovi za učinke na osjetila nisu prekoračeni ili, ako jesu prekoračeni, da se to događa samo privremeno. Ipak, ELV-ovi za učinke na zdravlje ne smiju se prekoračiti. Nadalje, radnici moraju biti informirani o mogućim prolaznim simptomima i osjećajima. Ako se prijave prolazni simptomi, poslodavac treba, po potrebi, poduzeti mjere da bi se ažurirala procjena rizika i preventivne mjere.

Usklađenost s AL-ovima za ekstremitete osigurat će usklađenost s ELV-ovima za učinke na zdravlje iz kojih proizlazi. AL-ovi za ekstremitete uzimaju u obzir slabije spajanje polja u ekstremitetima te su stoga manje restriktivni u odnosu na visoke AL-ove. Uporaba AL-ova za ekstremitete bila bi opravdana samo gdje je izloženost tijela u polju iste jakosti malo vjerojatna. Njihova bi uporaba bila opravdana u slučaju da radnik drži alat koji stvara elektromagnetsko polje, ali ne ako se alat pri uporabi drži uz tijelo (slika 6.5.). Kada se provodi procjena izloženosti ekstremiteta u odnosu na vrijednosti upozorenja za ekstremitete, uobičajena je praksa da se također procjeni izloženost tijela u odnosu na niski i visoki AL prema potrebi.

Slika 6.5. – Radnik s električnim alatom koji se drži uz tijelo. U toj situaciji izloženost tijela i ekstremiteta bit će slična, a usklađenost s niskim/visokim AL-ovima bit će ograničena



6.1.3. Vrijednosti upozorenja električnih i magnetskih polja (100 kHz – 300 GHz)

Za frekvencije između 100 kHz i 6 GHz Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje AL-ove za jakost električnog polja i gustoću magnetskog toka koji se dobivaju iz ELV-ova za učinke na zdravlje. Pošto su temeljni ELV-ovi vremenski uprosječene vrijednosti, kvadrat vrijednosti upozorenja treba biti uprosječen kroz bilo koje vremensko razdoblje od šest minuta.

Za frekvencije iznad 6 GHz Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje AL-ove za jakost električnog polja, gustoću magnetskog polja i gustoću snage. Gustoća snage vrijednosti upozorenja treba biti uprosječena preko bilo kojih 20 cm² izloženog područja, pod uvjetom da prostorni maksimum uprosječen na bilo kojih 1 cm² ne prelazi 20 puta veću vrijednost od AL(-ova). Vrijednosti upozorenja za gustoću snage također su vremenski uprosječene kroz bilo koje vremensko razdoblje od šest minuta za frekvencije do 10 GHz i kroz bilo koje razdoblje od $68/f^{1.05}$ minuta za veće frekvencije (pri čemu je f frekvencija u GHz). Preko toga se uprosječeno vrijeme smanjuje kako se povećava frekvencija, čime se odražava smanjenje dubine prodiranja.

Za frekvencije iznad 6 GHz AL-ovi za jakost električnog polja i gustoću magnetskog toka dobiveni su iz gustoće snage ELV-ova. Stoga, iako nije izričito navedeno u Direktivi o elektromagnetskim poljima, zbog dosljednosti uvjeta prostornog i vremenskog uprosječivanja za AL(-ove) se također primjenjuju $[AL(E)]^2$ i $[AL(B)]^2$ pri frekvencijama iznad 6 GHz.

6.1.4. Vrijednosti upozorenja inducirane struje u ekstremitetima (10 – 110 MHz)

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje AL-ove za veličinu struje radijske frekvencije koja je inducirana u ekstremitetima radnika izloženog polju radijske frekvencije. Budući da je taj AL povezan sa zagrijavanjem tkiva, kvadrat vrijednosti upozorenja treba biti uprosječen tijekom bilo koje vremensko razdoblje od šest minuta.

6.2. Vrijednosti upozorenja za neizravne učinke

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje AL-ove da bi se osigurala zaštita od nekih neizravnih učinaka povezanih s elektromagnetskim poljima. Postupak odabira vrijednosti upozorenja neizravnih učinaka prikazan je u blok-shemi na slici 6.6.

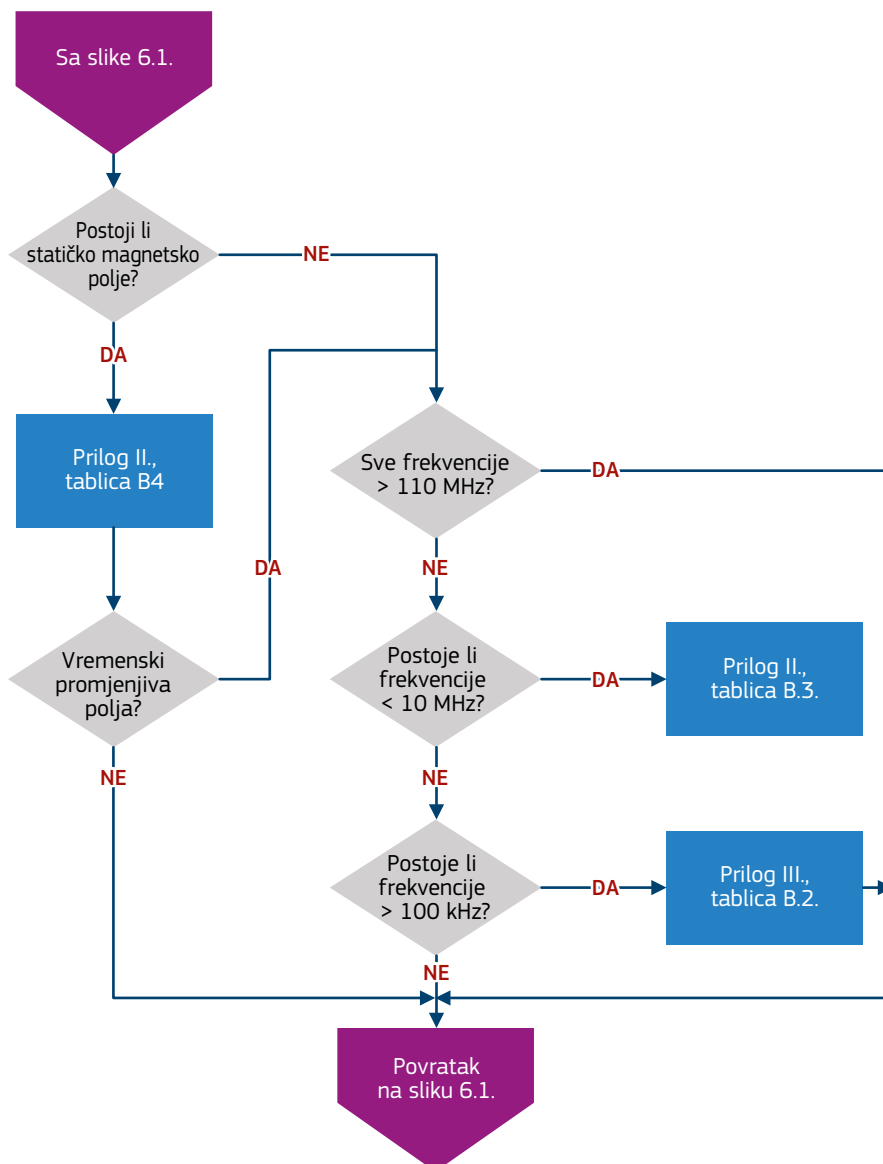
6.2.1. Vrijednosti upozorenja statičkoga magnetskog polja

Određen je AL od 0,5 mT da bi se ograničila interferencija s funkcijom aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda. Direktiva o elektromagnetskim poljima također pruža AL od 3 mT kojim se ograničava rizik od projektila u graničnom polju jakih izvora (> 100 mT).

6.2.2. Vrijednosti upozorenja dodirne struje (do 110 MHz)

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje AL-ove za stalnu dodirnu struju da bi se ograničio rizik od udara i opekline kada osoba dodirne vodljivi predmet u polju, pri čemu je jedan od njih uzemljen, a drugi nije.

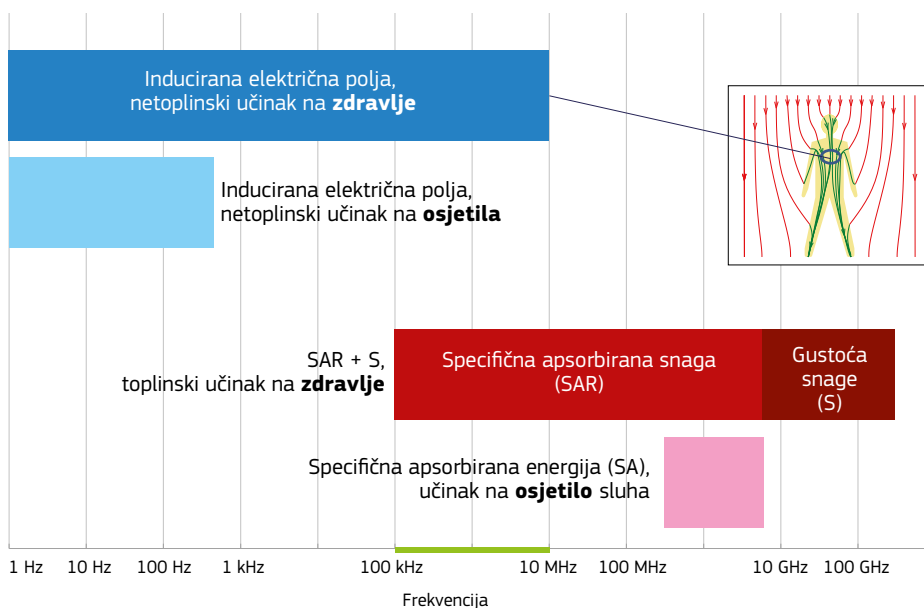
Slika 6.6. – Blok-shema za odabir AL-ova za neizravne učinke („Prilog” se odnosi na priloge Direktivi o elektromagnetskim poljima)



6.3. Granične vrijednosti izloženosti

6.3.1. Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila i zdravlje

Direktiva o elektromagnetskim poljima određuje odvojene ELV-ove za učinke na osjetila i zdravlje (slika 6.7.). ELV-ovi učinka na osjetila primjenjuju se samo na određene rasponne frekvencije (0–400 Hz i 0,3–6 GHz). Za niske frekvencije percepcija polja odvija se na vrijednostima izlaganja koje su niže od onih za učinke na zdravlje. Toplinski učinak ELV-ova za učinke na osjetila temelji se na izbjegavanju učinka mikrovalova na sluh koji se događa samo u određenim uvjetima (vidjeti Dodatak B). Nasuprot tome, ELV-ovi za učinke na zdravlje primjenjuju se na sve frekvencije. Općenito je dopušteno privremeno prekoračivati ELV-ove za učinke na osjetila u kratkim razdobljima pod uvjetom da su zadovoljeni određeni uvjeti.

Slika 6.7. – Raspon frekvencija tijekom kojeg se koriste različiti ELV-ovi

Plave crtice označavaju netoplinske učinke, a crvene crtice označavaju toplinske učinke.

6.3.2. Granične vrijednosti izloženosti (0 – 1 Hz)

ELV-ovi za raspon frekvencije od 0 do 1 Hz određeni su u pogledu vanjske gustoće magnetskog toka (tablica A.1. Priloga II. Direktivi o elektromagnetskim poljima). ELV-ovi za učinke na zdravlje postavljeni su da bi se spriječila vrtoglavica te drugi učinci na percepciju. Oni se javljaju kao posljedica električnih polja induciranih u tkivu kada tijelo prolazi kroz jako statičko magnetsko polje, iako sada postoje dokazi da se mogu pojaviti u mirovanju. Stoga u kontroliranoj radnoj okolini u kojoj je kretanje u polju ograničeno, a radnicima su dani podaci, dopušta se privremeno prekoračivanje ELV-ova za učinke na osjetila, pod uvjetom da to opravdava praksa ili postupak. U tom slučaju izlaganja ne smiju prekoračivati ELV-ove za učinke na zdravlje.

6.3.3. Granične vrijednosti izloženosti (1 Hz – 10 MHz)

ELV-ovi za raspon frekvencije od 1 Hz do 10 MHz određeni su u pogledu unutarnje gustoće magnetskog toka (tablice A.2. i A.3. Priloga II. Direktivi o elektromagnetskim poljima).

Za frekvencije do 400 Hz postoje ELV-ovi za učinke i na osjetila i na zdravlje. ELV-ovi za učinke na osjetila namijeni su sprječavanju fosfena mrežnice i manjih prijelaznih promjena funkcije mozga. Stoga se primjenjuju samo na tkiva središnjega živčanog sustava (SŽS) unutar glave izloženog radnika.

ELV-ovi za učinke na zdravlje primjenjuju se za sve frekvencije između 1 Hz i 10 MHz i namijenjene su sprječavanju stimulacije perifernih i središnjih živaca. Stoga se ELV-ovi primjenjuju na sva tkiva u cijelom tijelu izloženog radnika.

6.3.4. Granične vrijednosti izloženosti (100 kHz – 300 GHz)

Za frekvencije u rasponu od 100 kHz do 6 GHz stupanj grijanja koje je posljedica izlaganja ovisi o brzini kojom tkivo apsorbira energiju. To je definiramo specifičnom apsorbiranom snagom (SAR) koja se koristi da bi se odredili ELV-ovi za učinke na zdravlje s izdvojenim vrijednostima za cijelo tijelo i lokalizirana izlaganja (tablica A.1. Priloga III. Direktivi o elektromagnetskim poljima). Vrijednosti za cijelo tijelo štite od toplinskog stresa i toplinskog udara te se primjenjuju na specifičnu apsorbiranu snagu uprosječenu preko cijelog tijela. Lokalizirane vrijednosti štite od toplinskih ozljeda određenih tkiva i primjenjuju se na specifičnu apsorbiranu snagu uprosječenu preko bilo kojih 10 g dodirnog (ili spojenog) tkiva. I cijelo tijelo i lokalizirana specifična apsorbirana snaga uprosjećuju se kroz razdoblje od šest minuta.

Za frekvencije u rasponu od 300 MHz do 6 GHz postoje i ELV-ovi za učinke na osjetila namijenjeni sprječavanju fenomena utjecaja mikrovalova na sluh koji je posljedica izlaganja pulsnim poljima (tablica A.2. Priloga III. Direktivi o elektromagnetskim poljima). Oni su određeni u pogledu specifične apsorbirane energije (SA) uprosječene preko 10 g u glavi.

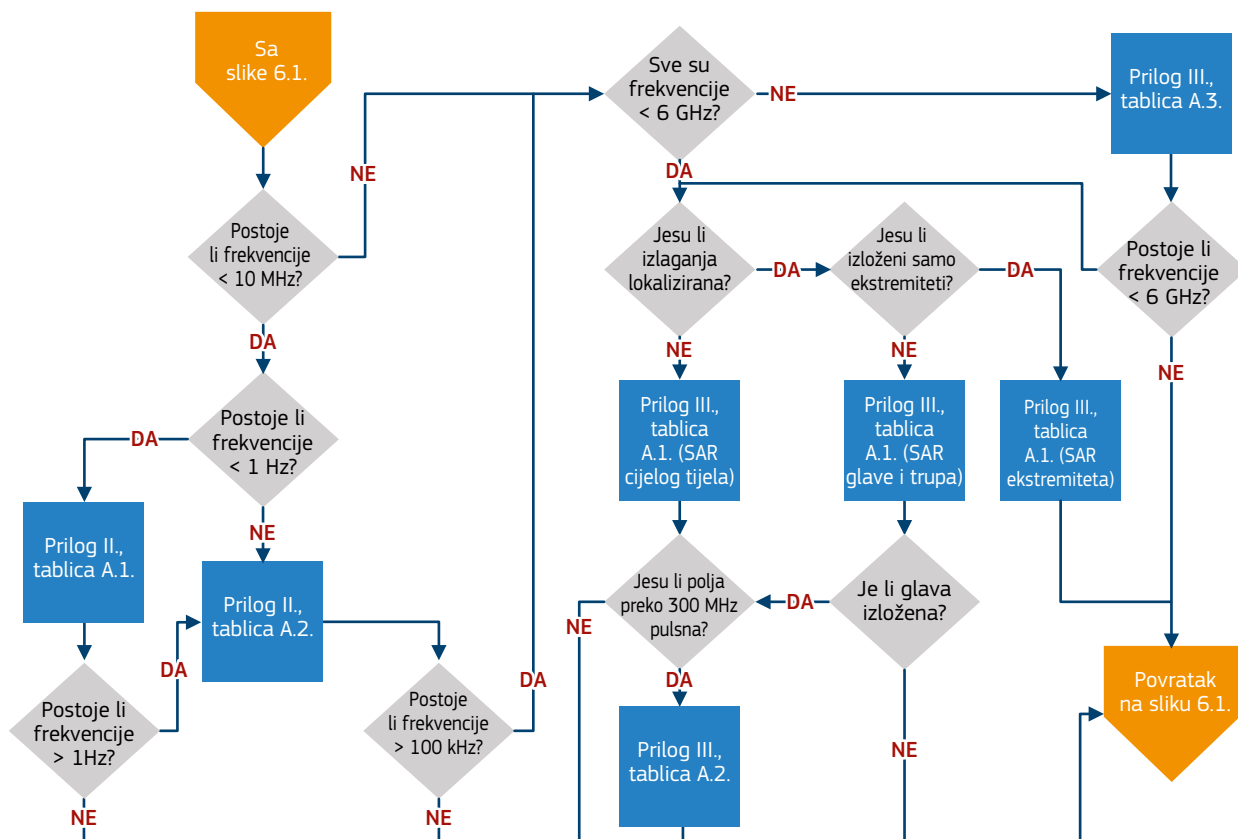
Prodiranje elektromagnetskih polja u tijelo smanjuje se s frekvencijom u rasponu radijske frekvencije te se pri frekvencijama iznad 6 GHz polje apsorbira većinom na površini tijela. To znači da je za te frekvencije znatno važnije ograničiti gustoću snage na površini tijela nego brzinu kojom se energija apsorbira u tkivnu masu. Gustoća snage uprosjećuje se preko 20 cm², podložno ograničenju maksimalnog uprosječivanja preko bilo kojeg 1 cm². Za frekvencije u rasponu od 6 do 10 GHz gustoća snage uprosjećuje se kroz bilo koje razdoblje od šest minuta. Preko toga se uprosječeno vrijeme smanjuje kako se povećava frekvencija, čime se odražava smanjenje dubine prodiranja (tablica A.3. Priloga III. Direktivi o elektromagnetskim poljima).

6.4. Odstupanja

Članak 10. Direktive o elektromagnetskim poljima jamči uvjetna odstupanja od članka 3. (ELV-ovi i AL-ovi) za tri situacije. Članak 10. ne utječe na općenite dužnosti zaposlenika iz članka 5. stavka 1. da bi se osiguralo da se rizici od elektromagnetskih polja otklone ili smanje na minimum.

Prvo odstupanje vezano uz uporabu magnetske rezonancije (MRI) u zdravstvu nije diskrecijsko. Ostala su odstupanja diskrecija država članica.

Slika 6.8. – Blok-shema za odabir ELV-ova



6.4.1. Odstupanja za magnetsku rezonanciju

Izlaganja povezana s ugradnjom, ispitivanjem, uporabom, razvojem i održavanjem ili istraživanjem povezanim s korištenjem opreme za magnetsku rezonanciju u zdravstvenom sektoru mogu prekoračivati ELV-ove podložno uvjetima kako slijedi:

- procjena rizika pokazala je da su ELV-ovi prekoračeni;
- primijenjene su sve najmodernije tehničke i/ili organizacijske mjere;
- okolnosti propisno opravdavaju prekoračenje ELV-ova;
- u obzir su uzete značajke radnog mjesta, opreme i praksi;
- poslodavac dokazuje da su radnici i dalje zaštićeni od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika, uključujući osiguravanje da se slijede dobavljačeve upute za sigurnu uporabu.

Daljnje smjernice za poslodavce o usklađenosti s odstupanjima za magnetsku rezonanciju dane su u Dodatku F ovog vodiča.

6.4.2. Vojna odstupanja

Države članice mogu dopustiti provođenje ekvivalentnih sustava zaštite za radnike koji rade u operativnim vojnim objektima ili su uključeni u vojne aktivnosti. To odstupanje podliježe uvjetu da su štetni učinci na zdravlje i sigurnosni rizici spriječeni.

6.4.3. Općenita odstupanja

Države članice mogu dopustiti privremeno prekoračenje ELV-ova u određenim sektorima za određene aktivnosti izvan opsega drugih dvaju odstupanja pod uvjetom da su okolnosti propisno opravdane. Da bi okolnosti bile propisno opravdane, moraju biti zadovoljeni uvjeti kako slijedi:

- i. procjena rizika pokazala je da su ELV-ovi prekoračeni;
- ii. primijenjene su sve najmodernije tehničke i/ili organizacijske mjere;
- iii. u obzir su uzete posebne značajke radnog mjesta, opreme i praksi;
- iv. poslodavac dokazuje da su radnici i dalje zaštićeni od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika, uključujući uporabu podjednakih, detaljnijih i međunarodno priznanih normi i smjernica.

7. UPORABA BAZA PODATAKA I PROIZVOĐAČEVIH PODATAKA O EMISIJI

Informacije o izloženosti mogu se dobiti od proizvođača opreme. Nadalje, vladini instituti, stručna tijela ili trgovačka udruženja mogu razviti i održavati baze podataka općenitih procjena izloženosti. Ako je takva vrsta podataka dostupna i relevantna, poslodavcima će pružiti najjednostavniji način dokazivanja usklađenosti s Direktivom o elektromagnetskim poljima. Slijedi da će većina poslodavaca htjeti istražiti tu mogućnost prije razmatranja procjene izloženosti pomoću mjerenja ili izračuna.

7.1. Uporaba informacija koje navodi proizvođač

Važno je da poslodavci prepoznaju da se njihove odgovornosti prema Direktivi o elektromagnetskim poljima odnose na ukupnu izloženost radnika, a ne izloženost od određenog dijela opreme. Procjena će iz tog razloga morati uzeti u obzir izloženost koja proizlazi iz svih izvora u radnom okruženju. Za razliku od toga, kada proizvođači navode podatke to će se odnositi na konkretan dio opreme koji proizvode.

Za većinu vrsta opreme jakost polja naglo se smanjuje s povećanjem udaljenosti od izvora (vidjeti sliku 3.2.). To znači da će u puno slučajeva na izloženost radnika najviše utjecati jedan ili u najgorem slučaju nekoliko dijelova opreme u neposrednoj blizini radnog mjesta. Poslodavci će stoga često htjeti podatke o slabljenju polja s povećanjem udaljenosti od opreme. Prilikom razmatranja utjecaja nekoliko izvora na izloženost radnika, poslodavci ne smiju zaboraviti polja koja proizvode pomoćne instalacije poput kabela za napajanje, električnog napajanja i postrojenja.

Iako podaci od proizvođača imaju potencijal biti jednostavno rješenje za problem procjene izloženosti, poslodavci ih moraju koristiti s oprezom. Postoje mnogi razlozi zbog kojih proizvođači navode podatke o elektromagnetskim poljima povezanim s njihovom opremom. Npr. proizvođač može navesti podatke o jakosti polja koje oprema proizvodi jer je bitno za rad opreme te je stoga dio specifikacije. Podaci mogu također biti navedeni kako bi se dokazala usklađenost sa zahtjevima elektromagnetske kompatibilnosti iz europskih direktiva za proizvode (vidjeti Dodatak G). Iako ti podaci mogu biti bitni za sigurnosne probleme povezane sa interferencijama, oni neće biti korisni za svrhu procjene izloženosti.

Najkorisnija informacija iz perspektive poslodavca bila bi procjena tipične izloženosti radnika tijekom normalnog korištenja opreme uz naznaku slabljenja jakosti polja s povećanjem udaljenosti. Druga mogućnost je naznaka jakosti polja u odnosu na vrijednosti upozorenja na raznim pristupačnim mjestima oko opreme koja bi omogućila poslodavcima da naprave vlastitu procjenu usklađenosti tijekom korištenja.



Ključna poruka: podaci iz baza podataka i od proizvođača

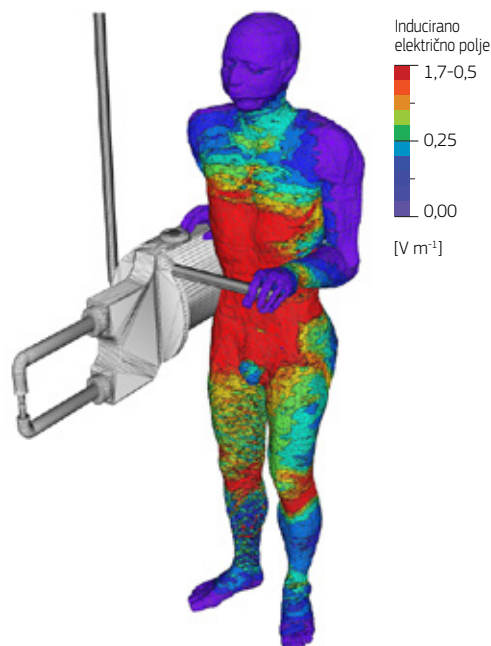
Dostupnost podataka iz baza podataka i od proizvođača pružit će poslodavcima puno jednostavniji način dokazivanja usklađenosti od provođenja specifične procjene. Dobavljači strojeva imaju zakonsku obvezu osigurati da emisije nisu opasne za ljude (vidjeti Dodatak H). Također su dužni navesti informacije o preostalim rizicima i vjerojatnim emisijama koje bi mogle naštetiti ljudima, uključujući osobe s ugrađenim medicinskim proizvodima.

7.1.1. Temelj za proizvođačevu procjenu

Neki proizvođači mogli bi objaviti procjene svoje opreme provedene uz korištenje standardiziranih postupaka. Međutim, mnoge mjerne norme nastale su iz perspektive emisije, a ne iz perspektive ljudske izloženosti. Te norme emisije razvijene su kako bi pružile standardizirane postupke za laboratorijska ispitivanja razine elektromagnetskog polja koje proizvode specifične vrste električnih uređaja. Usredotočene su na vrijednost polja u određenoj točki u prostoru i korisne su za usporedbu različitih uređaja ili aparata. Međutim, one imaju ograničenu vrijednost za procjenu izloženosti u odnosu na AL-ove ili ELV-ove pri normalnom korištenju.

Npr. trenutna usklađena norma za ispitivanje usklađenosti opreme za zavarivanje preporuča mjerenje polja 20 cm od kabela zavarivača jer se na taj način dobije mjerenje koje je više obnovljivo. Međutim, u svakodnevnoj uporabi kabel može dodirivati tijelo radnika i može biti blizu osjetljivim tkivima na glavi. Slika 7.1. prikazuje aparat za točkasto zavarivanje koji se nalazi blizu tijela radnika, unutar navedenih 20 cm. Taj će se nedostatak riješiti u budućim izdanjima norme.

Slika 7.1. – Distribucija induciranih električnih polja na ljudima zbog izloženosti prijenosnom aparatu za točkasto zavarivanje. To je primjer kada je izvor elektromagnetskog polja udaljen od tijela znatno manje od 20 cm



N.B.: Primjer na ovoj slici pružen je samo u svrhu ilustracije te se ne bi trebao ekstrapolirati za neku specifičnu situaciju.

Ovime se pokazuje da je prije korištenja podataka koje su objavili proizvođači bitno razumjeti koja je norma primijenjena i za koju svrhu su podaci nastali.

7.2. Baze podataka procjene

Baze podataka općenitih procjena za određena područja industrije mogu biti vrlo korisne. Te baze podataka mogu napraviti vladine institucije, stručna tijela ili trgovačka udruženja. U svim slučajevima glavni cilj bi trebao biti omogućavanje pojedinačnim poslodavcima da uštede vrijeme i trošak provođenja specifičnih procjena. Kada su oprema i radne prakse relativno standardne, ovo je pragmatičan i isplativ pristup.

Prilikom razmatranja korištenja podataka iz baza podataka, poslodavci trebaju provjeriti koristi li se oprema u procjeni iz baze podataka i na njihovom radnome mjestu u skladu s namjenom. Nadalje, podaci iz procjene možda neće biti relevantni ako postoji velika razlika u starosti opreme ili ako oprema nije ispravno održavana.

Europska komisija je podržala rad na razvoju programskog paketa čija je namjena pomoć poslodavcima u provedbi procjene zavarivanja i srodnih postupaka. Dodatne informacije o ovom projektu dostupne su na internetskoj stranici o elektromagnetskim poljima kod zavarivanja (www.emfweld.com).

7.3. Podaci koje su naveli proizvođači

Proizvođači koji dobavljaju opremu koja je obuhvaćena Direktivom o strojevima (vidjeti Dodatak G) imaju konkretne obveze u smislu pružanja informacija. Kako bi zadovoljili bitne zahtjeve, proizvođači moraju navesti podatke o preostalim rizicima i svim mjerama zaštite koje treba provesti korisnik.

Konkretnije, kada je vjerojatno da će strojevi ispuštati neionizirajuće zračenje koje bi moglo biti štetno, posebice za osobe s medicinskim implantatima, proizvođač je dužan navesti podatke o emisiji u pogledu rukovatelja i svih drugih izloženih osoba.

7.3.1. Norme za procjenu

Zavodi za norme aktivno razvijaju norme koje bi vodile proizvođače kroz proces procjene emisija u pogledu Al-ova i ELV-ova navedenih u Direktivi o elektromagnetskim poljima. U nekim slučajevima te norme također određuju i način na koji treba obavijestiti kupce opreme o rezultatima procjene.

Stoga bi svaki poslodavac trebao prvo provjeriti je li objavljena relevantna norma i odnosi li se na trenutnu Direktivu o elektromagnetskim poljima. Ako relevantna norma postoji i ako sadržava savjete o izvještavanju rezultata procjene, proizvođači bi je trebali slijediti.

Proizvođači također mogu navesti dodatne podatke koji nisu određeni u normi ako misle da bi kupcu bili korisni.

7.3.2. Ako ne postoji relevantna norma

Kada ne postoji relevantna norma koju bi proizvođač slijedio, sljedeće informacije o procjeni trebale bi omogućiti kupcima provedbu odgovarajuće procjene na svojim radnim mjestima.

Prve tri informacije trebale bi pružiti kupcu neke pozadinske informacije o vrstama očekivanih učinaka i načinu na koji je procjena provedena. Kupcima je posebice važno znati hoće li radni uvjeti iz procjene odražavati način na koji će oni koristiti opremu.

Iduće dvije informacije će biti korisne za razumijevanje vjerojatne izloženosti rukovoditelja i odluku treba li uvesti ograničenja ili pružiti osoblju osposobljavanje.

Posljednje dvije informacije mogu se koristiti za jednostavnu procjenu učinka postavljanja nekoliko dijelova opreme u isto područje. Poslodavci mogu koristiti konture koje prikazuju postotke AL-ova ili postotke referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ kako bi napravili jednostavnu procjenu kumulativnog učinka postavljanja opreme u neposrednu blizinu.

Ovaj pristup često će proizvesti previsoku procjenu dobivenih jakosti polja. Razlog za to je što svi izvori možda ne rade u isto vrijeme, a često će doći i do poništavanja polja zbog razlike u fazama. No, pristup je jednostavno primjenjiv i omogućuje većini kupaca lagano dokazivanje usklađenosti.

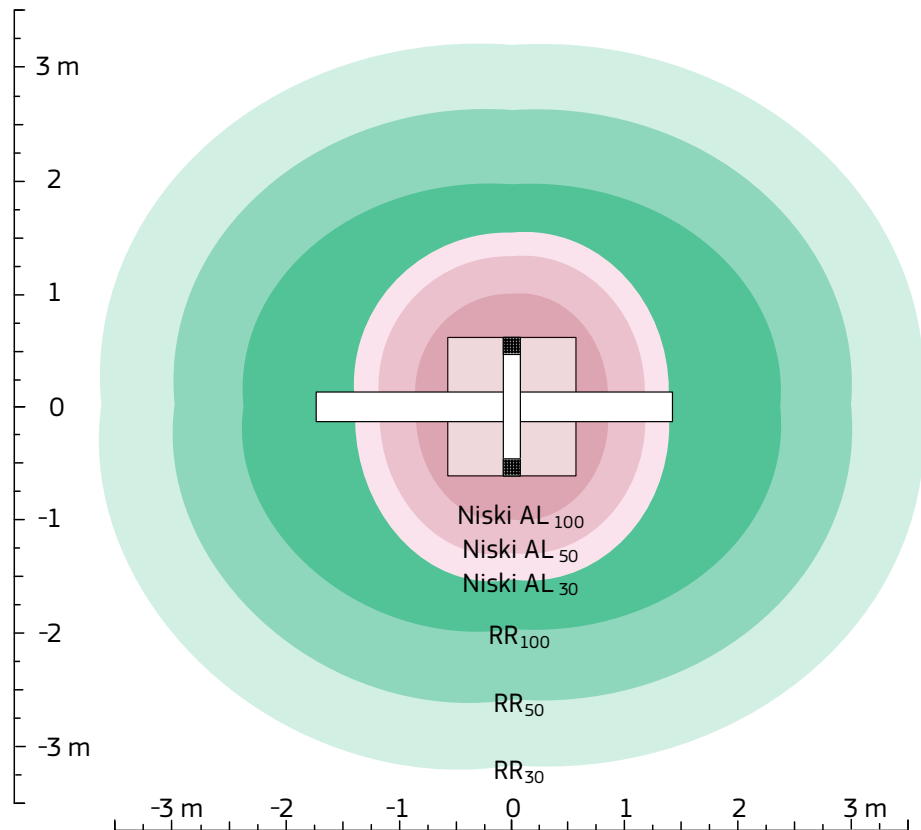
Tablica 7.1. – Predloženi podaci koje trebaju navesti proizvođači

Pitanja koja se moraju razmotriti pri procjeni radnog mjesta:	<ul style="list-style-type: none"> • netoplinski učinci; • toplinski učinci; • neizravni učinci (navesti). 			
Radni uvjeti u kojima je procjena provedena:	<ul style="list-style-type: none"> • maksimalna sposobnost izvora napajanja; • postavke u najgorem slučaju (navesti); • uobičajene postavke (navesti). 			
Izračun prosječne vrijednosti primijenjen na rezultat procjene	<ul style="list-style-type: none"> • prostorni; • vremenski. 			
Kada se koristi u skladu s namjenom, prelazi li izloženost na uobičajenom položaju rukovoditelja:	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> • niski AL; • visoki AL; • AL za ekstremitete. </td> <td style="border: none; vertical-align: middle;">} ILI {</td> <td style="border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> • ELV za učinke na osjetila • ELV za učinke na zdravlje </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> • niski AL; • visoki AL; • AL za ekstremitete. 	} ILI {	<ul style="list-style-type: none"> • ELV za učinke na osjetila • ELV za učinke na zdravlje
<ul style="list-style-type: none"> • niski AL; • visoki AL; • AL za ekstremitete. 	} ILI {	<ul style="list-style-type: none"> • ELV za učinke na osjetila • ELV za učinke na zdravlje 		
Kada se koristi u skladu s namjenom, prelazi li izloženost na uobičajenom položaju rukovoditelja relevantne vrijednosti iz Preporuke Vijeća 1999/519/EZ za:	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">• referentnu razinu</td> <td style="border: none; vertical-align: middle;">ILI</td> <td style="border: none;">• osnovno ograničenje</td> </tr> </table>	• referentnu razinu	ILI	• osnovno ograničenje
• referentnu razinu	ILI	• osnovno ograničenje		
Kada jakost polja prelazi jedan ili više AL-ova, pružite maksimalne udaljenosti, ili po mogućnosti strukturnu kartu, za sljedeće frakcije AL-a:	<ul style="list-style-type: none"> • 100 %; • 50 %; • 30 %. 			
Kada jakost polja prelazi jednu ili više referentnih razina, pružite maksimalne udaljenosti, ili po mogućnosti strukturnu kartu, za sljedeće frakcije referentne razine:	<ul style="list-style-type: none"> • 100 %; • 50 %; • 30 %. 			

Fizičke okolnosti uglavnom će ograničiti broj jedinica koje se mogu postaviti u neposrednu blizinu. S obzirom da se jakost polja često brzo smanjuje s povećanjem udaljenosti (vidjeti poglavlje 3.), dalja oprema vjerojatno neće znatno utjecati na izloženost.

Slika 7.2. prikazuje strukturne karte koje bi se mogle pružiti za opremu.

Slika 7.2. – Prikaz strukturnih karti koje bi proizvođači mogli pružiti u svrhu pomaganja korisnicima pri osiguravanju da kumulativni učinak nekoliko dijelova opreme na radnome mjestu ne pređe AL-ove



Primjer prikazuje općeniti dio opreme s konturama koje prikazuju udaljenosti na kojima polje iznosi 100 %, 50 % i 30 % (označeno indeksima) relevantnog AL-a. Ekvivalentne konture navedene su za referentne razine u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ (označeno s RR) u svrhu olakšanja procjene za radnike koji su izloženi posebnom riziku.

8. IZRAČUN ILI MJERENJE IZLOŽENOSTI

Procjena izloženosti elektromagnetskim poljima stručno je područje i mali će broj poslodavaca imati stručno znanje za provođenje takvih procjena. Međutim, alternativno rješenje zapošljavanja vanjskog izvođača može biti skupo. Općenito, poslodavci će cijenu te usluge morati usporediti cijenom implementacije jednostavnih zaštitnih ili preventivnih mjera (vidjeti poglavlje 9.). Prilikom razmatranja dostupnih mogućnosti, važno je imati na umu da ishod bilo koje procjene može biti uvjetom za implementaciju zaštitnih ili preventivnih mjera. Kao što je već prije navedeno u ovom vodiču, jakost polja često se brzo smanjuje s povećanjem udaljenosti tako da bi ograničeni pristup neposrednoj blizini opreme mogla biti jeftina i učinkovita mjera.

8.1. Zahtjevi Direktive o elektromagnetskim poljima

Direktiva o elektromagnetskim poljima uključuje jasan zahtjev prema kojem poslodavci moraju izvršiti procjenu rizika za svoje zaposlenike koji nastaju zbog elektromagnetskih polja na radnome mjestu. U sklopu procjene rizika, poslodavci moraju identificirati i izvršiti procjenu elektromagnetskih polja na radnome mjestu. Međutim, to ne mora uključivati izračune ili mjerenja jer su poslodavci dužni uzeti u obzir podatke o emisijama i druge sigurnosne podatke koje pružaju proizvođači ili distributeri. Samo onda kada se drugim sredstvima ne može pouzdano dokazati usklađenost s ELV-ovima, poslodavci moraju izvršiti izračune ili mjerenja.

Ako su proizvođači osigurali podatke o izloženosti ili procjenu rizika, to je općenito jednostavniji i jeftiniji način dokazivanja usklađenosti. Slično tome, kada vladine institucije, stručna tijela i trgovačka udruženja relevantne podatke općenitih procjena učine dostupnima, poslodavcima je uglavnom jednostavnije upotrijebiti te podatke nego vršiti procjene izloženosti. Obje navedene opcije dodatno su obrađene u poglavlju 7.

8.2. Procjene radnog mjesta

Ako poslodavac odluči da je nužnost izvršiti procjenu izloženosti na radnome mjestu, dostupne su mu različite opcije. Prva odluka bit će vezana uz to hoće li se procjena izloženosti izvršiti pomoću izračuna ili mjerenja. Oba su pristupa prihvatljiva pri dokazivanju usklađenosti s Direktivom o elektromagnetskim poljima i oba pristupa nude različite opcije koje se razlikuju po složenosti.

Jednostavne metode procjenjivanja često se temelje na pretpostavkama ili približnim procjenama koje kao rezultat imaju precjenjivanje izloženosti. Zbog toga će složenije metode procjena vjerojatno rezultirati manjim odstupanjima po pitanju usklađenosti, ali će sigurno više koštati s obzirom na vrijeme i novac. Iz toga slijedi da će krajnji izbor odrediti posebne okolnosti vezane uz rad i radno mjesto. Međutim, za mnoge poslodavce relativno jednostavna procjena biti će posve adekvatna.

Procjene izloženosti elektromagnetskim poljima često su složene. Stoga će poslodavci koji predlažu da će sami napraviti procjenu izloženosti morati uzeti u obzir kompetenciju osoba koje će izvršavati rad. Mali broj poslodavaca će interno raspolagati osobljem koje posjeduje potrebno znanje i vještine, ali za većinu će poslodavaca stjecanje tih vještina zahtijevati znatna ulaganja.

Za procjene temeljene na mjerenju, potrebna su dodatna ulaganja za nabavu potrebnih uređaja koje je potrebno redovito kalibrirati. Osobe koje vrše procjenu moraju znati kakve tehničke performanse trebaju imati uređaji kako bi osigurali nabavu prikladne opreme. Također, trebaju znati kako se uređaj koristi na terenu i biti upoznati s mogućim poteškoćama. Moraju imati na umu da mjerenja predstavljaju sliku stanja koja ovisi o radnim parametrima opreme u vrijeme mjerenja. Ako se procjene ne vrše često, za poslodavce je najam uređaja od pouzdanog dobavljača jeftinija opcija.

Naposlijetku, važno je prepoznati da vršenje procjena nije samo pitanje mjerenja polja. Važno je procijeniti prirodu posla koji se obavlja kako bi se mogle odrediti lokacije za radnike. Pri frekvencijama za koje je dopušteno primjenjivati vremenske prosjeke, presudno je bilježiti radne cikluse opreme i procijeniti vrijeme zauzetosti područja.

8.3. Posebni slučajevi

U određenom broju situacija izlaganje može biti neuobičajeno složeno. Neke od tih situacija dodatno su obrađene u Dodatku D, kao što je navedeno u tablici 8.1.

Tablica 8.1. Dodatne smjernice o složenim procjenama izloženosti

Scenarij procjene	Dodatak
Nejednolika izloženost	D.2.
Izloženost poljima s frekvencijama između 100 kHz i 10 MHz	D.3.
Istovremena izloženost komponentama s višestrukim frekvencijama	D.3.
Izloženost nesinusoidnim poljima	D.3.
Procjena polja s frekvencijama od 0–1 Hz	D.4.

8.4. Traženje dodatne pomoći

U slučajevima u kojima poslodavci već ne posjeduju stručnost, a u kojima se u svrhu izvođenja procjene izvode mjerenja, potrebna su značajna ulaganja u pogledu uređaja za mjerenje. Za neke poslodavce to bi moglo biti isplativo, ali za većinu nije.

Poslodavci koji traže vanjsku pomoć trebaju imati na umu da takvu uslugu nude različiti pružatelji usluga. Sljedeći tipovi organizacija mogu imati potrebnu stručnost i uređaje za pružanje takvih usluga:

- nacionalne ustanove za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu;
- neka lokalna ili državna tijela poslodavcima nude jeftine usluge procjene na njihovom području;
- ustanove za istraživanje (poput sveučilišta);
- proizvođači uređaja za mjerenje ili njihovi zastupnici;
- stručne agencije za poslovno savjetovanje.

Prilikom kontaktiranja bilo kojeg vanjskog pružatelja usluga, poslodavac će se htjeti uvjeriti da je dobavljač kompetentan u pružanju traženih usluga. Poslodavci bi trebali tražiti dokaz da će pružatelj usluga:

- osigurati osoblje koje ima potrebno znanje i iskustvo u primjeni relevantnih ELV-ova i AL-ova te ostalih metoda potrebnih za izvođenja izračuna;

- osigurati osoblje koje ima potrebno znanje i iskustvo u izvođenju tražene vrste procjene;
- koristiti uređaje koji mogu mjeriti polja od interesa, imajući na umu faktore kao što su komponente s frekvencijama, karakteristike impulsa i valni oblici;
- moći prikazati sljedivost kalibriranja prema odgovarajućoj nacionalnoj normi;
- moći procijeniti nepreciznosti kod svih obavljenih mjerenja.

Poslodavac se oslanja na vanjskog pružatelja usluga u pogledu odabira odgovarajućih AL-ova ili ELV-ova te u pogledu bilježenja podataka prikladnih za izvođenje usporedbe. Pružatelji usluga trebat će sustav osiguranja kvalitete u svrhu osiguravanja pouzdanosti podataka. Također, pružatelji usluga poslodavcu moraju dostaviti pisano izvješće koje objašnjava značaj same procjene i u kojem su navedeni jasni zaključci. Prema potrebi, izvješće treba uključivati i preporuke za daljnje korake.



Ključna poruka: izračun ili mjerenje izloženosti

Procjena izloženosti pomoću mjerenja ili izračuna općenito je složena i treba se izbjegavati u slučajevima kada su informacije iz drugih izvora kao što su proizvođači ili baze podataka dostupne. Ako je potrebno izvršiti procjenu, poslodavci trebaju pomnijivo razmotriti imaju li mogućnosti sami ju provesti.

Za mnoge poslodavce jeftinijim se rješenjem može pokazati traženje vanjske pomoći, ali u tim će se slučajevima poslodavci htjeti sami uvjeriti da pružatelji usluga imaju odgovarajuće uređaje, kompetencije i iskustvo za izvođenje procjene.

ODJELJAK 4.

TREBA LI UČINITI NEŠTO VIŠE?

9. ZAŠTITNE I PREVENTIVNE MJERE

Prilikom odabira odgovarajućih zaštitnih ili preventivnih mjera za bilo koju specifičnu situaciju potrebno je uzeti u obzir rezultate procjene rizika. Procjena rizika pruža informacije o tome kako može doći do opasnih izloženosti. Prilikom odabira mjera za kontrolu rizika potrebno je također uzeti u obzir prirodu posla koji će se obavljati.

Kao što je navedeno u poglavlju 6., ako je moguće utvrditi da se vrijednosti upozorenja (AL-ovi) ili granične vrijednosti izloženosti (ELV-ovi) neće premašiti te da ne postoji značajan rizik od neizravnih učinaka ili rizik za radnike koji su izloženi posebnom riziku, u tom slučaju nije potrebno poduzimanje daljnjih mjera.

Kod područja u kojima postoji rizik od premašivanja AL-ova ili ELV-ova, ili pojave neizravnih učinaka, poslodavac mora preispitati dostupnost područja dok su polja prisutna. Ako je pristup području ograničen na odgovarajući način zbog drugih razloga (primjerice zbog visokog napona), u tom slučaju nisu potrebne dodatne mjere. Ako to nije slučaj, poslodavac će morati uvesti dodatne mjere.

Ako se uvedu dodatne zaštitne ili preventivne mjere, tada je potrebno revidirati aspekte procjene rizika kako bi se utvrdilo jesu li svi rizici uklonjeni ili svedeni na minimum.

Općenito, provedba zaštitnih i preventivnih mjera tijekom projektiranja i postavljanja radnih mjesta ili opreme može osigurati značajnu prednost po pitanju sigurnosti i rada. Naknadno provođenje zaštitnih i preventivnih mjera može imati značajan učinak na cijene.

9.1. Načela prevencije

U slučajevima kada su potrebne zaštitne i preventivne mjere, u članku 6 Okvirne direktive određena su načela prevencije koje je potrebno primijeniti za sve rizike (vidjeti tablicu 9.1.).

Tablica 9.1. – Načela prevencije određena u Okvirnoj direktivi

Načela prevencije:
Izbjegavanje rizika
Procjena rizika koji se ne mogu izbjeći
Uklanjanje izvora rizika
Prilagođavanje posla pojedincu, posebice u pogledu projektiranja radnih mjesta, izbora radne opreme i odabira metoda rada i proizvodnje
Prilagodba tehničkom napretku
Zamjena opasnoga bezopasnim ili manje opasnim
Razvoj usklađene općenite politike prevencije koja obuhvaća tehnologiju, organizaciju rada, radne uvjete, društvene odnose i faktore povezane s radnim okruženjem
Davanje prioriteta kolektivnoj zaštiti u odnosu na pojedinačne mjere zaštite
Davanje odgovarajućih uputa radnicima

9.2. Uklanjanje opasnosti

Najučinkovitije sredstvo kontrole rizika je potpuno uklanjanje opasnosti. To može uključivati prebacivanje na alternativni proces koji ne rezultira stvaranjem jakog elektromagnetskog polja. Na primjer, moguće je prebaciti se sa zavarivanja sa električnim otporom na lasersko zavarivanje. Međutim, jasno je da to neće uvijek biti praktično. Često ne postoje odgovarajući alternativni procesi ili dostupne alternative mogu podrazumijevati druge vrste opasnosti (primjerice u gore navedenom primjeru, prisutnost snažnog laserskog snopa) koje mogu predstavljati jednaki ili veći rizik za radnike.

Uklanjanje opasnosti često podrazumijeva redizajn cijelog procesa i znatna ulaganja u novu opremu. Stoga će uklanjanje opasnosti biti moguće samo prilikom prvog postavljanja ili veće nabave novih alata. Međutim, u današnje vrijeme potrebno je uzeti u obzir alternativna sredstva za postizanje istog cilja bez stvaranja jakih elektromagnetskih polja.

9.3. Zamjena s manje opasnim procesima ili opremom

Učinkovit pristup za smanjenje rizika od elektromagnetskih polja je zamjena postojećih procesa ili opreme s procesima ili opremom koja stvara manje elektromagnetskih polja. Na primjer, najjednostavniji oblik dielektričnog zavarivanja plastike može uključivati veliku izloženost operatera izračenim elektromagnetskim poljima s radiofrekvencijama, kao i rizik od opekline zbog doticanja izloženih elektroda. Obično je moguće projektirati opremu koja uključuje oklapanje u svrhu ograničavanja jačine izračenog polja, često u kombinaciji s automatizacijom kako bi se povećala udaljenost operatera od elektroda.

Iako bi zamjena postojećeg pogona s visoko automatiziranom i bolje oklopljenom opremom obično poboljšala učinkovitost procesa, to podrazumijeva značajan kapitalni trošak. Stoga je ova opcija moguća samo u sklopu uobičajenog ciklusa zamjene opreme.



Ključna poruka: mjere za smanjenje rizika

U slučajevima u kojima rizike nije moguće smanjiti njihovim uklanjanjem ili zamjenom, potrebno je uvesti dodatne mjere. Postoje mnoge opcije koje su poslodavcima dostupne za postizanje tog cilja, a tehničke i organizacijske mjere općenito su poželjne jer omogućuju kolektivnu zaštitu. Mnoge mjere koje se mogu uvesti u svrhu smanjenja rizika od elektromagnetskih polja slične su mjerama koje se uvode za druge opasnosti na radnome mjestu.

9.4. Tehničke mjere

Ako je praktično provesti tehničke mjere, one imaju prednost u tome što pružaju kolektivnu zaštitu i obično suzbijaju rizike na ishodištu. Osim toga, one će obično biti pouzdanije od organizacijskih mjera jer se ne oslanjaju na ljude da poduzmu nešto. Niz tehničkih mjera mogu biti učinkovite u sprječavanju ili ograničavanju pristupa elektromagnetskim poljima; o njima se raspravlja niže.

9.4.1. Oklapanje

Oklapanje može biti efikasan način smanjivanja elektromagnetskih polja koje proizvodi neki izvor i često će biti uključeno u izvedbu opreme radi ograničavanja emisija. Dobar je primjer toga mikrovalna pećnica. Mreža na prozoru povezana je s metalnim kućištem pećnice da bi se stvorio neprekidan oklop koji ograničava emisiju mikrovalnog zračenja. Oklopi se mogu primijeniti i na sobe da bi se stvorilo slabo elektromagnetsko okruženje, iako se ovo obično radi da bi se zaštitila osjetljiva električna oprema, a ne ljudi.

U praksi se oklopi za radiofrekvenciju i električna polja niske frekvencije oslanjaju na ograđivanje izvora unutar provodljive površine (Faradayev kavez). Ona se obično izrađuje od lima ili metalne mreže, makar se mogu koristiti i drugi materijali poput keramike, plastike i stakla s jednim ili više metalnih obloga ili sadrže metalnu mrežu. Potonji su korisni za prozore u situacijama kada je potrebno nadgledati postupak. Ako je potreban protok zraka, na primjer za hlađenje, on se obično postiže korištenjem metalnih mreži ili materijala u obliku saća.

Radi efikasnosti potrebno je osigurati da je oklop neprekidan. Bilo kakav razmak ili spoj mora biti manji od valne duljine (vidjeti dodatak A) elektromagnetskog polja. Zbog toga se svi paneli koji tvore dio oklopa obično učvršćuju vijcima ili zakovicama koji su na međusobno malenoj udaljenosti. Ako je potrebno ukloniti panel, on se mora kasnije ponovno sastaviti sa svim pričvršnim elementima na mjestu radi svođenja curenja na minimum. Vrata i pristupni paneli obično uključuju kontaktnu traku po cijeloj svojoj dužini. Osim svih razmaka i spojeva, učinkovitost oklapanja ovisi o materijalu od kojeg je napravljeno, njegovoj debljini, obliku oklopa i frekvenciji polja.

Kablovi i drugi valovodi koji se koriste za prijenos radiofrekventnih magnetskih polja oklopljeni su u standardnim konfiguracijama. Glavna svrha ovoga jest sprječavanje zračenja radiofrekventne energije, što bi za posljedicu imalo velike gubitke, ali također služi i za ograničavanje razmjera polja okruženja. Svaki gubitak integriteta oklopa može za posljedicu imati curenje tako da bi se moguće kvarenje spojeva ili pregiba trebalo imati na umu.

Oklapanje statičkih i niskofrekventnih (manje od otprilike 100 kHz) magnetskih polja jest zahtjevnije. Moguće je izvesti oklapanje takvih polja posebnim metalnim legurama poput mu-metala, ali postoji mnogo ograničenja i ovo je uglavnom ograničeno na stručne primjene.

S obzirom na to da je pasivno oklapanje magnetskih polja zahtjevno, tako se često koristi aktivno oklapanje umjesto njega, osobito za statička polja (vidjeti studiju slučaja o NMR jedinicama u svesku 2. ovog vodiča). Kod aktivnog se oklapanja dodatna zavojnica, obično u obliku elektromagneta, koristi za stvaranje suprotnog magnetskog polja. Poništavanje ta dva polja za posljedicu ima brzo smanjenje gustoće magnetskog toka dalje od izvora.

9.4.2. Ograđivanje

Ograđivanje može biti jeftin i učinkovit način ograničavanja pristupa područjima jakih polja. Kao što je napomenuto u poglavlju 3., jakosti polja obično brzo opadaju s udaljenosti od izvora polja tako da je upotreba ograđivanja radi ograničavanja pristupa neposrednoj blizini često praktičan izbor. Uz znanje o distribuciji polja, svatko tko je stručan na području projektiranja i postavljanja ograđivanja za strojeve morao bi biti sposoban pružiti učinkovito rješenje.

Pri postavljanju štitnika u jakim poljima mora se razmotriti spoj polja s ogradnim materijalom. Stoga bi mogla biti prikladna upotreba nemetalnih materijala, na primjer plastične barijere u NMR postrojenjima s jakim statičkim magnetskim poljima. Nadalje, za ugradnju metalnih štitnika u obzir se moraju uzeti pražnjenja iskrom i dodirne struje, kao i prikladno uzemljenje (odjeljak 9.4.7. i 9.4.8.).

Ako nema potrebe za pristupom ograničenom području u uobičajenom radu, učvršćeni štitnici obično će biti najjednostavnije i najjeftinije rješenje. Ovi su štitnici pričvršćeni tako da njihovo uklanjanje zahtijeva upotrebu alata.

Zbog te potrebe za korištenjem alata učvršćeni spojnici nisu prikladni za mjesta gdje je potreban čest pristup. U tom slučaju pomični štitnik može biti prihvatljivo rješenje. Oni bi obično bili povezani pomoću blokade s izvorom polja, iako štitnik koji nije tako povezan (slika 9.1.) može biti prihvatljiv ako je rizik relativno nizak.

Slika 9.1. – Primjer jednostavnog pomičnog štitnika koji služi za ograničavanje pristupa jakom magnetskom polju. U tom slučaju štitnik nije povezan blokadom, ali se uz njega koriste znakovi upozorenja i organizacijske mjere



Ako su jaka polja dostupna samo pomoću učvršćenih vertikalnih ljestava, poput slučajeva gdje su snažne antene postavljene na krov (vidjeti studiju slučaja u svesku 2. ovog vodiča), tada štitnik za ljestve može biti jeftin i efikasan način ograničavanja pristupa (slika 9.2.).

Slika 9.2. – Upotreba štitnika za ljestve da se ograniči pristup jakim poljima na krovu



9.4.3. Blokade

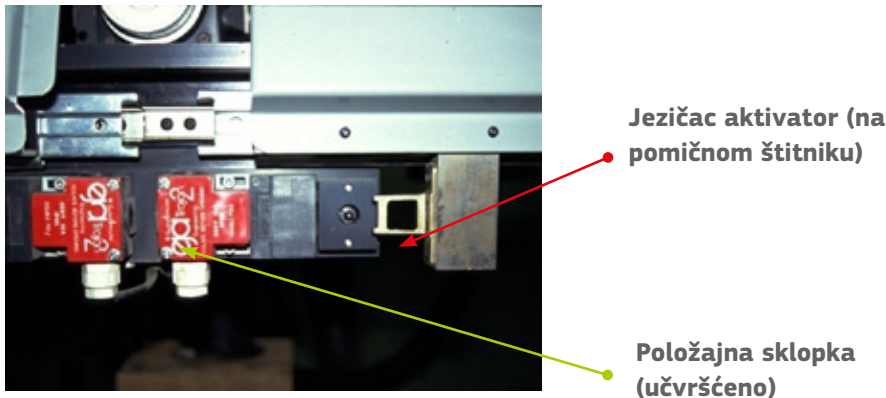
Ako se pomični štitnici koriste za ograničavanje pristupa jakim poljima, štitnik mora biti blokadom povezan s izvorom elektromagnetskog polja. Blokada će nadzirati poziciju štitnika i spriječiti stvaranje elektromagnetskih polja kada štitnik nije u potpunosti zatvoren.

Postoji niz različitih tipova blokada, svaki s vlastitim prednostima i nedostacima (vidjeti tablicu 9.2.). Odabir prikladne sklopke ovisit će o posebnim okolnostima i na njega treba utjecati ishod procjene rizika.

Tablica 9.2. – Primjeri različitih tipova blokada

Tip	Opis	Primjeri
1	Mehanički aktivirana sklopka bez kodiranja	Rotirajuća grebenasta sklopka na štitniku sa šarkama Linearna grebenasta sklopka aktivirana šipkom na klizećem štitniku Sklopka postavljena s unutrašnje strane šarke
2	Mehanički aktivirana sklopka s kodiranjem	Položajna sklopka koja se aktivira jezičcem Sustav sa blokiranim ključem
3	Nekontaktna položajna sklopka bez kodiranja	Blizinska sklopka koja se temelji na induktivnoj, magnetskoj, kapacitivnoj, ultrazvučnoj ili optičkoj detekciji
4	Nekontaktna položajna sklopka s kodiranjem	Blizinska sklopka s kodiranom magnetskom detekcijom Blizinska sklopka s RFID detekcijom

Slika 9.3. – Položajna sklopka koja se aktivira jezičcem, primjer blokade 2. tipa



S obzirom na prisutnost jakih elektromagnetskih polja, na umu se mora imati rizik od interferencije s funkcijom blokade i bilo kojeg povezanog kruga. Mehanički aktivirane sklopke manje su podložne elektromagnetskoj interferenciji.

Blokade moraju ispunjavati primjenjive europske norme i moraju se postaviti s pričvrstnim elementima za čije je micanje potreban alat.

Kako otvaranje štitnika obično odmah gasi stanje jakog polja, tako i zaključavanje štitnika (ako je štitnik zaključan dok rizik nije uklonjen) obično neće biti potrebno.

9.4.4. Osjetljiva zaštitna oprema

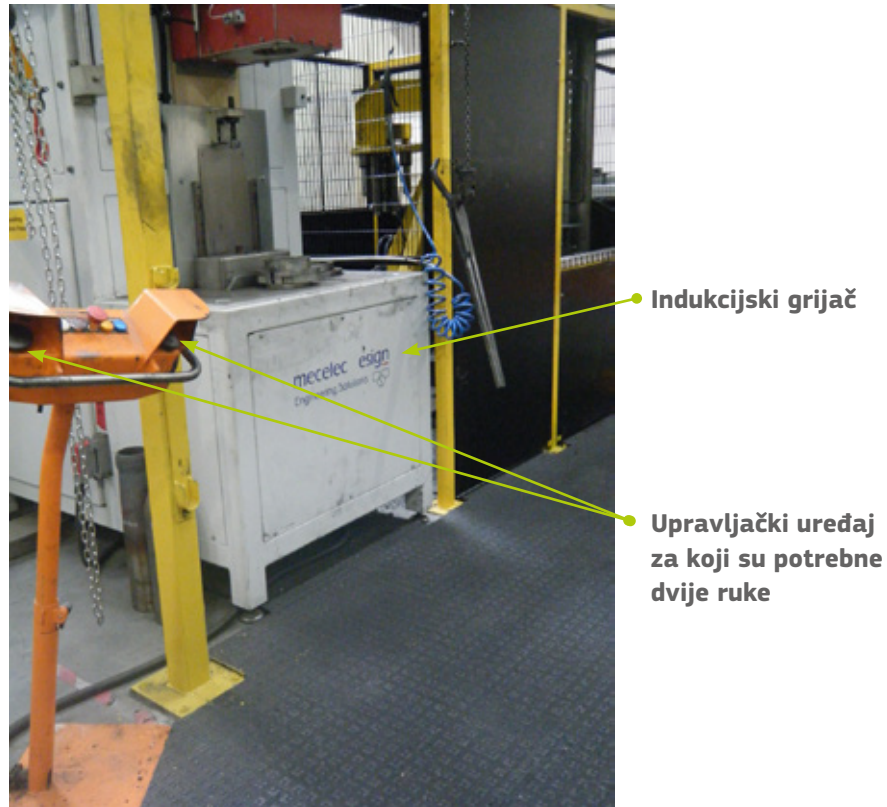
Ako nije praktično ugraditi učvršćene ili pomične štitnike, alternativni izbor može biti upotreba osjetljive zaštitne opreme. Ovo uključuje opremu poput svjetlosnih zavjesa, uređaja za skaniranje i otirača osjetljivih na pritisak. Oprema može detektirati ulaz u ili prisutnost nekoga u području jakog polja i može zaustaviti rad opreme koja stvara elektromagnetska polja.

Osjetljiva zaštitna oprema koristi se širokim rasponom tehnologija za detekciju koje variraju u svojoj prikladnosti za pojedine situacije. Poslodavci moraju potražiti stručni savjet prilikom odabira prikladnih sustava. U obzir se osobito mora uzeti rizik interferencije od jakih elektromagnetskih polja.

9.4.5. Upravljački uređaj za koji su potrebne dvije ruke

Upravljački uređaj za koji su potrebne dvije ruke (slika 9.4.) može se koristiti da zahtijeva istovremenu aktivaciju s obje ruke operatera. Ovo je korisno jer se time osigurava da je operater u određenoj poziciji ili da njegove ruke nisu u području jakog polja. Međutim, uređaj ne pruža zaštitu za druge radnike.

Slika 9.4. – Upravljački uređaj za koji su potrebne dvije ruke kojim se osigurava da je radnik udaljen od induksijskoga grijača



9.4.6. Zaustavljanje u nuždi

Ako radnici mogu pristupiti potencijalno opasnim okruženjima, važno je pružiti mogućnosti zaustavljanja u nuždi. Većini će ljudi biti poznate tipke za zaustavljanje u nuždi u obliku crvene gljive. Zaustavljanje u nuždi mora brzo reagirati, zaustaviti sve radove u okruženju i spriječiti ponovno pokretanje prije vraćanja na izvorno stanje.

Tipke za zaustavljanje u nuždi moraju se nalaziti po području u dovoljnoj količini da jedna uvijek bude nadohvat, a pogotovo da se ne mora prolaziti kroz još opasnije područje da se dođe do tipke. Prilikom osiguravanja većih područja često je praktično upotrijebiti potezne žice umjesto tipki.

9.4.7. Tehničke mjere radi sprječavanja pražnjenja iskrum

Do pražnjenja iskrum može doći u jakim električnim poljima ako osoba dotakne provodljivi predmet koji je na različitom električnom potencijalu jer je jedno od njih uzemljeno, a drugo nije. Pražnjenja iskrum mogu se spriječiti osiguravanjem da takve razlike u potencijalima ne postoje. To se može postići tehničkim mjerama poput uzemljenja provodljivih predmeta i povezivanja radnika u strujni krug s provodljivim predmetima za rad (izjednačenje potencijala).

U praksi može biti teško opsežno provođenje ovih tehničkih mjera zbog težine postizanja učinkovitog uzemljenja ili povezivanja u strujni krug pomičnih predmeta. Stoga je obično potrebno kombiniranje tehničkih mjera s prikladnim organizacijskim mjerama, posebno treniranjem osoblja, a moguće i korištenjem osobne zaštitne opreme.

9.4.8. Tehničke mjere radi sprječavanja dodirnih struka

Ako osoba dodirne provodljivi predmet u radiofrekventnom magnetskom polju i jedno od njih nije uzemljeno, radiofrekventna struja može teći kroz osobu do zemlje. Ovo za posljedicu može imati strujni udar ili opekline. Može se provesti niz mjera da se ograniče dodirne struje. Smanjenje jakosti rasipnih polja smanjit će razmjer radiofrekventne struje koja može teći, a daljnja se poboljšanja mogu postići izolacijom i uzemljenjem. Konačno, valja napomenuti da će organizacijske mjere, poput uklanjanja nepotrebnih provodljivih predmeta, osobito velikih, umanjiti mogućnost ostvarivanja dodira.

9.5. Organizacijske mjere

U nekim situacijama smanjenje rizika od elektromagnetskih polja pomoću tehničkih mjera neće biti izvedivo. U tim situacijama sljedeća faza će biti ispitivanje mogućnosti korištenja organizacijskih mjera. One bi trebale pružiti kolektivnu zaštitu, ali s obzirom da uglavnom ovise o djelovanju ljudi na temelju informacija, bit će učinkovite samo koliko i radnje tih ljudi. Bez obzira na to, organizacijske mjere imaju važnu ulogu i mogu biti glavna kontrolna mjera u određenim okolnostima, npr. tijekom puštanja u rad i servisiranja.

Odabir organizacijskih mjera ovisi o prirodi rizika i načinu na koji se izvodi rad. Mjere mogu uključivati razgraničenje područja i ograničenje pristupa, znakove, signale i natpise, imenovanje pojedinaca za nadzor područja radnih aktivnosti i pisane postupke.

9.5.1. Razgraničenje i ograničenje pristupa

U nekim situacijama ograničenje pristupa područjima s jakim poljima pomoću tehničkih mjera, poput čuvanja, neće biti izvedivo. U tim situacijama može se koristiti niz organizacijskih mjera kako bi se razgraničila područja i uvela ograničenja pristupa ili aktivnosti. To uglavnom uključuje znakove upozorenja i obavijesti za upozoravanje radnika na rizik, često u kombinaciji s podnim oznakama za identifikaciju područja s jakim poljima.

Tablica 9.3. – Primjeri ograničenja pristupa i drugih ograničenja koja bi mogla biti potrebna za područja s jakim elektromagnetskim poljima

Kriteriji	Ograničenja
Netoplinski učinci Premašen ELV za učinke na zdravlje Premašen visoki AL Premašen AL za ekstremitete	Zabranjen pristup dok su polja prisutna
Toplinski učinci Premašen ELV za učinke na zdravlje Premašen AL izloženosti Premašen AL za induciranu struju u ekstremitetima	Ograničenja pristupa za ograničenje vremenski uprosječene izloženosti
ELV za osjetila privremeno premašen Niski AL privremeno premašen	Pristup ograničen na obučene radnike Druga ograničenja se mogu primjenjivati
Rizik od projektila u jakim statičkim magnetskim poljima	Ograničenje unosa feromagnetskog materijala u područje
Rizici za radnike koji su izloženi posebnom riziku	Ograničenje pristupa područjima s jakim poljima Informacije za pristup mjestu
Rizik od pražnjenja iskrom iz jakih električnih polja	Pristup ograničen na obučene radnike
Rizik od dodirne struje	Pristup ograničen na obučene radnike Zabrana za nepotrebne vodljive predmete

U određenim situacijama, kada već postoje podne oznake za upozorenje na druge opasnosti ili ograničenja, može biti prihvatljivo koristiti alternativne načine razgraničenja područja, poput oznaka na zidu ili lijepljenja planova područja s označenim područjima.

Kada su elektromagnetska polja prisutna samo u određenim fazama ciklusa opreme, može biti korisno označiti kada su polja prisutna vizualnim (npr. osvijetljeno svjetlo) ili zvučnim (npr. sirena) signalima upozorenja.

Gdje je pristup ograničen na određene radnike, mora postojati postupak za formalno ovlaštenje radnika s dopuštenim pristupom.

U nekim slučajevima može biti potrebno uspostaviti privremena ograničenja pristupa. To je prikladno za privremenu instalaciju ili tijekom puštanja trajne instalacije u rad, ali prije ugradnje učvršćenih štitnika. U tim situacijama obično je prihvatljivo postaviti privremene pregrade. Na njih će obično biti postavljeni znakovi upozorenja. Za visokorizične situacije kratkog trajanja također može biti prikladno odrediti radnike za nadzor granica područja kako bi bili sigurni da nitko neće preći pregrade.

Slika 9.5. – Privremene pregrade i znakovi upozorenja za ograničenje pristupa jakim poljima koja stvara privremena instalacija



Gdje postoji rizik od paljenja eksplozivnih atmosfera ili paljenja elektro-eksplozivnih uređaja, uobičajena je praksa razgraničiti područje gdje postoji glavna opasnost (zapaljivo okruženje ili elektro-eksplozivni uređaj), a zatim postaviti ograničenje na sve izvore zapaljenja ili paljenja, uključujući elektromagnetska polja, u tom području.

9.5.2. Sigurnosni znakovi i obavijesti

Čine važan dio svakog sustava organizacijskih mjera. Sigurnosni znakovi i obavijesti su učinkoviti samo ako su jasni i nedvosmisleni. Trebali bi biti postavljeni u visini očiju kako bi se povećala njihova vidljivost. Priroda opasnosti treba biti jasno naznačena. Primjeri piktograma bitnih za elektromagnetska polja s njihovim priznatim značenjima prikazani su na slikama 9.6. – 9.8. U načelu je prikladno dodati dopunsku obavijest kako bi se olakšalo razumijevanje. Ovo je posebice važno za znakove naredbi koji zahtijevaju nošenje izolirajuće ili vodljive obuće ili rukavica.

Slika 9.6. – Standardni znakovi upozorenja često korišteni u vezi s elektromagnetskim poljima



Upozorenje: magnetsko polje



Upozorenje: neionizirajuće zračenje

Slika 9.7. – Standardni znakovi zabrane često korišteni u vezi s elektromagnetskim poljima



Zabranjen pristup osobama s aktivnim ugrađenim proizvodima za srce



Zabranjen pristup osobama s metalnim implantatima

Slika 9.8. – Standardni znakovi naredbi koji bi mogli biti korišteni u vezi s elektromagnetskim poljima



Nosite zaštitnu obuću



Nosite zaštitne rukavice



Nosite zaštitu za oči



Općeniti znak izričite naredbe

Ako su elektromagnetska polja prisutna samo povremeno, znakovi upozorenja trebaju biti postavljeni samo kada su polja aktivna jer bi u suprotnom mogli biti ignorirani. U praksi se to može postići okretanjem prazne strane znaka (na kuki ili postolju s utorom) kada opasna situacija završi.

Uobičajena je praksa postaviti natpise upozorenja s istim piktogramom na svu opremu koja stvara elektromagnetska polja.

9.5.3. Pisani postupci

Kada je potrebno koristiti organizacijske mjere za upravljanje rizicima od elektromagnetskih polja, potrebno je dokumentirati ih u procjeni rizika kako bi svima bilo jasno što treba napraviti. To mora uključivati:

- opise svih područja s posebnim ograničenjima pristupa ili radnje;
- detalje o svim uvjetima za ulazak u područje ili izvođenje određene radnje;
- posebne zahtjeve osposobljavanja za radnike (poput osposobljavanja potrebne za privremeno premašenje niskog AL-a);
- imena osoba ovlaštenih za ulazak u područja;
- imena osoba odgovornog za nadzor rada ili provođenje zabrana pristupa;
- identifikaciju svih skupina s posebnom zabranom pristupa područjima, poput radnika koji su izloženi posebnom riziku;
- ako je moguće, pojedinosti o postupcima u slučaju nužde.

Primjerci pisanih postupaka trebaju biti dostupni za pregled u područjima na koja se primjenjuju te se moraju izdati svakome na koga se mogu odnositi.

9.5.4. Informacije o sigurnosti lokacije

Uobičajena je praksa pružiti informacije o sigurnosti ili informiranje o sigurnosti osobama koje prvi put dolaze na lokaciju. Ako lokacija uključuje identificirana područja gdje su pristup ili posebne radnje ograničene, dobra praksa bila bi objasniti to u informacijama o sigurnosti lokacije.

Slika 9.9. – Informacije o sigurnosti lokacije date posjetiteljima trebaju objasniti sva ograničenja ulaska u područja, a posebno rizike za radnike koji su izloženi posebnom riziku



Naročito je važno istaknuti ako postoje područja gdje bi mogli postojati rizici za radnike koji su izloženi posebnom riziku. Priznate „rizične” skupine moraju biti identificirane te se svima koji spadaju u jednu od tih skupina mora preporučiti da na to skrenu pažnju svog šefa. Informacije moraju uključivati upozorenje za osobe iz tih skupina da obrate pozornost na dodatne znakove upozorenja.

9.5.5. Nadzor i upravljanje

Sigurnošću od elektromagnetskih polja treba upravljati pomoću iste strukture upravljanja zdravljem i sigurnošću koja se koristi za druge potencijalno opasne radnje. Pojedini organizacijski uvjeti mogu se razlikovati s obzirom na veličinu i strukturu organizacije.

Kada su polja dovoljno jaka da zahtijevaju posebno upravljanje, obično je prikladno imenovati člana posade koji posjeduje potrebno znanje da nadgleda svakodnevne aspekte sigurnosti od elektromagnetskih polja na radnome mjestu.

9.5.6. Upute i osposobljavanje

Članak 6. Direktive o elektromagnetskim poljima posebno se bavi pružanjem informacija i osposobljavanja radnicima koji će vjerojatno biti izloženi rizicima od elektromagnetskih polja na radnome mjestu. Nužni sadržaj tog osposobljavanja naveden je u tablici 9.4.

Količina pruženih informacija i osposobljavanja treba biti proporcionalna rizicima od elektromagnetskih polja na radnome mjestu. Kada početna procjena (vidjeti poglavlje 3.) pokaže da su pristupačna polja tako slaba da nisu potrebne posebne radnje, trebalo bi biti dovoljno pružiti dokaz da je takav slučaj. Međutim, čak i u toj situaciji bitno je upozoriti radnike ili njihove predstavnike na mogućnost da neki radnici budu izloženi posebnom riziku. Svaki radnik koji spada u jednu od priznatih „rizičnih” skupina mora biti potaknut da se javi upravi.

Tablica 9.4. – Sadržaj informacija i osposobljavanja kako je navedeno u Direktivi o elektromagnetskim poljima

Poduzete mjere u primjeni Direktive o elektromagnetskim poljima
Vrijednosti i koncepti za ELV-ove i AL-ove, povezani mogućim rizicima i poduzete preventivne mjere
Mogući neizravni učinci izloženosti
Rezultati procjene, mjerenja ili izračuna razine izloženosti elektromagnetskim poljima izvršenog u skladu s člankom 4. Direktive o elektromagnetskim poljima
Kako otkriti štetne učinke izloženosti na zdravlje i kako ih prijaviti
Mogućnost prolaznih simptoma i osjećaja povezanih s učincima u središnjem ili perifernom živčanom sustavu
Okolnosti pod kojima radnici imaju pravo na nadzor zdravlja
Postupci za sigurnost na radu za smanjenje rizika koji nastaju zbog izloženosti
Radnici koji su izloženi posebnom riziku

Ako je bilo potrebno provesti posebne tehničke ili organizacijske mjere povezane s elektromagnetskim poljima, obično je prikladno pružiti neke elemente formalnijeg osposobljavanja. Gdje su rizici u potpunosti uklonjeni ili smanjeni pomoću tehničkih mjera, dovoljno je navesti to na informiranju ili neformalnom razgovoru o sigurnosti.

To će za radnike služiti kao upozorenje na rizike i objašnjenje tehničkih mjera koje su provedene u svrhu njihove zaštite. Osposobljavanje treba naglasiti važnost prijave svih očitih grešaka ili nedostataka u zaštitnim mjerama kako bi se iste mogle riješiti.

Kada upravljanje rizicima od elektromagnetskih polja ovisi o značajnom dijelu organizacijskih mjera ili korištenju osobne zaštitne opreme, osposobljavanje obično mora biti formalnije i detaljnije.

Prilikom određivanja opsega i trajanja potrebnog osposobljavanja, poslodavac mora razmotriti pitanja iz tablice 9.5. Važno je da se u svakoj obuci mora realno razmotriti rizike od elektromagnetskih polja s obzirom na druge rizike na radnome mjestu.

Tablica 9.5. – Pitanja koja treba razmotriti pri određivanju potrebne količine osposobljavanja

rezultati procjena rizika
trenutna stručnost osoblja i osviještenost o rizicima od elektromagnetskih polja
razina uključenosti radnika u upravljanje rizicima od elektromagnetskih polja
priroda radnog okruženja te je li nepromjenjivo ili se često mijenja
je li osposobljavanje namijenjeno novim radnicima ili je obnova znanja za postojeće osoblje

Kada postoji rizik od pražnjenja iskrom ili dodirnih struja, osposobljavanje posebno mora utvrditi te rizike. Također mora objasniti provedene mjere za smanjenje rizika, naročito kada te mjere zahtijevaju djelovanje radnika.

Pružanje osposobljavanja mora biti dokumentirano.

9.5.7. Izvedba i izgled radnih mjesta i radnih stanica

Rizici od elektromagnetskih polja često se mogu smanjiti uz malen ili nikakav trošak pažljivim projektiranjem izgleda radnog mjesta općenito, a konkretno pojedinih radnih stanica.

Npr. oprema koja stvara jaka polja često može biti postavljena dalje od uobičajenih staza i drugih područja koja se često koriste. Svakako treba osigurati da je oprema raspoređena tako da se može propisno ograničiti pristup kada se usklađenost s ELV-ovima ne može osigurati.

Oprema koja stvara jaka polja treba biti postavljena tako da radnici koji su izloženi posebnom riziku ne moraju proći kroz polja koja ih izlažu riziku. Stoga se takva polja ne smiju protezati na uobičajene staze i druga područja osim ako će biti prihvatljivo ukloniti takve radnike iz tih područja.

Prilikom razmatranja izgleda svog radnog mjesta, poslodavci moraju imati na umu da magnetska polja obično neće biti prigušena razdjelnim zidovima, te stoga moraju razmotriti pristup susjednim područjima. To je prikazano za opremu za magnetski pregled čestica koja se koristi u studiji slučaja strojarske radionice iz sveska 2. ovog vodiča.

Izgled radnih stranica također je često bitan. U primjeru iz slike 9.10. polje na mjestu rukovoditelja ispred točkastog zavarivača je slabije od polja na bočnoj strani od zavarivača. Stoga je bitno u takvim situacijama organizirati radnu stanicu tako da rukovoditelj sjedi ili stoji kako je predviđeno (slika 9.10.) te isto tako razmotriti položaj radnika koji obavljaju druge zadatke.

Slika 9.10. – Prikaz dobre i loše prakse prilikom uređenja radne stanice za točkasti zavarivač i razmatranja položaja rukovoditelja



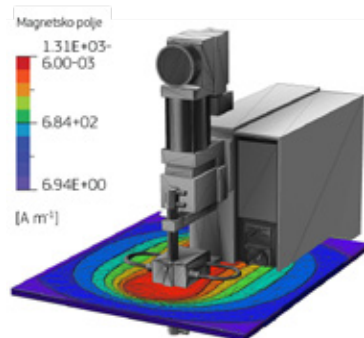
Dobra praksa:

Polje je jače na bočnim stranama točkastog zavarivača nego ispred. U ovom rasporedu radnik stoji ispred opreme prilikom obavljanja zavarivanja. Izloženost radnika je stoga niska.



Loša praksa:

U ovom rasporedu radnik mora stajati bočno od opreme kako bi obavljao zavarivanje. Rezultat toga je veća izloženost radnika.



Grafički prikaz prikazuje konture magnetskog polja koje su više razmaknute na bočnim stranama zavarivača

9.5.8. Usvajanje dobrih radnih praksi

Radnici često mogu smanjiti stvaranje jakih polja ili izloženost usvajanjem jednostavnih promjena u svojim radnim praksama. Npr. kada opskrbeni i povratni tok prolaze kroz odvojene vodiče, ako je moguće, trebalo bi ih postaviti u neposrednu blizinu. To će za obično za posljedicu imati značajno smanjenje nastalih polja jer će suprotni tokovi struje poništiti polje.

Radnici trebaju pripaziti da usmjere kabele od tijela kada god je to moguće, a naročito kada postoje odvojeni opskrbeni i povratni kabeli. Prikazi na slici 9.11. prikazuju primjere dobre i loše prakse zavarivanja. Kabeli za zavarivanje su teški i mogu ograničiti kretanje zavarivača. Kao posljedica toga, uobičajena praksa zavarivača je držati kabel preko

ramena ili ga čak objesiti oko vrata. To neizbježno dovodi izvor jakog polja blizu mozga i leđne moždine. Pridržavanje kabela na drugi način ne bi samo smanjilo izloženost nego bi bilo i ergonomski poželjnije.

Slika 9.11. – Primjeri dobre i loše prakse usmjeravanja kabela za lučno zavarivanje



Dobra praksa:
Kabel je usmjeren od tijela radnika tako da je izloženost niska.

Opskrbni i povratni kabeli drže se zajedno što je dalje moguće kako bi poništavanje polja smanjilo jakost polja u radnom okruženju.



Loša praksa:
In this example the worker is supporting the weight of the welding cable across the shoulder. However this brings the cable close to the head and body and so increases exposure.

● Kabel obješen preko ramena



Loša praksa:
U ovom primjeru radnik drži kabel za zavarivanje preko ramena i tvori omču. Međutim, to dovodi kabel blizu glave i tijela te na taj način povećava izloženost.

● Kabel omotan oko vrata

Slično tome, prilikom magnetskog pregleda čestica uobičajena je praksa dovršiti zadaću pokretanjem ciklusa demagnetizacije, koji obično stvara jače početno polje nego ciklus pregleda. Međutim, za razliku od ciklusa pregleda, tijekom demagnetizacije inspektor ne mora biti blizu radnog predmeta te je stoga dobra praksa stajati podalje u toj fazi postupka.

U nekim situacijama demagnetizacija se postiže korištenjem zavojnice za demagnetizaciju (vidjeti studiju slučaja strojarske radionice iz sveska 2. ovog vodiča). Uz takve zavojnice obično se dobiju vodilica i mala kolica na koja se montira radni predmet. Korištenje potisne drške za guranje radnog predmeta i kolica kroz zavojnicu smanjit će izloženost rukovoditelja.

9.5.9. Programi preventivnog održavanja

Oprema koja proizvodi elektromagnetska polja treba biti podvrgnuta redovnom programu preventivnog održavanja i ako je moguće provjeri, kako bi se osigurao neprestan učinkovit rad. Odgovarajuće održavanje je zahtjev Direktive o radnoj opremi (vidjeti Dodatak G), a služi za smanjenje svih povećanja emisije zbog propadanja opreme.

Tehničke mjere za ograničavanje emisije ili pristupa područjima s jakim poljima trebaju isto tako biti podvrgnute kontinuiranom održavanju, provjeri i ispitivanju kako bi se osiguralo da su potpuno učinkovite.

Učestalost takvih održavanja i provjera ovisi o prirodi opreme, načinu na koji se rabi te okruženju u kojem se nalazi. Proizvođači opreme obično će predložiti prikladne intervale održavanja te će to u većini slučajeva poslužiti kao odgovarajući vodič. Međutim, neuobičajeno teški uvjeti ili prekomjerna upotreba opreme mogu ubrzati propadanje te će u tim slučajevima biti potrebno češće održavanje i provjere.

9.5.10. Ograničenje kretanja u statičkim magnetskim poljima

Kretanje u jakim statičkim magnetskim poljima može za posljedicu imati indukciju električnih polja niske frekvencije unutar tijela koja mogu izazvati niz učinaka. Ti učinci mogu se smanjiti ograničavanjem količine i brzine kretanja kroz polja. To je osobito važno za kretanje dijelova tijela, poput okretanja glave. Pomoću osposobljavanja i/ili vježbe, radnici mogu naučiti ograničiti svoje pokrete i na taj način smanjiti učinke.

9.5.11. Koordinacija i suradnja između poslodavaca

Kada radnici od više poslodavaca moraju raditi na istome mjestu, poslodavci moraju razmjenjivati informacije kako bi svi radnici bili odgovarajuće zaštićeni. Takve situacije često se javljaju prilikom ugradnje, puštanja u rad i servisiranja opreme, ali mogu se javiti i u drugim prilikama. Npr. za poslodavce je uobičajeno da daju u podugovor mnoge funkcije podrške, uključujući čišćenje, upravljanje postrojenjima, skladištenje i logistiku, zaštitu na radu i IT usluge.

U vezi s elektromagnetskim poljima ova razmjena informacija treba uključivati detaljnosti o svim ograničenjima kretanja ili aktivnosti koja mogu biti potrebna u određenom području te o svim rizicima za radnike koji su izloženi posebnom riziku. Poslodavci takva ograničenja moraju dogovoriti između sebe, a svaki poslodavac mora osigurati da njegovi radnici poštuju ta ograničenja.

9.6. Osobna zaštitna oprema

Načela prevencije Okvirne direktive (vidjeti tablicu 9.1.) jasno navode da pružanje kolektivne zaštite uvijek mora imati prednost nad pojedinačnim mjerama zaštite. Međutim, ponekad je provedba tehničkih ili organizacijskih mjera koje pružaju odgovarajuću kolektivnu zaštitu neizvediva. U takvim situacijama možda će biti potrebno osloniti se na osobnu zaštitnu opremu.

Kao što je gore navedeno u odjeljku tehničke mjere, zaslanjanje električnog polja relativno je jednostavno, no teško je ostvariti učinkovitu zaštitu od magnetskih polja. Stoga korištenje osobne zaštite za pružanje zaštite od magnetskih polja načelno nije izvedivo. Učinkovitost osobne zaštite ovisi o frekvenciji polja pa zaštitna oprema koja je prikladna za jedan raspon frekvencije vjerojatno neće biti prikladna za ostale.

Odabir odgovarajuće opreme ovisit će o posebnoj situaciji i naravi rizika koji se sprječavaju. Stoga u različitim situacijama izolacijske ili provodljive cipele, čizme ili rukavice mogu biti učinkovite u smanjenju rizika. Kada je potrebna uporaba izolacijske obuće, obično će biti prikladno nabaviti čvrste radne čizme ili cipele s debelom gumenom potplatom. Ako procjena pokaže da one neće biti prikladne, možda će biti potrebno pronaći stručniji izvor sigurnosne opreme.

Mogu se koristiti zaštitne naočale za zaštitu očiju od polja visoke frekvencije. U nekim situacijama možda će biti potrebna uporaba potpunih zaštitnih odijela, ali treba napomenuti da ona mogu predstavljati nove rizike zbog sprječavanja kretanja i gubitka topline osoba koje ih nose.

Osobna zaštitna oprema mora se ispravno održavati i redovito provjeravati kako bi se osiguralo da je i dalje primjerena svrsi.

Potrebno je razmotriti je li osobna zaštitna oprema koja se nosi zbog ostalih rizika kompatibilna s prisutnosti jakih elektromagnetskih polja. Primjerice, uporaba zaštitnih čizama s čeličnom kopicom neprikladna je u okruženju s jakim statičkim magnetskim poljima, dok će dovoljno jaka magnetska polja niske frekvencije zagrijati čelični umetak. Neka zaštitna odijela sadrže elektroničke komponente s kojima može doći do interferencije u jakim poljima. Slični problemi mogu se javiti s aktivnim štitnicima sluha.

10. PRIPREMLJENOST ZA SLUČAJ NUŽDE

Poslodavci moraju postaviti planove za slučaj nužde za suočavanje s posljedicama na mjestima na kojima upravljaju opremom ili provode aktivnosti koje mogu dovesti do štetnog slučaja. U ovom kontekstu, štetni slučajevi uključuju situacije u kojima se netko ozlijedio ili razbolio te propuste ili neželjene okolnosti. Štetni slučajevi mogu uključivati situacije u kojima je došlo do premašivanja granične vrijednosti izloženosti (ELV), ali nitko nije ozlijeđen (i nema primjenjivog odstupanja). Takav primjer je postavljač antene koji nehotice uđe u zonu isključenja odašiljača visoke snage prije no što je odašiljač ugašen.

Štetni slučajevi mogu nastati od neizravnih učinaka, poput interferencije s ugrađenim medicinskim proizvodom ili paljenja eksplozivne atmosfere. Drugi je primjer feromagnetski predmet privučen u provrt jedinice za nuklearnu magnetnu rezonanciju (NMR) jakim statičkim magnetskim poljem (tzv. „efekt projektila”).

Tablica 10.1. – Scenariji za razmatranje u shemi nepredviđenih slučajeva

Shema nepredviđenih slučajeva mora razmotriti postupke i odgovornosti u slučaju:
Stvarne izloženosti radnika koja je veća od granične vrijednosti izloženosti (nema primjenjivog odstupanja)
Stvarnoga štetnog slučaja nastalog od neizravnog učinka
Sumnje na izloženost radnika koja je veća od granične vrijednosti izloženosti (nema primjenjive iznimke)
Propusta ili neželjene posljedice nastale od neizravnog učinka

10.1. Priprema planova

Procjena rizika pripremljena u skladu s člankom 4. Direktive o elektromagnetskim poljima mora omogućiti poslodavcu da utvrdi razumno predvidljive štetne slučajeve (vidjeti poglavlje 5. ovog vodiča). Kada je poslodavac utvrdio i razumio narav tih potencijalnih štetnih slučajeva, bit će u mogućnosti razviti planove za suočavanje s posljedicama. U nekim slučajevima proizvođači će u svoju dokumentaciju uključiti planove u slučaju nužde koji moraju imati prednost.

Većina poslodavaca imat će već ustanovljene općenite planove u slučaju nužde pa je moguće da će potencijalni štetni slučajevi koji nastanu od elektromagnetskih polja biti obuhvaćeni tim postojećim uvjetima. Planovi u slučaju nužde mogu uključivati uvjete za pružanje prve pomoći i naknadno medicinsko ispitivanje (vidjeti poglavlje 11. ovog vodiča). U svakom slučaju detaljnost i složenost planova ovisit će o riziku. Općenito, dobra je praksa vježbati planove u slučaju nužde kako bi se nedostatci utvrdili i stalno imali na umu.

10.2. Reakcija na štetne slučajeve

Reakcija na sve štetne slučajeve neizbježno će biti dinamična i pod utjecajem vlastite prirode i ozbiljnosti. Slika 10.1. prikazuje tipičan redoslijed događaja kod reakcije na slučaj. Sve radnje neće nužno biti prikladne za svaki štetni slučaj.

Početno izvješće o štetnom slučaju mora pružiti što više informacija za pomoć u naknadnoj istrazi. Izvješće obično uključuje:

- opis naravi štetnog slučaja;
- kako je došlo do štetnog slučaja;
- pojedinosti o svem osoblju uključenom u slučaj i njihove lokacije tijekom štetnog slučaja;
- pojedinosti o svim zadobivenim ozljedama;
- karakteristike izvora elektromagnetskog polja uključenoga u slučaj:
 - frekvencija;
 - snaga;
 - radne struje i naponi;
 - radni ciklus (prema potrebi).

Slika 10.1. – Redoslijed događaja kod tipične reakcije na slučaj



Dodatne informacije o upravljanju slučajnom izloženosti RF poljima nalaze se u izvješću Finskog instituta za medicinu rada (Alanko i sur., 2014.) To uključuje predloške za početno izvješće o slučaju i tehničko izvješće u dodatku.

11. RIZICI, SIMPTOMI I ZDRAVSTVENI NADZOR

Članak 8. Direktive o elektromagnetskim poljima odnosi se na zdravstveni nadzor radnika i mora slijediti zahtjeve iz članka 14. Okvirne direktive. Uvjeti za zdravstveni nadzor povezani s elektromagnetskim poljima vjerojatno će biti prilagođeni sustavima koji su već uspostavljeni u državama članicama. Pružanje i dostupnost zdravstvenih evidencija mora biti u skladu s nacionalnim zakonima i praksom.

11.1. Rizici i simptomi

Učinci izloženosti elektromagnetskim poljima sažeti su u poglavlju 2. s dodatnim pojedinostima o zdravstvenim učincima u Dodatku B. Izloženosti koje premašuju granične vrijednosti izloženosti mogu prouzročiti učinke na živčanim tkivima i mišićima s poljima niske frekvencije ili zagrijavanje s poljima visoke frekvencije. Dodirivanje metalnih objekata može izazvati udare i opekline u oba raspona frekvencije. Općenito, polja ili izloženosti znatno iznad vrijednosti upozorenja ili granične vrijednosti izloženosti moraju izazvati tjelesne ozljede. AL-ovi i ELV-ovi predstavljaju granicu sigurnosti pa jedna, kratkotrajna izloženost neznatno iznad granice neće prouzročiti štetne posljedice.

11.1.1. Statička magnetska polja (0 do 1 Hz) ⁽¹⁾

Statička magnetska polja s gustoćama toka preko 0,5 mT mogu izazvati interferencije s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima, poput srčanih stimulatora (pejsmejкера) i defibrilatora, ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu, poput pumpi za infuziju inzulina. Takve interferencije mogu imati jako ozbiljne posljedice.

Izloženost statičkim magnetskim poljima znatno iznad ELV-ova za učinke na zdravlje može dovesti do promjena u protoku krvi u ekstremitetima i/ili promjena u broju otkucaja srca. Ovi učinci trenutno nisu dovoljno jasni i možda ne predstavljaju zdravstveni rizik.

Prisutnost ili kretanje u jakom statičkom magnetskom polju može izazvati vrtoglavicu, mučninu i druge učinke na osjetila. Također može doći do manje očitih promjena u pažnji, koncentraciji ili drugim intelektualnim funkcijama koje mogu imati štetan učinak na radni učinak i sigurnost. Kada je izloženost cijelog tijela iznad 8 T ili u situacijama brze promjene gustoće toka moguća je stimulacija živaca ili nesvjesna kontrakcija mišića tijekom brzih pokreta. Ti su učinci reverzibilni pa će simptomi vjerojatno prestati nakon prestanka izloženosti.

⁽¹⁾ Znanstveno govoreći, statička magnetska polja imaju frekvenciju od 0 Hz, ali za potrebe Direktive o elektromagnetskim poljima imaju frekvenciju 0–1 Hz.

11.1.2. Magnetska polja niske frekvencije (1 Hz do 10 Hz)

Izloženost poljima niske frekvencije ispod niske vrijednosti upozorenja (AL) može izazvati interferencije s normalnim funkcioniranjem aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda ili medicinskih proizvoda koji se nose na tijelu. Svaki kvar može imati potencijalno ozbiljne posljedice. Prisutnost pasivnih metalnih implantata može dovesti do lokaliziranih područja jačih električnih polja unutar tijela, a sam implantat može se induksijski zagrijati i uzrokovati opekotine.

Prvi znak prekomjerne izloženosti ostalih radnika pojavljuje se kada radnik vidi nejasne, treperave slike (fosfene) koji su zbunjujući i neugodni. Međutim, vršna osjetljivost događa se na 16 Hz i potrebne su jako velike jakosti polja za proizvodnju fosfena na drugim frekvencijama, mnogo iznad onih razina s kojima se radnici obično susreću. Osim toga, radnici mogu osjetiti mučninu i vrtoglavicu te može doći do suptilnih promjena u rasuđivanju, rješavanju problema i donošenju odluka tijekom izloženosti koje mogu imati štetan učinak na radni učinak i sigurnost. Što se tiče izloženosti statičkom magnetskom polju, ti su učinci reverzibilni pa će vjerojatno prestati nakon prestanka izloženosti.

Može doći do stimulacije živaca s osjećajem trnaca ili boli, nekontroliranih trzaja ili drugih kontrakcija mišića, a u jako snažnim vanjskim poljima to može dovesti i do učinaka na srce (aritmija). U praksi će se ti učinci vjerojatno pojaviti samo pri jakosti polja puno većima od onih koje se obično susreću na radnim mjestima.

Osim toga, do učinaka zagrijavanja doći će pri izloženosti gornjem dijelu raspona frekvencija (vidjeti odjeljak 11.1.4.)

11.1.3. Električna polja niske frekvencije (1 Hz do 10 MHz)

Električna polja niske frekvencije izazvat će slične učinke na živčano tkivo i mišiće kao što izazivaju magnetska polja. Međutim, prva indikacija jakoga električnog polja vjerojatno će biti pomicanje ili vibracija malih dlaka na tijelu te kada radnici dožive strujne udare zbog dodirivanja neuzemljenih, vodljivih predmeta u polju. Vibracije dlačica mogu ometati i biti neugodne, a strujni udari nadražujući, neugodni ili bolni, ovisno o intenzitetu polja. Dodirivanje objekata u jakim poljima može uzrokovati opekline.

11.1.4. Polja visoke frekvencije (100 kHz do 300 GHz)

Izloženost poljima visoke frekvencije ispod relevantne vrijednosti upozorenja (AL) može izazvati interferencije s normalnim funkcioniranjem aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda ili medicinskih proizvoda koji se nose na tijelu. Svaki kvar može imati potencijalno ozbiljne posljedice. Pasivni, metalni medicinski implantati mogu služiti kao apsorpcijske antene koje dovode do lokalnih povećanja RF izloženosti tkiva i do mogućih ozljeda.

Prva indikacija izloženosti poljima visoke frekvencije može biti osjećaj topline jer je polje ugrijalo radnika ili dijelove njegovog tijela. Međutim, to ne mora uvijek biti tako te osjećaj topline nije pouzdan signal upozorenja. Također moguće je „čuti” pulsna polja između 300 kHz i 6 GHz pa radnici koji su izloženi mogu čuti zvukove klikanja, zujanja ili pištanja.

Dugotrajna izloženost cijelog tijela može dovesti do porasta temperature tijela. Samo nekoliko stupnjeva viša temperatura može dovesti do mentalne zbuđenosti, umora, glavobolje i drugih simptoma toplinskog stresa. Fizički teška radna opterećenja ili rad u vrućim i vlažnim uvjetima povećat će vjerojatnost za te učinke. Ozbiljnost simptoma također ovisi o tjelesnom stanju radnika, jesu li dehidrirani ili ne te o odjeći koju nose.

Djelomična izloženost tijela može dovesti do lokaliziranog zagrijavanja ili „vrućih mjesta” u mišićima ili unutarnjim organima i uzrokovati površinske opekline koje se pojavljuju odmah po izlaganju. Ozbiljne unutarnje ozljede moguće su bez očitih opekline na koži. Jaka, lokalna pretjerana izloženost može uzrokovati oštećenje mišića i okolnog tkiva u izloženim ekstremitetima (sindrom medijalnog odjeljka) koje se razvija odmah ili najviše u sljedećih nekoliko dana. Općenito, većina tkiva može podnijeti kratkotrajna povećanja temperature bez ozljeda, ali temperatura od 41 °C u razdoblju duljem od 30 minuta izazvat će oštećenja.

Moguće je privremeno smanjenje broja spermija pri izloženosti koje uzrokuje znatno zagrijavanje testisa, a zagrijavanje može povećati rizik od pobačaja u ranoj trudnoći.

Poznato je kako je oko osjetljivo na toplinu i jako visoka izloženost znatno iznad granične vrijednosti izloženosti može uzrokovati upalu bjeloočnice, šarenice ili očne spojnice. Simptomi uključuju crvenilo, bol u očima, osjetljivost na svjetlo i suženje zjenice. Katarakte (zamućenja leća) su rijedak, ali mogući kasni učinak izloženosti te mogu proći tjedni ili mjeseci nakon izloženosti do njihovog razvijanja. Nema slučajeva pojavljivanja učinaka nekoliko godina nakon izloženosti.

Apsorpcija energije postaje sve više površinska za polja visoke frekvencije (oko 6 GHz i više). Ova polja apsorbirat će rožnica oka, ali izloženosti znatno iznad granične vrijednosti izloženosti uzrokovat će opekline. Koža će također apsorbirati ta polja visoke frekvencije, što može dovesti do boli i opekline na dovoljno visokim izloženostima.

Radnici mogu doživjeti strujni udar ili završiti s opeklinama koje uzrokuje kontakt s radnim antenama ili velikim metalnim, neuzemljenim predmetima, poput automobila, u polju. Slični učinci mogu se dogoditi kada neuzemljeni radnik dotakne uzemljeni metalni predmet. Te opekline mogu biti površinske ili duboko u tijelu. Metalni implantati, uključujući zubne ispune i piercing (kao i nakit i neke pigmente tetovaža) mogu koncentrirati polje što dovodi do lokaliziranog zagrijavanja i opekline. Visoka izloženost ruke također može dovesti do oštećenja živaca.

Opisi slučaja radnika koji su bili pretjerano izloženi pokazuju da su i drugi simptomi mogući. Ti simptomi uključuju glavobolje, probavne smetnje, letargiju i dugotrajan osjećaj trnaca u tkivu koje je bilo izloženo.

Stresne reakcije mogu biti povezane s pretjeranom izloženosti ili s pretjeranom izloženosti na koju se sumnja.

Tablica 11.1. – Učinci i simptomi povezani s izloženosti iznad ELV-ova za učinke na osjetila

Polje	Frekvencija	Mogući učinci i simptomi
Statičko magnetsko polje	0–1 Hz	Interferencija s medicinskim proizvodima Mučnina i vrtoglavica. Učinci na protok krvi, broj otkucaja srca, funkcije mozga (mogući iznad 7 T) Stimulacija živaca i kontrakcija mišića (brzi pokreti)
Magnetska polja niske frekvencije	1 Hz–10 MHz	Interferencija s medicinskim proizvodima Vizualni osjećaji Stimulacija živaca koja rezultira osjećajima trnaca ili boli Kontrakcija mišića, srčana aritmija
Električna polja niske frekvencije	1 Hz–10 MHz	Strujni udari i površinske opekline (dodirivanje predmeta)
Polja visoke frekvencije	100 kHz i više	Interferencija s medicinskim proizvodima Osjećaj topline Toplinski stres Strujni udari i površinske ili duboke opekline (dodirivanje predmeta). Drugi simptomi mogući

Polja srednjih frekvencija (100 kHz–10 MHz) izazvat će kombinaciju simptoma izazvanih niskim i visokim frekvencijama.

11.2. Zdravstveni nadzor

Rutinski zdravstveni nadzor radnika mora se provesti ako tako nalažu nacionalni zakoni i praksa. Međutim, u nedostatku poznatih rizika i simptoma izloženosti elektromagnetskim poljima ispod graničnih vrijednosti izloženosti nema osnove za redovita medicinska ispitivanja. Nadzor se može opravdati iz drugih razloga.

Radnici koji su izloženi posebnom riziku od izloženosti elektromagnetskim poljima uključuju trudnice i osobe s aktivnim ili pasivnim ugrađenim medicinskim proizvodima ili proizvodima koji se nose na tijelu. Ti radnici moraju imati periodična savjetovanja sa svojim pružateljem usluge zdravlja na radu kako bi osigurali da radnik u potpunosti razumije sva dodatna ograničenja koja mu se mogu narediti u radnom okruženju. Ova savjetovanja pružit će također priliku radniku da prijavi bilo kakve neželjene ili neočekivane učinke na zdravlje i da mu situacija bude pregledna.

Medicinsko ispitivanje također može biti prikladno za radnike koji su proživjeli neočekivani ili neželjeni učinak na zdravlje.

11.3. Medicinsko ispitivanje

Slučajne pretjerane izloženosti koje uzrokuju ozljedu ili štetu moraju se tretirati kao ostale nezgode na radu u skladu s nacionalnim zakonima i praksom.

Trenutačna pozornost odgovarajućeg zdravstvenog djelatnika može biti potrebna ako je radnik proživio strujni udar i/ili zadobio opekline, ima bolove ili mu je porasla temperatura. Ovi učinci moraju se tretirati na uobičajen način u skladu s postojećim sustavima na mjestu rada. Radnike koji su proživjeli strujni udar ili zadobili opekline dalje mora kontrolirati liječnik s odgovarajućom stručnošću. Simptome ostalih radnika može kontrolirati njihov liječnik opće prakse ili liječnik za zdravlje na radu.

Ne postoje posebne istrage koje bi se trebale poduzeti u slučaju prevelike izloženosti bilo kakvom elektromagnetskom polju. Primjerice, ne postoje dokazi da izloženost elektromagnetskom polju uzrokuje promjenu parametara krvi poput krvne slike, ureje i elektrolita ili funkcija jetre. Međutim, pregled oka prikladan je u slučaju pretjerane izloženosti poljima visoke frekvencije i obično se ponavlja najkasnije tri mjeseca nakon prve provjere. Takav pregled obično obavlja oftalmolog.

11.4. Evidencija

Medicinska ispitivanja moraju biti dostupna radnicima koju su bili ili za koje se misli da su bili izloženi vrijednosti većoj od graničnih vrijednosti izloženosti. Radnik ne mora platiti ova ispitivanja koja mu moraju biti dostupna za vrijeme radnog vremena. Vođenje evidencije mora biti u skladu s nacionalnim zakonima i praksom.

Evidencija mora sadržavati sažetak provedenih postupaka i biti u određenom obliku kako bi se kasnije mogla konzultirati, uzimajući u obzir povjerljivost. Pojedini radnici moraju imati uvid u vlastitu evidenciju na zahtjev.

Pojedinosti svih pretjeranih izloženosti i onih na koje se sumnja moraju ući u evidenciju nakon događaja što je prije moguće, ako su dostupni. Ova evidencija mora uključivati intenzitet i trajanje izloženosti te frekvenciju polja (kako bi se procijenila dubina prodiranja polja u tijelo). Također važno je odrediti je li došlo do prodiranja u cijelo tijelo ili samo u određene dijelove tijela i je li radnik imao ugrađen srčani stimulator ili drugi medicinski proizvod. Primjeri takve evidencije nalaze se u izvješću o radu u elektromagnetskim poljima sa srčanim stimulatorom Finskog instituta za medicinu rada (Alanko i sur., 2013).

ODJELJAK 5.

REFERENTNI MATERIJAL

DODATAK A

NARAV ELEKTROMAGNETSKIH POLJA

Elektromagnetska polja koja su nam vjerojatno najpoznatija ona su koja se pojavljuju u prirodi. Za Zemljino magnetsko polje koje možemo detektirati na površini Zemlje smatra se da je rezultat električnih struja koje se stvaraju duboko u rastaljenom željezu u Zemljinoj jezgri. Iako ne shvaćamo u potpunosti kako ono nastaje, djelovanje ovog polja na magnetizirane materijale u kompasima već se stoljećima koristi za navigaciju. Na sličan način električni naboj koji se stvara u olujnim oblacima kao posljedicu ima visoke napone između oblaka i Zemljine površine. Ti naponi dovode do električnih polja između oblaka i Zemlje koji mogu prouzročiti snažna, brza pražnjenja električne struje između oblaka i Zemlje koja mi prepoznajemo kao munje.

Slika A.1. – Prirodni izvori elektromagnetskih polja a) kompas kojim se otkriva smjer Zemljinoga statičkog magnetskog polja i (b) pražnjenja visokog napona između oblaka i Zemlje poznato kao „munja”



A.1. Otkriće elektromagnetizma

Ljudi su bili svjesni učinaka statičkog elektriciteta i magnetizma još od davnih vremena. Međutim, napredak u razumijevanju elektromagnetskih fenomena vjerojatno je započeo 1780. otkrićem Luigija Galvanija da se mogu izazvati trzaji žabljih nogu uz pomoć elektriciteta koji proizvode dva različita metala. To je načelo deset godina nakon toga iskoristio Alessandro Volta u svojem elektrostatičkom stupu.

Otkrića su u Europi bila sve češća i do 1820. Hans Christian Oersted je dokazao povezanost električne struje i magnetskih polja kada je pomaknuo iglu kompasa koristeći se žicom kroz koju je tekla struja. Andre Marie Ampere otkrio je da žice kroz koje teče struja stvaraju sile jedna na drugu, a Michael Faraday proučavao je magnetsku indukciju.

Nekoliko godina nakon toga, James Clerk Maxwell formulirao je teoriju elektromagnetizma na temelju matematičkih jednadžbi, te 1873. objavio svoj Traktat o elektricitetu i magnetizmu. Maxwellove ideje o elektromagnetskim valovima još se i danas koriste kao temelj teorije elektromagnetizma.

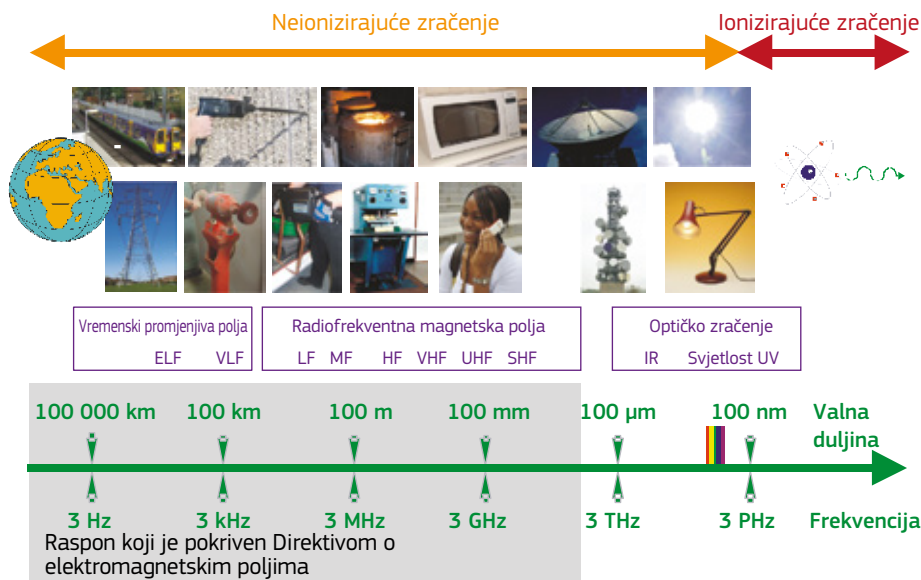
Heinrich Hertz potvrdio je Maxwellove ideje 1885. stvaranjem i detektiranjem elektromagnetskih valova, a deset godina nakon toga Guglielmo Marconi iskoristio je ovo otkriće i slao poruke preko velikih udaljenosti korištenjem radio signala. Veliku važnost za stvaranje električne struje ima izum Nikole Tesle iz 1892.: prvi generator izmjenične struje.

Elektromagnetska polja sada su svakodnevna pojava u modernom svijetu. Teško je zamisliti moderno društvo bez električnih uređaja. U dvadesetom stoljeću došlo je do velikog rasta u korištenju električne energije za upotrebu u industriji i domaćinstvu. U emitiranju radijskih i televizijskih signala došlo je do sličnih povećanja, dok se krajem stoljeća i početkom dvadesetprvog dogodila revolucija u telekomunikacijama pojavom mobilnih telefona i drugih bežičnih uređaja koji su danas u širokoj uporabi. Elektromagnetska se polja također koriste u stručnim primjenama poput radio navigacije i medicinskim primjenama.

A.2. Elektromagnetski spektar

Elektromagnetski spektar, prikazan na slici A.2., pokriva širok raspon zračenja s različitim frekvencijama i valnim duljinama. Odnos između frekvencije i valne duljine objašnjen je u dodatku C. Dio spektra koji pokriva Direktiva o elektromagnetskim poljima nalazi se u rasponu od statičkih polja (0 Hz) do vremenski promjenjivih polja s frekvencijama do 300 GHz (0,3 THz). Unutar ovog raspona mogu se naći zračenja koja se obično nazivaju statičkim poljima, vremenski promjenjivim poljima i radiovalovima (uključujući mikrovalove). Drugi dijelovi elektromagnetskog spektra koji nisu pokriveni Direktivom o elektromagnetskim poljima uključuju optički raspon (infracrveno, vidljivo i ultraljubičasto) i ionizirajući raspon. Ti su dijelovi pokriveni Direktivom o umjetnom optičkom zračenju (2006/25/EU), odnosno Direktivom o osnovnim sigurnosnim standardima (BSS) (2013/59/Euratom).

Slika A.2. – Elektromagnetski spektar

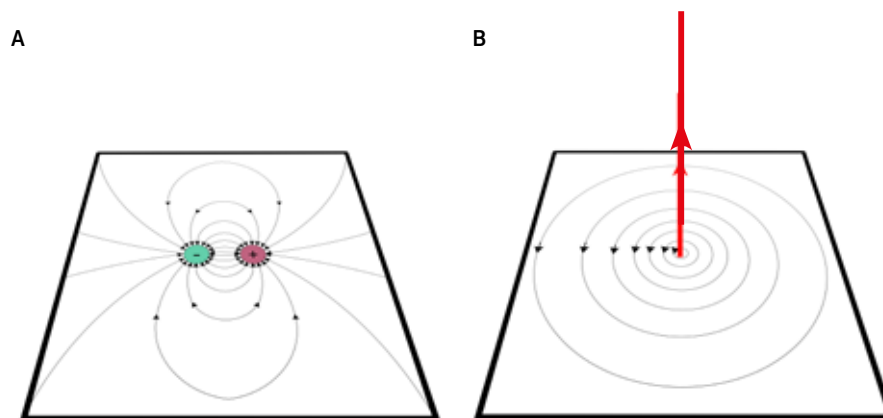


Elektromagnetsko zračenje u rasponu frekvencije koji obuhvaća Direktiva o elektromagnetskim poljima nema dovoljno energije za micanje elektrona iz atoma materijala i stoga se klasificira kao neionizirajuće. Rendgenske i gama zrake elektromagnetska su zračenja visoke energije koja mogu ukloniti te elektrone iz orbite i stoga se klasificiraju kao ionizirajuće zračenje.

A.3. Stvaranje elektromagnetskih polja

Električni naboji stvaraju električno polje. Kada se oni kreću, pritom proizvodeći struju, također se stvara magnetsko polje. Direktiva o elektromagnetskim poljima bavi se rizicima za zdravlje i sigurnošću na radnome mjestu koji su posljedica ovih električnih i magnetskih polja.

Slika A.3. – Prikaz crta polja oko: (a) električnih naboja i (b) električne struje u toku, prikazana kao crvena linija



Stvaranje magnetskog polja oko trajnog magneta rezultat je zbroja svih magnetskih polja koja se proizvode poravnanjem kretanja elektrona u materijalu. U nemagnetiziranom materijalu nema takvog poravnanja te se stoga malena magnetska polja koja se stvaraju oko svakog atoma poništavaju.

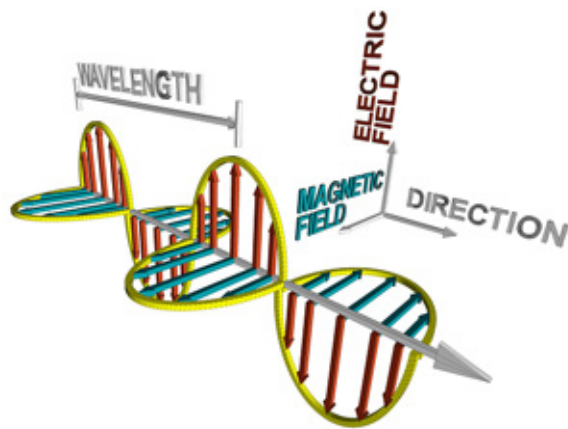
A.3.1. Vremenski promjenjiva polja

Ako se električni naboj na predmetu mijenja u vremenu ili tok naboja (struje) varira, tada će se stvarati vremenski promjenjiva polja. Na narav vremenski promjenjivih polja utječe frekvencija oscilacija. Pri niskim frekvencijama električna i magnetska polja mogu se smatrati neovisnima. Kako se frekvencija povisuje u radiofrekventni dio spektra, tako polja postaju povezani: vremenski promjenjivo polje inducira magnetsko polje, a vrijedi i obratno. Ta međudjelovanja između električnih i magnetskih polja omogućavaju elektromagnetskom zračenju da putuje preko velikih udaljenosti.

A.3.2. Elektromagnetska polja koja zrače

Interakcija između električnih i magnetskih polja pri radiofrekvencijama dopušta energiji da zrači dalje od točke stvaranja. U udaljenom polju te dvije komponente, električno polje i magnetsko polje, osciliraju pod pravim kutovima u međusobnom odnosu i pod pravim kutovima u odnosu na smjer u kojem val putuje. To se odvija brzinom svjetlosti. Izvedba odašiljača omogućit će da se zračenje emitira u svim smjerovima ili da bude fokusirano u određeni smjer.

Slika A.4. – Elektromagnetsko zračenje sastoji se od komponenti magnetskog i električnog polja koja jedno u odnosu na drugo osciliraju pod pravim kutovima i putuju brzinom svjetlosti



DODATAK B

UČINCI ELEKTROMAGNETSKIH POLJA NA ZDRAVLJE

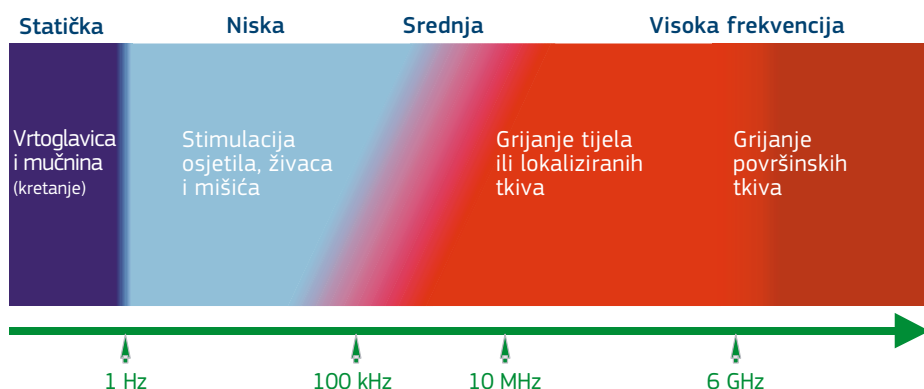
B.1. Uvod

Priroda bilo kakve reakcije uzrokovane elektromagnetskim poljem ovisi prvenstveno o frekvenciji primijenjenog polja. To je zbog toga što različite frekvencije na tijelo djeluju na različite načine i posljedice koje uzrokuju polja niskih frekvencija nisu iste kao posljedice koje uzrokuju polja visokih frekvencija: polja niskih frekvencija uzrokuju stimulaciju živaca i mišića, dok polja visokih frekvencija uzrokuju zagrijavanje.

Na temelju njihove interakcije s ljudima, elektromagnetska polja mogu se podijeliti na četiri šira područja (slika B.1.): polja s frekvencijom od 0 do 1 Hz (statička polja); polja s frekvencijama od 1 Hz do 100 kHz (polja niskih frekvencija); polja s frekvencijama od 100 kHz do 10 MHz (polja srednjih frekvencija); i polja s frekvencijama višim od 10 MHz (polja visokih frekvencija). Iznad nekoliko GHz zagrijavanje je u sve većoj mjeri ograničeno na površinu tijela.

U Direktivi o elektromagnetskim poljima učinci koji imaju posljedice po živčani sustav smatraju se netoplinskim učincima, dok se učinci zagrijavanja, koje je posljedica izlaganja poljima s frekvencijama višim od 100 kHz, smatraju toplinskim učincima.

Slika B.1. – Shematski prikaz glavnih izravnih učinaka elektromagnetskih polja koji prikazuje glavne prijelomne frekvencijske točke koje se koriste za određivanje graničnih vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja u Direktivi o elektromagnetskim poljima



Jačina reakcije zbog izloženosti bilo kojoj frekvenciji ovisi o intenzitetu polja. Slabija polja uzrokuju uglavnom učinke na percepciju ili osjetila, a jača polja uzrokuju ozbiljnije reakcije. Da bi pri bilo kojoj frekvenciji došlo do reakcije, treba doći do prekoračenja granične vrijednosti izloženosti.

Direktiva o elektromagnetskim poljima navodi niz graničnih vrijednosti izloženosti kojima osigurava zaštitu izloženim radnicima. Za svaki raspon frekvencija navodi se niža vrijednost kojom se ograničavaju učinci na osjetila i viša vrijednost kojom

se ograničavaju učinci na zdravlje (vidjeti tablicu B.1.). Te vrijednosti temelje se na preporukama Međunarodne komisije za zaštitu od neionizirajućeg zračenja (ICNIRP) i obuhvaćaju samo kratkoročne učinke izlaganja temeljene na biofizičkim mehanizmima interakcije sa zvukom.

Tablica B.1. – Sažetak relevantnih učinaka na zdravlje i osjetila koji se uzimaju u obzir kod ograničavanja izloženosti u područjima različitih frekvencija

Polje i frekvencija	Učinci na osjetila	Učinci na zdravlje
Statičko magnetsko polje 0–1 Hz	Vrtoglavica, mučnina, metalni okus u ustima	Promjene u cirkulaciji krvi u zglobovima, promjene u funkciji mozga Promjene u funkciji srca
Polja niskih frekvencija 1 Hz–10 MHz	Fosfeni (percipiraju se kao bljeskovi svjetlosti) (Manje promjene u funkciji mozga 1–400 Hz)	Osjećaj trnaca ili bol (stimulacija živaca) Trzanje mišića Aritmija
Polja visoke frekvencije 100 kHz–6 GHz	Učinak mikrovalova na sluh (200 MHz–6,5 GHz)	Prekomjerno zagrijavanje cijelog tijela ili opekline
Polja visoke frekvencije 6–300 GHz		Lokalizirana oštećenja očiju ili kože

N.B.: Učinci polja srednjih frekvencija (100 kHz–10 MHz) kombinacija su učinaka polja niskih frekvencija i polja visokih frekvencija.

Iako je uvijek moguće da ponavljano, dugotrajno izlaganje može prouzrokovati neke dosad neidentificirane rizike po zdravlje, u Direktivi o elektromagnetskim poljima navodi se da ne uključuje navedene dugoročne učinke.

B.2. Statička magnetska polja (0–1 Hz)

Statička magnetska polja uglavnom nemaju učinak na osobe u stanju mirovanja, osim možda kod vrlo visokog intenziteta, zbog kojeg može doći do učinaka na srce i mozak (vidjeti tablicu B.1.). Međutim, do učinaka dolazi kad se ljudi kreću unutar tih polja. Kretanje uzrokuje stvaranje električnih polja u tkivima, što može imati učinak na živčana tkiva. Neki nedavni rezultati pokazuju da do tih učinaka može doći i dok osoba miruje. Jakost induciranih električnih polja ovisi o vremenskim i prostornim gradijentima.

Organi za ravnotežu unutar uha posebno su osjetljivi, a hodanje kroz polja ili brzo pomicanje glave unutar polja može izazvati vrtoglavicu. Može se osjetiti i učinak na jezik te stvaranje senzacija okusa, a zabilježeno je i javljanje mučnine te drugih simptoma prilikom rada u blizini MRI uređaja. Svi ovi učinci su prolazni, i prestaju kada se zaustavi ili uspori kretanje.

Ne postoje dokazi da izloženost uzrokuje bilo kakva trajna oštećenja ili ozbiljan štetni učinak. Sporo kretanje unutar polja pomoći će spriječiti te učinke, a ograničavanje vanjske gustoće magnetskog toka na 2 T zaštitit će radnika.

B.3. Polja niske frekvencije (1 Hz – 100 kHz)

B.3.1. Električna polja niske frekvencije

Električna polja niske frekvencije koja se nalaze van tijela mogu izazvati stvaranje električnih polja unutar tjelesnih tkiva. Međutim, površina tijela pruža visoki stupanj zaštite tako da je inducirano polje unutar tijela puno manje s obzirom na jakost u odnosu na vanjsko polje.

U načelu, inducirana električna polja mogu izazvati slične učinke polja induciranim izlaganjem magnetskim poljima niske frekvencije (vidjeti odjeljak B.3.2.). Međutim, rezultat učinka zaštite je taj da je inducirano električno polje obično preslabo da izazove štetne učinke kada je riječ o tipičnim vanjskim električnim poljima kakva se susreću na radnome mjestu.

Uz to, električna polja niskih frekvencija uzrokuju drugi učinak do kojeg ne dolazi kod magnetskih polja. Radnik može osjetiti peckanje ili trnce na koži prilikom stajanja unutar električnog polja dovoljnog intenziteta; te se senzacije za suhog vremena ponekad mogu osjetiti ispod vodova visokog napona. To se događa jer polje niske frekvencije uzrokuje stvaranje naboja na površini tijela, a taj električni naboj uzrokuje micanje i vibriranje dlačica na koži (na duploj frekvenciji polja niske frekvencije). Slične senzacije mogu se osjetiti kada dlačice vibriraju u doticaju s odjećom.

B.3.2. Magnetska polja niske frekvencije

Magnetska polja niske frekvencije izazvat će stvaranje električnih polja u ljudskom tijelu, što može uzrokovati stimulaciju osjetilnih organa pri nižim vrijednostima polja, ili stimulaciju živaca i mišića (posebno u rukama i nogama) unutar polja veće jakosti. Učinci na osjetilne organe nisu štetni ali mogu biti neugodni za radnike ili im mogu odvlačiti pažnju, dok učinci unutar polja veće jakosti mogu biti neugodni ili čak bolni.

Različita tkiva imaju vršnu osjetljivost na različite frekvencije pa se tako i učinci koje osoba osjeća razlikuju s obzirom na frekvenciju.

Tablica B.2. – Mjesta interakcije i vršne osjetljivosti za različite učinke

Učinak	Mjesto interakcije	Vršna osjetljivost
Metalni okus u ustima	Receptori na jeziku	< 1Hz
Vrtoglavica, mučnina Stimulacija živaca i mišića	Unutarnje uho (vestibularni sustav) Električna polja u tkivima inducirana protokom krvi	< 0,1–2 Hz
Fosfeni	Stanice mrežnice oka	~ 20 Hz
Taktilne senzacije i senzacije boli Inducirano grčenje mišića Učinci na srce	Periferni živci Periferni živci i mišići Srce	~ 50 Hz

Oči su vrlo osjetljive na učinke induciranih električnih polja, a najčešći učinak koji osobe doživljavaju su fosfeni, nejasne vizualne senzacije treperenja u perifernom vidnom polju (donekle sličan učinak može uzrokovati nježno masiranje zatvorenih očiju). Ograničavanje induciranih električnih polja u živčanom sustavu spriječit će te učinke i radniku osigurati zaštitu.

Međutim, ti učinci površinskog naboja nisu ograničeni na ljude. Bilo koji metalni i provodljivi objekti poput vozila ili ograda koji nemaju električno uzemljenje također mogu imati naboj uzrokovan električnim poljem. Osobe koje dođu u doticaj s tim objektima mogu doživjeti slabiji strujni udar. Dok vas jedan strujni udar može samo iznenaditi, opetovano doživljavanje strujnih udara prilikom dodirivanja objekta može postati iritantno ili može imati gore posljedice. Također, strujni udar je moguće doživjeti i u slučaju kada osoba koja nema uzemljenje dodirne uzemljeni objekt. Kako bi se osigurala potrebna zaštita, može biti nužnost provesti posebno osposobljavanje za osobe koje rade u ovakvim uvjetima, kao i uvođenje odgovarajuće kontrole uzemljenja objekata i radnika te uporaba zaštitne obuće, rukavica i zaštitne odjeće.

B.4. Polja srednjih frekvencija

Polja srednjih frekvencija predstavljaju prijelazno područje između polja niskih frekvencija i polja visokih frekvencija. U tom području dolazi do postepene promjene učinaka na živčani sustav u učinke zagrijavanja, zbog čega prethodni učinci dominiraju pri 100 kHz a potonji dominiraju pri 10 MHz.



Ključna poruka: polja srednjih frekvencija

Polja srednjih frekvencija u ovom su vodiču definirana kao polja između 100 kHz i 10 MHz, koja jednako mogu uzrokovati netoplinske i toplinske učinke.

Na nekim drugim mjestima mogu se naći druge definicije polja srednjih frekvencija. Primjerice, Svjetska zdravstvena organizacija polja srednjih frekvencija definira kao ona polja koja imaju frekvencije između 300 Hz i 10 MHz.

B.5. Polja visoke frekvencije

Izloženost ljudi poljima s frekvencijama iznad 100 kHz uzrokuje zagrijavanje apsorpcijom energije. Ovisno o situaciji, to može rezultirati zagrijavanjem cijelog tijela ili lokaliziranim zagrijavanjem dijelova tijela kao što su udovi ili glava.

Zdrave odrasle osobe obično vrlo uspješno mogu regulirati vlastitu tjelesnu temperaturu te održavati ravnotežu između mehanizama stvaranja i gubitka tjelesne topline. Međutim, normalni mehanizmi gubljenja topline se možda neće moći nositi s mogućom prevelikom brzinom apsorpcije energije, što bi moglo dovesti do postepenog i ujednačenog porasta tjelesne temperature od približno 1 °C ili više, a to bi moglo uzrokovati toplinski stres. To neće imati štetan učinak na sposobnost osobe da sigurno obavlja svoj posao, već bi dugotrajno povećanje tjelesne temperature od nekoliko stupnjeva ili više moglo biti vrlo opasno.

Ograničavanje brzine pri kojoj se energija apsorbira (specifična apsorbirana snaga ili SAR) spriječit će pojavu bilo kakvih poremećaja povezanih s radom srca i radniku osigurati zaštitu. Obzirom da zagrijavanje nije trenutačno i tijelo može podnijeti povećano toplinsko opterećenje unutar kratkih vremenskih perioda, granične vrijednosti izloženosti uprosječaju se kroz razdoblje od šest minuta. To radnicima omogućuje izloženost višim SAR vrijednostima unutar kraćih vremenskih razdoblja, pod uvjetom da se ne premašuju prosječne vrijednosti.

Dodatno, granične vrijednosti izloženosti osiguravaju dostatan oprez, tako da nije potrebno osigurati mjere opreza za druge faktore koji mogu imati utjecaj na regulaciju temperature, kao što su velike brzine pri kojima se obavlja ručni rad ili posao u vrućim i vlažnim okruženjima.

Međutim, u mnogim industrijskim situacijama, izloženost neće biti ujednačena, a energiju će apsorbirati samo određeni dijelovi tijela, kao što su ruke i ručni zglobovi. Ako su u tim situacijama primijenjene granične vrijednosti za cijelo tijelo, tada do toplinskog oštećenja može doći na izloženim dijelovima tijela (obzirom da bi u tom slučaju apsorbirana energija bila koncentrirana na daleko manjoj masi tkiva). Stoga se vrijednosti koje ograničavaju izloženost dijelova tijela također navode u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

Te su vrijednosti određene kako bi se spriječilo prekomjerno zagrijavanje područja tijela koja su osjetljiva na toplinu, a to su oči (očne leće) i testisi (u muškaraca). Poznato je da je fetus koji se još razvija u utrobi majke posebno osjetljiv na učinke hipertermije, tako da bi radnicu koja je trudna trebalo tretirati kao osobu izloženu posebnom riziku.

Pri najvišim frekvencijama od 6 GHz i više, polja ne prodiru u tijelo u značajnom stupnju, a toplina se zadržava na površini kože. Zaštita se osigurava ograničavanjem snage koja se apsorbira kroz manje područje kože.

Pulsna radiofrekventna polja mogu utjecati na osjetilnu percepciju u obliku „mikrovalnog sluha”. Osobe s normalnim sluhom mogu percipirati pulsno modulirana polja s frekvencijama između približno 200 MHz i 6,5 GHz. Ti se zvukovi najčešće opisuju kao zujanje, škljocanje ili pucketanje, ovisno o karakteristikama modulacije polja. Trajanje pulsova tijekom kojih se polje može percipirati obično je slijed od nekoliko desetina mikrosekundi.

Kao i kod polja niskih frekvencija, rizik od strujnog udara ili opekline postoji ako osoba koja se nalazi u polju visokih frekvencija dodirne vodljivi predmet. Tim rizikom također upravlja Direktiva o elektromagnetskim poljima.

DODATAK C

KOLIČINE I JEDINICE ELEKTROMAGNETSKOG POLJA

Rizici od elektromagnetskih polja prvenstveno ovise o frekvenciji i intenzitetu polja. Kako bi se procijenila opasnost koju predstavlja određeno elektromagnetsko polje, potrebno je karakterizirati polje u smislu utvrđenih fizičkih količina. Količine korištene u Direktivi o elektromagnetskim poljima opisane su u odjeljcima u nastavku.

Količine elektromagnetskih polja mogu biti izražene na različite načine. To je posebno slučaj na zaslonima mjernih uređaja gdje je prostor ponekad ograničen. Upoznavanje s različitim oblicima jedinica omogućuje bolju uporabu dostavljenih informacija. U nastavku je navedeno nekoliko primjera:

- prefiksi se mogu upotrebljavati za određivanje jakosti jedinice, tako da 1 volt, 1 V, 1 000 mV i 1 000 000 μ V predstavljaju istu vrijednost. Najčešće korišteni prefiksi mogu se naći u tablici C.1.;
- uporaba numeričkog eksponenta ili termina za jakost navedenog nakon broja određuje jakost jedinice. Stoga je primjerice prefiks m^2 jednak kvadratnim metrima i njegova uporaba podrazumijeva mjerenje nekog područja;
- jedinice se mogu izraziti na različite načine. Stoga, 100 volti po metru, 100 V/m, 100 $V \cdot m^{-1}$ i 100 Vm^{-1} predstavljaju istu vrijednost.

Tablica C.1. – Prefiksi koji se upotrebljavaju sa SI jedinicama

Naziv	Simbol	Faktor skaliranja
Tera	T	10^{12} , ili 1 000 000 000 000
Giga	G	10^9 , ili 1 000 000 000
Mega	M	10^6 , ili 1 000 000
Kilo	k	10^3 , ili 1 000
Mili	m	10^{-3} , ili 0,001
Mikro	μ	10^{-6} , ili 0,000 001
Nano	n	10^{-9} , ili 0,000 000 001



Ključna poruka: bilježenje u Direktivi o elektromagnetskim poljima

Jedinice se mogu izraziti u različitim formatima. U Direktivi o elektromagnetskim poljima jedinice su izražene u formatu Vm^{-1} . Taj je format uporabljen i u ovom vodiču.

Direktiva o elektromagnetskim poljima odstupa od znanstvene konvencije uporabom decimalnog zareza umjesto decimalne točke.

C.1. Frekvencija (f)

Vrijednosti upozorenja (AL-ovi) i granične vrijednosti izloženosti (ELV-ovi) dane u Direktivi o elektromagnetskim poljima određene su prema frekvenciji elektromagnetskog polja. Frekvencija se obično označava slovom f .

Frekvencija elektromagnetskog polja označava koliko puta vrh elektromagnetskog vala prolazi kroz određenu točku svake sekunde. Ona predstavlja broj oscilacija po sekundi te je osnovno svojstvo vala.

Jedinica frekvencije je herc, skraćeno Hz.

Frekvencija je usko povezana s valnom duljinom elektromagnetskog polja koja se označava znakom λ . Valna duljina mjeri se u metrima, skraćeno m.

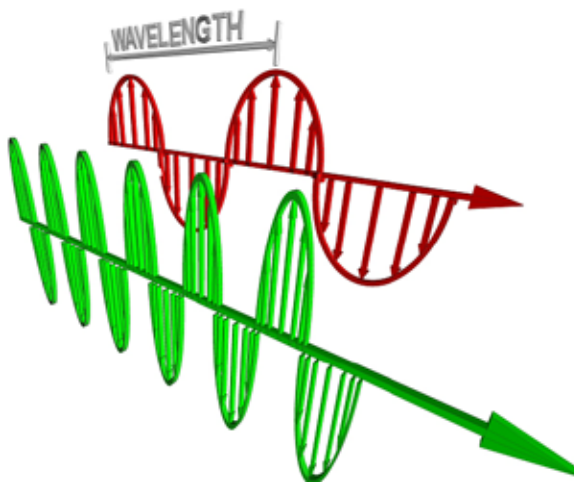
Budući da svi elektromagnetski valovi u vakuumu putuju pri istoj brzini, broj vrhova valova koji prolaze kroz određenu točku u jednoj sekundi ovisi o valnoj duljini. Stoga polja s duljim valnim duljinama imaju nižu frekvenciju (slika C.1.).

Frekvencija je s valnom duljinom povezana izrazom

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

pri čemu je c brzina svjetlosti u vakuumu ($3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$).

Slika C.1. – Elektromagnetski valovi s naznačenom valnom duljinom. Val dulje valne duljine ima nižu frekvenciju (crveno), valovi kraće valne duljine imaju višu frekvenciju (zeleno)



C.2. Jakost električnog polja (E)

Jakost električnog polja u točki u električnom polju je sila koja djeluje na jedinicu pozitivnog naboja smještenoga u toj točki. To je vektorska veličina te ima i magnitudu i smjer. Jakost električnog polja ili intenzitet električnog polja mogu se smatrati analognima nagibu brda. Što je veći nagib, to je jača sila koja uzrokuje da se predmeti gibaju nizbrdo. Za električno polje, što je veća jakost električnog polja, to je veća sila na nabijenu česticu.

Jakost električnog polja obično se označava slovom E te se izražava u voltima po metru, skraćeno Vm^{-1} .

Električna polja mogu postojati i izvan i unutar tijela. AL-ovi za električna polja ispod 10 MHz i elektromagnetska polja iznad 100 kHz određeni su za jakost vanjskog električnog polja. ELV-ovi za netoplinke učinke navedeni u Prilogu II. Direktivi o elektromagnetskim poljima određeni su za jakost unutarnjeg električnog polja unutar tijela.

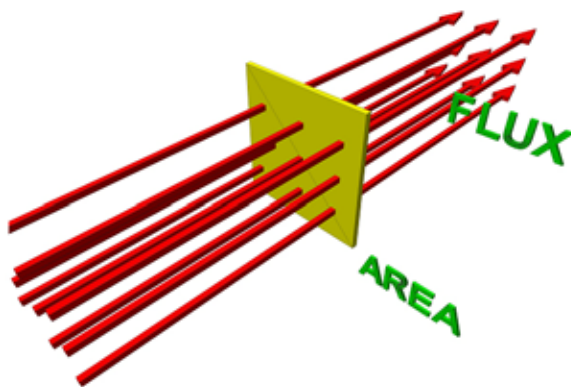
C.3. Gustoća magnetskog toka (B)

Gustoća magnetskog toka je mjera magnetskog toka koji prolazi kroz određeno područje (slika C2). Gustoća magnetskog toka veća je ako postoji više silnica u danom području pa je gustoća silnica toka velika. Gustoća magnetskog toka rezultira silom koja djeluje na pokretne naboje.

Gustoća magnetskog toka mjera je „količine magnetizma”. To je skalarna veličina koja u obzir uzima jakost i doseg magnetskog polja.

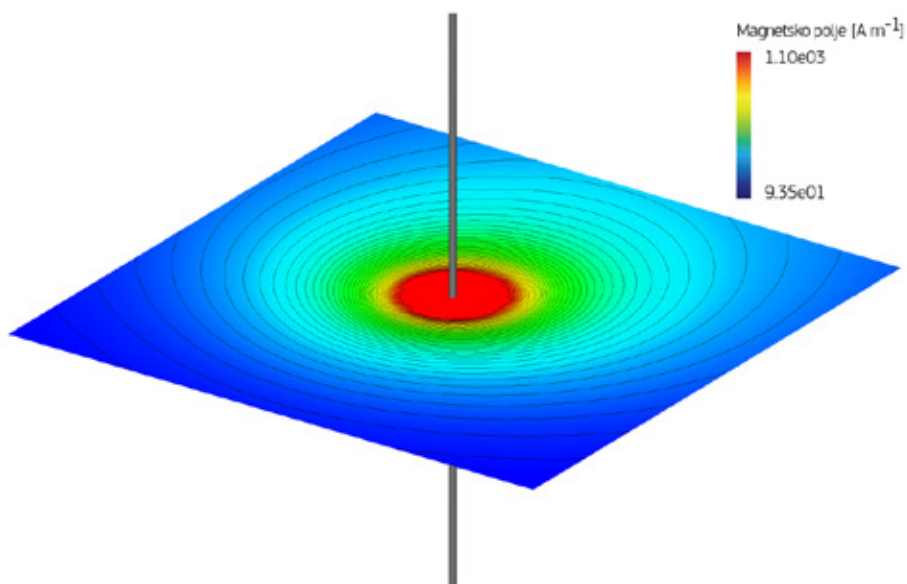
Gustoća magnetskog toka obično se označava slovom B te izražava jedinicom tesla, skraćeno T .

Slika C.2. – Magnetski tok (crveno) prolazi kroz određeno područje (žuto). Gustoća magnetskog toka predstavlja količinu magnetskog toka po jedinici područja i izražava se jedinicom tesla



ELV-ovi za izlaganje poljima između 0 i 1 Hz određeni su u pogledu gustoće magnetskog toka kao i AL-ovi za magnetska polja između 1 Hz i 10 MHz te za elektromagnetska polja iznad 100 kHz.

Slika C.3. – Prostorna raspodjela jakosti magnetskog polja oko kabela od 50 Hz kojim teče struja od 70 A



C.4. Jakost magnetskog polja (H)

Poput gustoće magnetskog toka, jakost magnetskog polja mjeri je veličine magnetskog polja. Jakost magnetskog polja označava se slovom H te se izražava u amperima po metru (Am^{-1}). Iako se jakost magnetskog polja ne upotrebljava u Direktivi o elektromagnetskim poljima, upotrebljava se u smjernicama ICNIRP -a, a mnoga brojila magnetskog polja pružaju rezultate u ovoj veličini.

Vrijednost jakosti magnetskog polja u slobodnom se polju može pretvoriti u ekvivalentnu gustoću magnetskog toka pomoću jednadžbe:

$$B [\mu\text{T}] \approx H \times 1,25 [\text{Am}^{-1}]$$

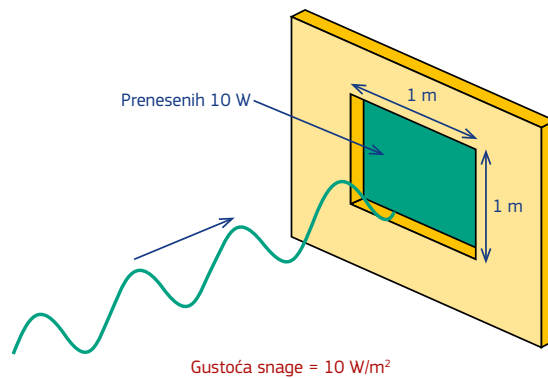
Dakle, ako H iznosi 800 Am^{-1}

$$\text{tada } B \text{ iznosi približno } 800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1\,000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$$

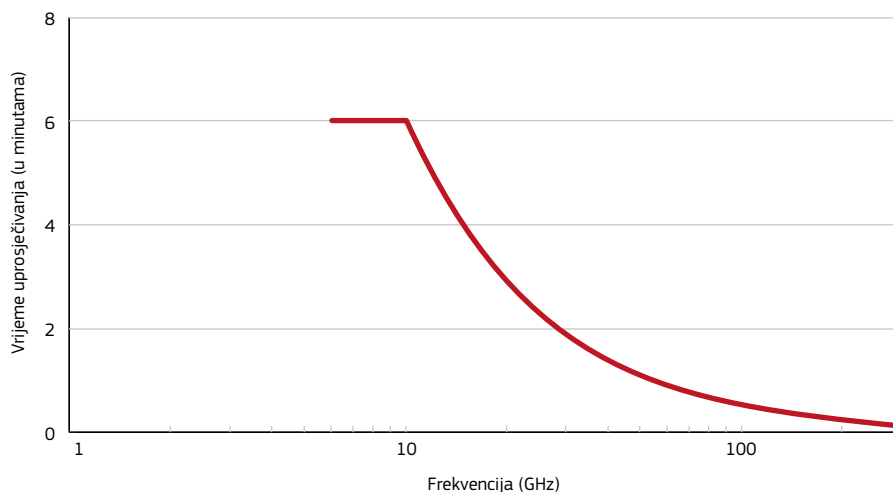
C.5. Radiofrekventna gustoća snage (S)

Prvi vrlo visokim frekvencijama (iznad 6 GHz) kada je dubina prodiranja niska, ELV-ovi i AL-ovi određeni su za gustoću snage i imaju istu brojčanu vrijednost. Gustoća snage određena je kao izračena snaga izražena u vatima na površini mjerenoj u kvadratnim metrima. Označava se znakom S te izražava jedinicom vat po kvadratnom metru (Wm^{-2}).

Pri usporedbi gustoće snage s prikladnim ELV-om ili AL-om, ona može biti uprosječena preko bilo kojih izloženih 20 cm^2 područja, pod uvjetom da gustoća snage uprosječena preko bilo kojih 1 cm^2 izloženog područja ne smije 20 puta premašivati ELV ili AL (npr. $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$).

Slika C.4. – Gustoća snage je izračena snaga po jedinici površine

Gustoća snage također može biti uprosječena kroz vremensko razdoblje koje je ovisno o frekvenciji zračenja. Formula za ovo vremensko razdoblje dana je u napomenama A.3–1 i B.1–4 u Prilogu III. Direktivi o elektromagnetskim poljima te je grafički prikazana na slici C.5.

Slika C.5. – Grafikon koji prikazuje kako vrijeme uprosječivanja za gustoću snage ovisi o frekvenciji

C.6. Specifična apsorbirana snaga (SAR)

Specifična apsorbirana snaga (SAR) je sredstvo kvantificiranja brzine pri kojoj jedinica mase tkiva unutar tijela apsorbira energiju iz elektromagnetskog zračenja. Brzina apsorpiranja energije povezana je s toplinskim učincima elektromagnetskog polja.

Specifična apsorbirana snaga mjeri se jedinicom vat po kilogramu, skraćeno Wkg^{-1} .

Specifična apsorbirana snaga korisna je za procjenjivanje povišenja središnje temperature tijela koje nastaje iz izlaganja cijelog tijela. U toj se situaciji SAR uprosječuje za masu radnikova tijela. Mogućnost zagrijavanja tkiva te stoga štetnih učinaka na zdravlje povećava se kako se povećava SAR. Uprosječeni SAR za cijelo tijelo radnika često je najviši pri rezonantnoj frekvenciji radnikova tijela. Rezonantna frekvencija ovisi o veličini i obliku ljudskog tijela, kao i o njegovoj usmjerenosti u odnosu na popratno elektromagnetsko polje. Za radnika prosječne visine i težine do rezonancije

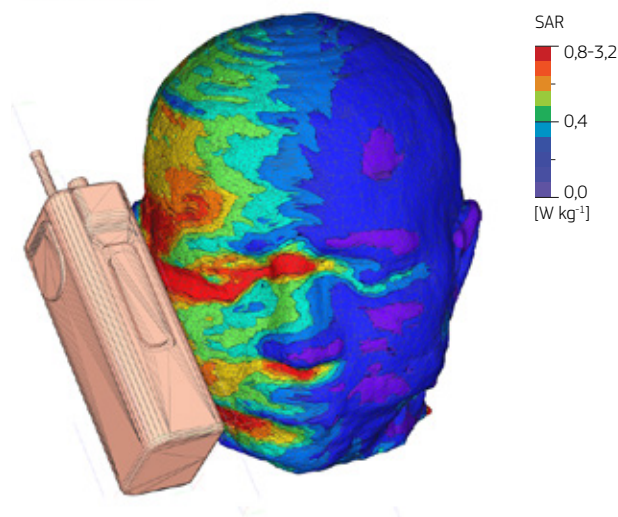
dolazi pri približno 65 MHz kada je radnik izoliran od električnog uzemljenja, a popratno je polje okomito polarizirano.

Lokalizirani SAR primjenjiv je kada se apsorpcija popratnog elektromagnetskog polja odvija na malom području tijela, primjerice kada je glava izložena uređaju TETRA (slika C.6.). Lokalizirani SAR uprosječen je preko dodirnog ili spojenog tkiva mase 10 g u tijelu. SAR za dodirnih 10 g preciznije prikazuje lokaliziranu apsorpciju energije te bolje mjeri distribuciju SAR-a u tijelu.

Kada tkiva tijela apsorbiraju energiju iz ozračenog polja potrebno je određeno vrijeme da tkiva postignu toplinsku ravnotežu. Iz tog se razloga i SAR cijelog tijela i lokalizirani SAR uprosječuju kroz određeno vremensko razdoblje (šest minuta).

ELV-ovi za učinke na zdravlje za izlaganje elektromagnetskim poljima od 100 kHz do 6 GHz određeni su u pogledu cijelog tijela i lokaliziranog SAR-a.

Slika C.6. – Raspodjela specifične apsorbirane snage (SAR) kada je glava izložena frekvenciji od 380 MHz zbog uređaja TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*)



C.7. Specifična apsorbirana energija (SA)

Specifična apsorbirana energija (SA) određuje se kao energija koja se apsorpira po jedinici mase biološkog tkiva, a izražava se u džulima po kilogramu ($J\ kg^{-1}$). U Direktivi o elektromagnetskim poljima koristi se za određivanje granica učinaka pulsnog mikrovalnog zračenja.

ELV-ovi za učinke na osjetila za izlaganje elektromagnetskim poljima od 300 kHz do 6 GHz određeni su u Direktivi u pogledu lokaliziranog SA uprosječenoga preko 10 g tkiva.

C.8. Dodirna struja (I_c)

Dodir s pasivnim vodljivim objektima u elektromagnetskim poljima može dovesti do struja unutar tijela koje mogu rezultirati udarom ili lokaliziranim zagrijavanjem. Vrijednosti upozorenja postavljene su da bi se taj učinak ograničio. Dodirne struje označavaju se kao I_c te mjere jedinicom miliamper (mA).

C.9. Struja u ekstremitetima (I_L)

Inducirana struja u ekstremitetima je električna struja koju u zemlju ispražnjava osoba podložna električnom polju, ali koja ne dira vodljivi objekt. Može se mjeriti mjerачem sa zavojnicom sa stezaljkom oko ekstremiteta (slika C.7.) ili mjerenjem struje koja prolazi kroz tlo. Označava se kao I_c te mjeri jedinicom miliamper (mA).

Slika C.7. – Strujna kliješta koja se upotrebljavaju za mjerenje struje u ekstremitetima pri uporabi dielektričnog zavarivača od 27 MHz



DODATAK D

PROCJENA IZLOŽENOSTI

Ovaj dodatak poslodavcima sadržava pregled postupka procjene izloženosti pri radu u odnosu na Direktivu o elektromagnetskim poljima, uključujući posebna pitanja koja se tiču izlaganja s više frekvencija i nejednolikih izlaganja. Namjera nije utvrditi detaljne protokole mjerenja za provjeravanje zasebnih dijelova opreme ili postupaka na radnome mjestu. S vremenom će CENELEC i druga normizacijska tijela objaviti tehničke norme za te potrebe.

Elektromagnetska polja složeni su fizikalni čimbenici koji se mijenjaju u vremenu i prostoru. Ovisno o specifičnoj situaciji na radnome mjestu, na izloženost može najviše utjecati ili električni ili magnetski dio vala. Val može oscilirati na jednoj frekvenciji ili se sačinjavati od mnogo frekvencija s nepravilnim oscilacijama ili impulsima. Frekvencija i amplituda također se mogu mijenjati u vremenu tijekom radnog ciklusa.

U određenim industrijskim situacijama bit će potrebno poduzeti mjere za usporedbu s vrijednostima upozorenja (AL-ovima) iz Direktive o elektromagnetskim poljima i u nekim će situacijama biti potrebno koristiti se tehnikama koje se temelje na izračunu radi procjene izloženosti po pitanju graničnih vrijednosti izloženosti (ELV-ova) iz Direktive o elektromagnetskim poljima. Sofisticiranije metodologije procjene obično zahtijevaju više vremena i novaca, ali pružaju bolje procjene izloženosti koje umanjuju odstupanja po pitanju usklađenosti.

Neovisno o situaciji, procjena mora u obzir uzeti najgoru moguću situaciju izloženosti radi utvrđivanja sukladnosti radnog mjesta s Direktivom o elektromagnetskim poljima.

D.1. Procjena izloženosti – Opća načela

Slike D.1. (netoplinski učinci) i D.2. (toplinski učinci) uz odjeljke D1.1. do D1.3. prikazuju mogući pristup procjeni usklađenosti koja uključuje tri glavna stadija. Različiti su pristupi potrebni za elektromagnetska polja niske i visoke frekvencije radi objašnjavanja različitih načina na koji polja utječu na ljude.

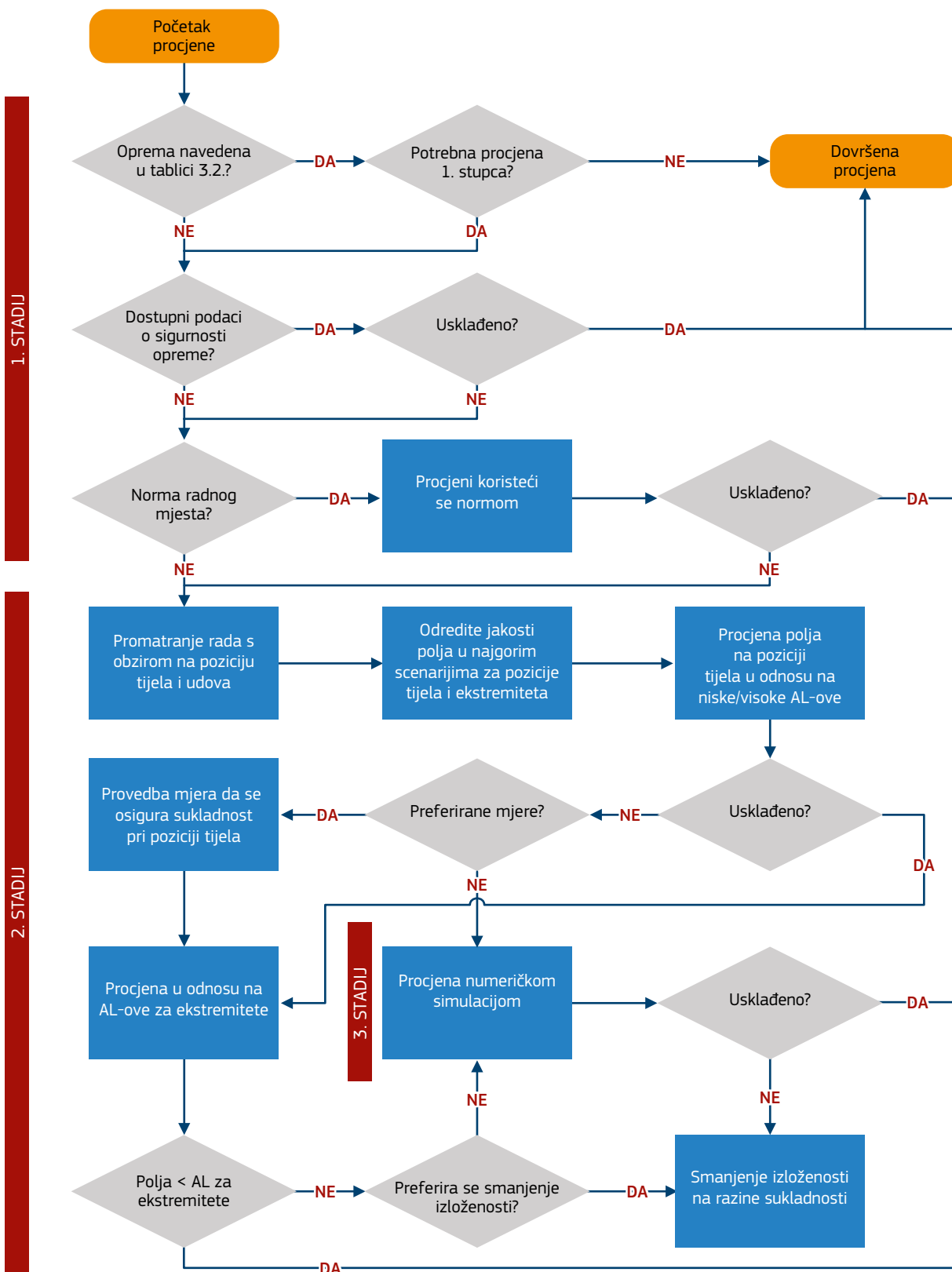
D.1.1. 1. stadij – Prva procjena

Radi dokazivanja sukladnosti s Direktivom o elektromagnetskim poljima, poslodavci imaju pravo koristiti se podacima ili bazama podataka proizvođača o općenitim procjenama ako su te informacije dostupne. To bi trebalo omogućiti poslodavcima da interno vrše procjene, smanjujući potrebu za korištenjem specijaliziranih izvora pomoći poput organizacija za sigurnost, agencija za konzultantske usluge i ustanova za istraživanja.

Prvi je korak utvrđivanje i navođenje sve opreme, situacija i djelatnosti na radnome mjestu koje mogu stvoriti elektromagnetska polja. Zatim treba razmotriti koje je od njih u skladu s Direktivom o elektromagnetskim poljima i koje će zahtijevati detaljniju (2. stadij i/ili 3. stadij) procjenu. To se može napraviti usporedbom s tablicom iz poglavlja 3.

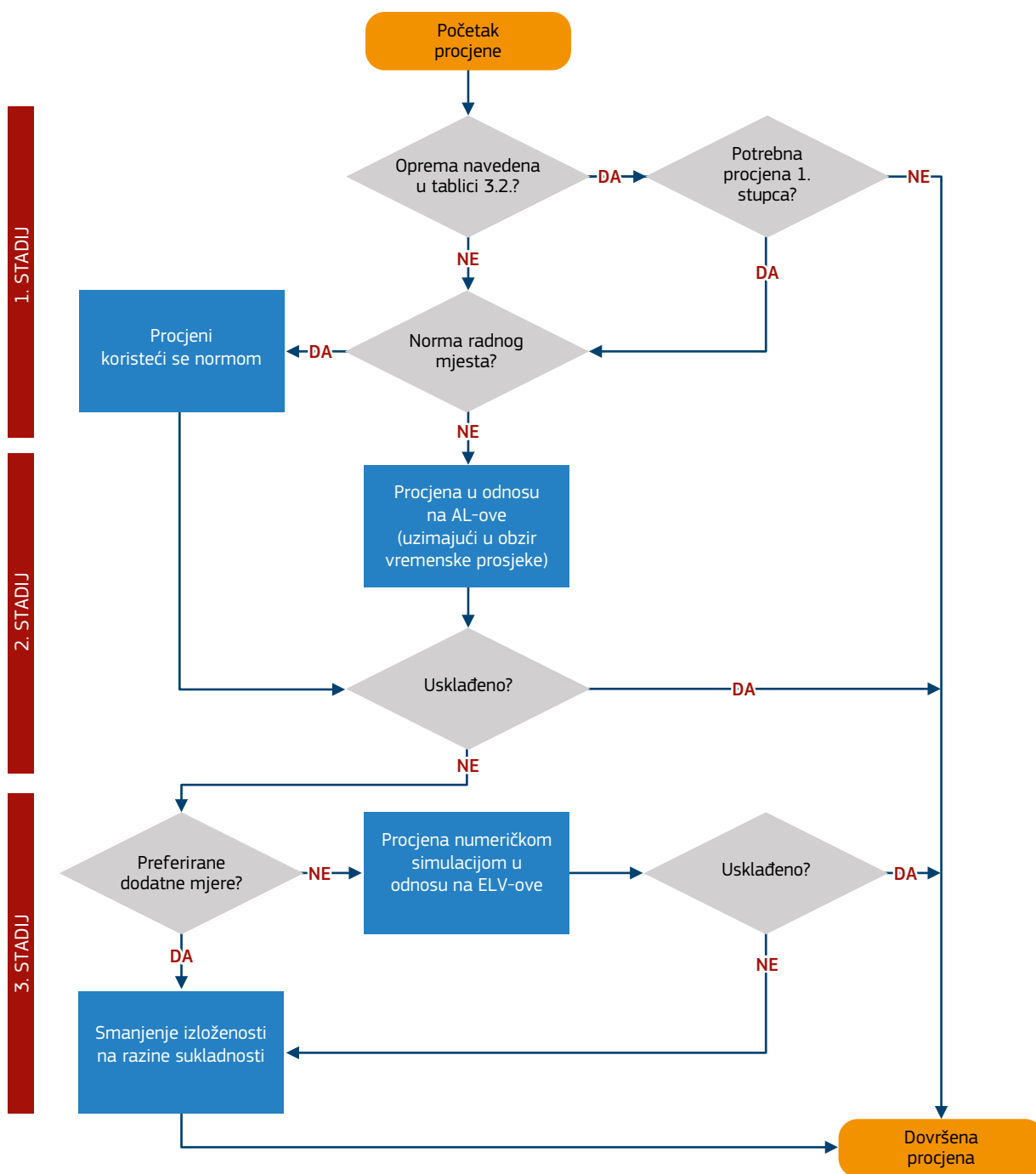
Većina opreme, djelatnosti i situacija neće zahtijevati procjenu 2. ili 3. stadija zato što ili neće biti polja ili će polja biti na vrlo niskim razinama.

Slika D.1. – Blok-shema koja prikazuje razne stadije procjene elektromagnetskih polja na radnome mjestu za netoplinske učinke



N.B.: Blok-shema odnosi se na AL-ove i ELV-ove za netoplinske učinke kako su utvrđeni u Prilogu II. Direktive o elektromagnetskim poljima. Procjena se mora provesti zasebno za električna i magnetska polja.

Slika D.2. – Blok-shema koja prikazuje razne stadije procjene elektromagnetskih polja na radnome mjestu za toplinske učinke



N.B.: Blok-shema odnosi se na toplinske učinke kako su utvrđeni u Prilogu III. Direktivi o elektromagnetskim poljima. Procjena se mora provesti zasebno za električna i magnetska polja.

Proizvođači strojeva prema Direktivi o strojevima (vidjeti dodatak G) imaju posebne odgovornosti pružanja informacija o potencijalno opasnim poljima koja stvara njihova oprema. Međutim, nema zahtjeva za proizvođače opreme da dokazuju sukladnost po pitanju Direktive o elektromagnetskim poljima. Bez obzira na to, mnogi će proizvođači vjerojatno prepoznati poslovnu korist u pružanju informacija koje su potrebne njihovim klijentima da dokažu sukladnost s Direktivom o elektromagnetskim poljima.

Vjerojatno će u budućnosti biti objavljene norme sa svrhom dokazivanja sukladnosti s Direktivom o elektromagnetskim poljima. Iako će te norme biti informativne a ne normativne, trebale bi pružiti temelj za informacije koje će proizvođači pružati. Informacije koje pružaju proizvođači obično se nalaze u priručnicima koji dolaze uz opremu. Ako nisu, možda je potrebno kontaktirati proizvođača ili dobavljača opreme i zatražiti dodatne informacije.

Da bi se oprema smatrala sukladna u 1. stadiju, mora biti ugrađena, korištena i održavana u skladu s uputama proizvođača. Na umu se mora imati i je li vjerojatno da će situacija izloženosti biti različita tijekom održavanja/servisiranja/popravka, u tom slučaju će još detaljnija procjena 2. stadija biti potrebna.

Radna mjesta koja su sukladna u 1. stadiju ne zahtijevaju daljnju procjenu osim dokumentiranja rezultata kao dio cjelokupne procjene rizika. Ako se ne može dokazati da je radno mjesto sukladno u 1. stadiju, bit će potrebna procjena 2. stadija a moguće i procjena 3. stadija.

D.1.2. 2. stadij – Procjena u odnosu na vrijednosti upozorenja

Određeni tipovi opreme, djelatnosti i situacije, poput onih koje imaju „Da” u 1. stupcu tablice 3.2. zahtijevaju detaljniju procjenu. Ovo je moguće izvesti pomoću informacija koje su dostupne od proizvođača ili drugih izvora. Međutim, ako takve informacije nisu dostupne, tada je obično potrebno provjeriti sukladnost koristeći se mjerenjima ili tehnikama izračunavanja. Pristupi koji se temelje na mjerenjima uglavnom se koriste za procjenu sukladnosti s AL-ovima, dok su složenije tehnike numeričkog modeliranja potrebne za procjenu sukladnosti s ELV-ovima.

D.1.2.1. Faza pripreme

Prilikom pripremanja za procjenu 2. stadija, prvo razmotrite što je poznato o opremi, djelatnosti ili situaciji. Zabilježite detalje o tome kako se rad obavlja i informacije koje pruža proizvođač ili dobavljač ako su one dostupne.

Ključna stvar za utvrđivanje ispravnog pristupa procjenjivanju jest jasno razumijevanje o tome kako se rad obavlja i razumijevanje karakteristika opreme koja proizvodi polja. To obično uključuje informacije o frekvenciji, naponu, snazi i radnom ciklusu.

- Provjerite korisnički priručnik proizvođača i tehničke specifikacije koje dolaze s opremom da biste se upoznali s opremom i kako se njome treba služiti.
- U obzir uzmite kako se obavlja rad i poziciju operatera i drugih radnika na radnome mjestu. U obzir uzmite i pozicije radnika tijekom radova održavanja i popravka što može zahtijevati drugačiju procjenu.
- Razmotrite tko bi mogao biti prisutan u radnom području; je li kod radnika prijavljena trudnoća, medicinski implantat ili medicinski proizvod koji se nosi na tijelu?

D.1.2.2. Faza preliminarnog mjerenja

U većini će situacija biti potrebno provesti preliminarna ili pripremna mjerenja na radnome mjestu radi istraživanja naravi polja koje se mora procijeniti. Ta se mjerenja provode na početku pregleda i pomažu u utvrđivanju tipova mjerenja i instrumentacije koji će biti potrebni za pravilno procjenjivanje polja. Tablica D.1. pruža primjere čimbenika koje valja imati na umu tijekom faze preliminarnih mjerenja.

Tablica D.1. – Stvari koje se mora uzeti u obzir tijekom faze preliminarnih mjerenja 2. stadija

Značajka elektromagnetskog polja	Primjeri stvari koje se moraju uzeti u obzir	Implikacije za procjenu
Fizička kvantiteta od interesa	Je li polje magnetsko, električno, ili oboje?	Određuje tip instrumenta koji je potreban za provođenje mjerenja.
Frekvencija i amplituda	Varira li polje kao neprekinuti val na jednoj frekvenciji ili je složeni valni oblik koji se sastoji od više frekvencija?	Određuje tip instrumenta koji je potreban za provođenje mjerenja. Jednostavne sinusoidne valne oblike na jednoj određenoj frekvenciji može se procijeniti koristeći se jednostavnim širokopojasnim instrumentima i rezultati se mogu izravno usporediti s AL-ovima. Za složene valne oblike može biti potrebna primjena sofisticiranih spektralnih tehnika radi utvrđivanja raznih komponenti frekvencije i složenih analiza poput pristupa efektivna vrijednost, vršni ili ponderirani prosjek za usporedbu s AL-ovima (vidjeti odjeljak D.3.).
Prostorne značajke	Varira li jakost polja preko lokacije koja se ispituje, u kojem je slučaju izloženost vjerojatno nejednolika?	Razmotrite veličinu sonde te lokaciju i broj mjerenja. Mjerenja se moraju provesti da bi se spoznale najgore moguće situacije izloženosti (vidjeti odjeljak D.2.).
Vremenske karakteristike	Varira li frekvencija i/ili jakost polja tijekom radnog ciklusa?	Određuje instrumentaciju koja je potrebna te tempiranje i trajanje mjerenja. Ako su dostupni multimetri, u obzir se moraju uzeti brzina uzorkovanja i razdoblje integracije. Mjerenja se moraju provesti da bi se obuhvatile najgore moguće situacije izloženosti. Izazov je bilježiti značajke polja dovoljno dugo i dovoljnom brzinom uzorkovanja da bi se spoznala maksimalna vrijednost polja.

D.1.2.3. Fizička kvantiteta od interesa

Pri niskim frekvencijama potrebno je zasebno procijeniti i električna i magnetska polja. Mnogi tipovi industrijskih procesa koriste se opremom koja zahtijeva visoku struju i stoga stvara magnetska polja. Jaka električna polja obično su rjeđa na radnim mjestima jer se visoki naponi ili otvoreni (nezaštićeni) vodiči koriste u relativno malo primjena. Mnogo je teže zaštititi magnetska polja.

Također je važno utvrditi je li izloženost u dalekom polju, na lokaciji koja je udaljena od izvora ili u području bliskog polja. Na granicu između dalekog i bliskog polja uglavnom utječe valna duljina polja i veličina izvora. U dalekom polju postoji jednostavan odnos između električnih i magnetskih polja koji je određen valnom impedancijom, stoga se procjenom ili električnog polja ili magnetskog polja može odrediti ukupna izloženost.

Odnos između magnetskih i električnih polja u području bliskog polja koje se nalazi blizu izvora mnogo je teže predvidjeti jer polja mogu značajno varirati preko malih udaljenosti, toliko da ih se ne mora zasebno procjenjivati. Mjerenja u bliskom polju uglavnom se teško mogu provesti jer razine polja mogu varirati preko vrlo kratkih udaljenosti i sam senzor se može povezati s poljem i utjecati na mjerenje. U industrijskim situacijama koje uključuju prijenos snage i procese zagrijavanja veličina izvora i frekvencija signala nalažu da se električna i magnetska polja zasebno procijene.

Postoji mogućnost da se u bližem polju ne mogu dobiti smisljena mjerenja, te je u tom slučaju alternativni izbor procjena 3. stadija koja se oslanja na numeričko modeliranje.

D.1.2.4. Prostorna varijacija

U ranoj fazi istrage važno je odrediti kako je polje raspodijeljeno u odnosu na položaj radnika i kako polje varira po radnoj stanici. Procjena mora uzeti u obzir gdje se pojavljuje maksimalna jakost polja u odnosu na položaj radnika te da će u mnogim situacijama polje brzo slabiti s povećanjem udaljenosti od izvora.

Ako polje značajno varira na jako kratkim udaljenostima, potrebno je pažljivo razmotriti veličinu sonde budući da velike sonde mogu dati netočna očitavanja u takvim situacijama. Također vrijednosti upozorenja bitne za izloženost ekstremiteta mogu biti prikladnije u takvim okolnostima, ovisno o dijelu tijela koje je izloženo, i manje su ograničavajuće od ostalih vrijednosti upozorenja.

Pristupi prostornom uprosječivanju i prikazivanju usklađenosti u situacijama nejednolike izloženosti razmotreni su u odjeljku D.2. ovog dodatka.

D.1.2.5. Karakterizacija valnog oblika

Mnoga elektromagnetska polja koja se susreću na radnome mjestu variraju kao kontinuirani val iste frekvencije za koji se može primijeniti jednostavna procjena koja uključuje prilično jednostavnu širokopojasnu instrumentaciju. Neke vrste industrijske opreme proizvode složene valne oblike koji se sastoje od raspona frekvencija i u takvim situacijama potrebna je uporaba sofisticiranije instrumentacije poput analizatora spektra ili instrumentacije za hvatanje vala radi uzorkovanja signala.

Procjene koje uključuju višestruke frekvencije i složene valne oblike detaljno su razmotrene u odjeljku D.3. ovog dodatka.

D.1.2.6. Vremenska varijacija

Važno je odrediti kako frekvencija i/ili jakost (amplituda) polja variraju u vremenu. U nekim situacijama polje se može mijenjati tijekom radnog ciklusa i tada će procjena morati omogućiti promjene jakosti i frekvencije polja te utvrditi vrijeme pojave maksimalnog ili vršnog polja.

Vremenske promjene mogu biti namjerne, primjerice način na koji su signali modulirani za prijenos informacija u telekomunikacijskim sustavima, ili slučajne, primjerice harmonijski signali koji nastaju tijekom postupaka indukcijuskog grijanja ili gdje se ispravljanje izmjenične struje ili brze promjene struje koriste za kontroliranje isporuke napajanja određenim vrstama industrijske opreme. Važno je utvrditi harmonijske signale kada se pojave jer vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti variraju s frekvencijom. Način na koji se moraju tretirati izloženosti na visokim frekvencijama pri procjeni izloženosti obrađen je u odjeljku D.3.

Mnogi moderni instrumenti imaju sposobnost zapisivanja pri čemu polje može biti snimljeno na unaprijed određenim intervalima uzorkovanja za razdoblja do nekoliko sati. Brzina uzorkovanja odabire se na temelju brzine variranja polja u vremenu. Ako je brzina uzorkovanja prespora u odnosu na varijaciju polja može se promašiti vršna razina što može dovesti do preniske procjene izloženosti. Razdoblje integracije instrumenta, tj. vrijeme potrebno mjerачu za obradu i snimanje signala, također treba pažljivo razmotriti jer može doći do preniske ili previsoke procjene izloženosti ako se polje brzo mijenja tijekom razdoblja integracije. Većina modernih instrumenata zahtijeva razdoblje integracije od najmanje jedne sekunde, pa ako se polje mijenja brže, preporučljivo je uhvatiti vršni signal ili cijeli valni oblik.

D.1.2.7. Statičko magnetsko polje

Direktiva o elektromagnetskim poljima sadržava granične vrijednosti izloženosti za vanjska magnetska polja od 0 Hz do 1 Hz. Kretanje u statičkim magnetskim poljima stvara inducirana električna polja u tijelu slična onima koje stvaraju vremenski promjenjiva polja niske frekvencije. Procjena elektromagnetskog polja potrebna u ovoj situaciji razmotrena je u odjeljku D.4.

D.1.2.8. Glavne faze mjerenja

Aspekti sigurnosti izvođenja mjerenja

Osim uobičajenih razmatranja sigurnosti u radnom okruženju, treba osigurati da osoba koja izvodi mjerenja nije izložena elektromagnetskim poljima iznad vrijednosti upozorenja ili graničnih vrijednosti izloženosti i da ne postoji rizik od neizravnih učinaka. Dobra je praksa započeti mjerenja na određenoj udaljenosti od izvora polja. Time se osigurava da mjerač neće biti izložen poljima iznad vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti i štiti instrument od oštećenja u visokim poljima s kojima se može susresti blizu jakog izvora.

U statičkim magnetskim poljima mora se posebno paziti da se izbjegne rizik od efekta projektila, a u jakim električnim poljima moraju se izbjegavati prekomjerni slabiji strujni udari i dodirne struje.

Odgovarajuća procjena rizika mora se unaprijed napraviti, a odgovarajuće zaštitne ili preventivne mjere provesti. Te mjere mogu biti uglavnom organizacijske naravi.

Pristup mjerenju

Treba pažljivo razmotriti određivanje mjesta, vremena i trajanja mjerenja. To će obično započeti razgovorom s radnicima kako bi se saznalo kakve zadaće obavljaju i razdobljem promatranja tijekom njihovog rada kako bi se utvrdili odgovarajući položaji tijela i ekstremiteta za mjerenja. Procjena mora uzeti u obzir niz aktivnosti koje normalno obavljaju, uključujući normalan rad, čišćenje, čišćenje blokada, održavanje i servisiranje/ popravak ako se obavlja interno.

Najčešći pristup mjerenju je uporaba mjerenja na mjestu na definiranim lokacijama na radnome mjestu ili na posebnim lokacijama oko izvora elektromagnetskog polja. Ona moraju prikazati područja na kojima se nalaze radnici tijekom obavljanja njihovih zadaća kako je gore opisano. Međutim, treba napomenuti da su vrijednosti upozorenja navedene u Direktivi vrijednosti bez prisutnosti tijela pa radnici ne smiju biti prisutni tijekom stvarnog mjerenja (vidjeti ispod). Kako bi uzeli u obzir sve moguće varijacije polja u vremenu, multimetri se mogu postaviti za snimanje polja na raznim mjestima tijekom izvođenja mjerenja na mjestu.

Dobra je praksa tijekom procjene ponoviti mjerenja na istom mjestu u različitim intervalima kako bi se dokazalo da su mjerenja stabilna i da mjerači normalno funkcioniraju.

Mjerenja električnih polja teže je izvesti od magnetskih budući da se električna polja lakše ometaju okolnim predmetima, uključujući ljudsko tijelo. Direktiva o elektromagnetskim poljima definira neometane vrijednosti upozorenja, stoga treba osigurati da su tijela radnika i mjerača dovoljno daleko od sonde za mjerenje (i da je sonda dovoljno udaljena od metalnih predmeta) prilikom izvedbe takvih mjerenja.

Instrumentacija

Za valjanost procjene važno je da je za izvedbu mjerenja iskorištena odgovarajuća instrumentacija, a to ovisi o naravi elektromagnetskog polja koje se procjenjuje. Moraju se razmotriti tehničke specifikacije instrumenta kako bi se osiguralo da je prikladan za mjerenje signala koji se mjeri. U nekim situacijama potrebno je mjeriti i električna i magnetska polja. Ako je poznato da izvor radi na frekvencijama iznad nekoliko desetina

MHz-a, a operater je u dalekom polju, jakost polja za električno i magnetsko polje može se izmijeniti iz jednog u drugo na temelju vrijednosti impedancije slobodnog polja ($Z_0 = 377 \text{ oma } (\Omega)$). Drugi važan zahtjev je da instrumenti moraju biti kalibrirani u skladu s normama kako bi dokazali da rade ispravno. Uvijek započnite mjerenje s instrumentom postavljenim na najveći raspon mjerenja kako bi smanjili rizik od preopterećenja.

Instrumenti sa senzorom s jednom osi mjerit će samo jednu komponentu polja, stoga je kod korištenja ove vrste senzora važno koristiti ga u tri okomite orijentacije na mjestu mjerenja kako bi se moglo izračunati rezultatno polje. Sofisticiraniji instrumenti imaju tri okomita senzora koji mogu mjeriti rezultatno polje. Važno je također uzeti u obzir veličinu sonde budući da sonda mora biti manja od volumena nad kojim polje varira. Dodatne informacije o odgovarajućim veličinama sonde nalaze se u IEC61786-1.

Mnogi moderni instrumenti mogu se namjestiti da mjere vršne vrijednosti ili efektivne vrijednosti (RMS) za izravnu usporedbu s graničnim vrijednostima navedenima u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Vrijednosti upozorenja u Direktivi o elektromagnetskim poljima obično su navedene kao vrijednosti RMS-a. Međutim, uređaji za mjerenje RMS-a mogu biti neprikladni za mjerenja u poljima nastalim opremom za točkasto zavarivanje ili radiofrekventnu identifikaciju (RFID) gdje signal može biti pulsan i gdje su promjene polja mnogo brže od uprosječenog vremena za instrument. Procjena ponderirane vršne izloženosti poželjna je u situacijama koje uključuju složene signale (vidjeti odjeljak D.3.).

Neki od glavnih čimbenika koji se uzimaju u obzir pri odabiru odgovarajuće instrumentacije sažeti su u tablici D.2.

Tablica D.2. – Čimbenici koji se uzimaju u obzir pri odabiru odgovarajuće instrumentacije

Karakteristike elektromagnetskog polja koje se moraju procijeniti	Zahtjevi instrumenata
Frekvencija	Instrument mora biti u stanju reagirati na puni raspon frekvencija u signalu koji se procjenjuje.
Amplituda	Instrument mora imati dovoljno velik dinamički raspon za mjerenje jakosti polja koje će se vjerojatno susresti.
Karakteristike modulacije	Instrument mora biti u stanju detektirati različite sheme modulacije.
Vremenska varijacija/radni ciklus	Uzmite u obzir brzinu uzorkovanja, vrijeme integracije instrumenta i trajanje razdoblja zapisivanja.
Prostorna varijacija	Sonda mora biti manja od volumena nad kojim polje varira.
Položaj: Unutra/vani/oboje Težina/trajnost instrumenta	Vanjska mjerenja udaljena od mrežnog napajanja mogu zahtijevati dovoljno trajanje baterije. Je li instrument prikladan za vanjsko mjerenje

Parametri izvješća

Primjeri glavnih parametara koji se bilježe pri procjeni radnog mjesta predstavljeni su u tablici D.3.

Ako procjena 2. stadija pokazuje da su polja okruženja ispod vrijednosti upozorenja, radno mjesto usklađeno je s Direktivom o elektromagnetskim poljima i procjena se može dovršiti (slika D.1.).

Ako su ELV-ovi i AL-ovi statičkog polja prekoračeni, poslodavac mora provesti odgovarajuće preventivne i zaštitne mjere.

Ako su AL-ovi prekoračeni na niskim frekvencijama, poslodavac mora provesti daljnju procjenu u odnosu na visoke AL-ove. Ako su mjerenja ispod visokih AL-ova, poslodavac će ili primijeniti zaštitne ili preventivne mjere, uključujući osposobljavanje radnika, ili provesti procjenu 3. stadija da pokaže usklađenost s ELV-ovima za osjetila.

Tablica D.3. – Primjer parametara koji se bilježe na listu za mjerenje

Parametar	Napomena
Datum i vrijeme mjerenja	Upućivanje
Ime kontakta/pojedinosti o lokaciji/strukture	Upućivanje
Radno mjesto koje se procjenjuje	Pojedinosti o prisutnoj opremi, uključujući sažetak radne specifikacije
Zadaća ili aktivnost radnika koja se procjenjuje	Rutinski rad, održavanje ili čišćenje
Fizička kvantiteta od interesa	Električno polje, magnetsko polje ili gustoća snage
Pojedinosti o mjernoj instrumentaciji	Širokopojasni ili uskopojasni mjerač, frekvencijski odziv, dinamički raspon, brzina uzorkovanja, datum kalibracije i nepreciznosti.
Strategija mjerenja	Vršna vrijednost/efektivna vrijednost (RMS) Rezultanta, x, y, z Mjerenja na mjestu ili proširena mjerenja Lokacije uzorkovanja (po potrebi uključuju dijagram ili kartu) Brzina uzorkovanja

Ako izmjerena polja prekoračuju visoke AL-ove, treba uzeti u obzir prostorni doseg polja u odnosu na izloženi dio tijela radnika i po potrebi usporediti polje s AL-ovima za ekstremitete. Ako izloženost nije lokalizirana ili lokalizirana izloženost prekoračuje AL-ove za ekstremitete, poslodavac ima dva izbora. Ili može provesti zaštitne i/ili preventivne mjere ili prijeći na procjenu 3. stadija kako bi procijenio usklađenost s ELV-ovima (vidjeti odjeljak D.1.3.).

Ako polja okruženja na visokim frekvencijama prekoračuju AL-ove, poslodavac ponovno može izabrati između provedbe zaštitnih i/ili preventivnih mjera ili prelaska na procjenu 3. stadija.

Ako su prekoračeni AL-ovi za dodirne struje poslodavac mora provesti odgovarajuće zaštitne ili preventivne mjere.

D.1.3. 3. stadij – Procjena u odnosu na granične vrijednosti upozorenja (ELV-ove)

D.1.3.1. Uvod

Direktiva o elektromagnetskim poljima utvrđuje ELV-ove koji su primarno namijenjeni za ograničavanje induciranih električnih polja i specifične apsorbirane snage (SAR) unutar tijela. Takve kvantitete ne mogu se lako izmjeriti i stoga se procjena 3. stadija obično oslanja na sofisticirane tehnike numeričkog modeliranja radi utvrđivanja sukladnosti s ELV-ovima, premda su dostupni neki pristupi mjerenja.

AL-ovi pružaju konzervativne procjene maksimalnih polja u okolišu kojima cijelo tijelo radnika može biti izloženo bez prelaženja relevantnih ELV-ova. Ako mjerenja ukazuju da se AL može premašiti za određenu situaciju izloženosti, provođenje dozimetrične procjene radi utvrđivanja sukladnosti s ELV-ovima može biti potrebno.

Numeričke simulacije mogu se uporabiti za procjenjivanje hoće li elektromagnetska polja koja stvara neki uređaj za posljedicu imati prekoračenje ELV-ova. Simulacije i primjena računske dozimetrije pružaju poveznicu između AL-ova (neometana elektromagnetska polja koja se mjere izvana) i ELV-ova (modelirane količine doze koje predstavljaju interakciju elektromagnetskog polja i ljudskog tijela). Te se simulacije rabe radi prebacivanja vrijednosti elektromagnetskog polja, izmjerene u odsutnosti tijela, u količine doze unutar tijela.

Količine doze koje su uključene u ELV-ove uključuju jakosti induciranih električnih polja, specifičnu apsorbiranu snagu (SAR) i gustoću snage. Učinci na zdravlje te stoga i količine doze ovise o frekvenciji popratnog polja. Pri niskim frekvencijama, Direktiva navodi ELV-ove po pitanju jakosti induciranih električnih polja, dok se pri višim frekvencijama koriste SAR i gustoće snage (tablica D.4.).

Tablica D.4. – Potencijalni štetni biološki učinci, kvantitete ELV-ova i AL-ova

Frekvencija	Potencijalni štetni biološki učinak	Količina doze ELV-a (numerički simulirana)	Kvantiteta izloženosti AL-a (uobičajeno mjerena)
1 Hz do 10 MHz	Učinci na središnji živčani sustav (SŽS) i periferni živčani sustav (PŽS)	Inducirana električna polja u stimuliranim tkivima u V/m	Jakost električnog polja, gustoća magnetskog toka, inducirane i dodirne struje
100 kHz do 6 GHz	Zagrijavanje tkiva	SAR u W/kg SA u J/kg	(Jakost električnog polja) ² , (gustoća magnetskog toka) ² , inducirane i dodirne struje
6 GHz do 300 GHz	Zagrijavanje površine	Gustoća snage u W/m ²	(Jakost električnog polja) ² , (gustoća magnetskog toka) ² i gustoća snage

D.1.3.2. Interakcije elektromagnetskog polja s ljudskim tkivom

Polja niskih frekvencija

Pri niskim frekvencijama, električna i magnetska polja mogu se smatrati nezavisnima (takozvana kvazistatička aproksimacija) te se stoga mogu zasebno tretirati.

Vanjsko električno polje

Ljudsko tijelo značajno će ometati popratno električno polje niske frekvencije. U većini situacija izlaganja vanjsko je električno polje vertikalno orijentirano s obzirom na tlo. Ljudsko tijelo dobar je vodič pri niskim frekvencijama i unutarnja električna polja inducirana unutar tijela mnogo su redova veličine manja od vanjskog primijenjenog polja.

Raspored naboja induciranih na površini tijela od izlaganja vanjskom električnom polju jest nejednolik. Rezultat je većinski vertikalna orijentacija unutarnjih struja induciranih unutar tijela. Drugi čimbenik koji snažno utječe na razmjer i prostorni raspored induciranih električnih polja unutar tijela jest kontakt između čovjeka i električnog uzemljenja. Najviša unutarnja električna polja induciraju se kada je tijelo u savršenom kontaktu s tlom s obje noge. Što je tijelo izoliranije od električnog uzemljenja, to su niža inducirana električna polja u tkivima. Iz tog razloga nošenje izolirajuće obuće može, u nekim okolnostima, pružiti određeni stupanj zaštite od učinaka polja niske frekvencije.

Vanjsko magnetsko polje

Za razliku od primijenjenih električnih polja, ljudsko tijelo ne ometa primijenjeno magnetsko polje. Magnetsko polje u ljudskom tkivu jednako je vanjskom magnetskom polju. Ovo je zato što je magnetska propusnost tkiva jednaka onoj zraka. Magnetski materijali (magnetit, na primjer) mogu biti prisutni unutar tkiva; ali samo u toliko malim količinama da se za praktične svrhe mogu zanemariti.

Glavna interakcija vanjskoga magnetskog polja s tijelom jest tok struje povezan s elektromagnetskom indukcijom u provodljivom ljudskom tkivu. Struje također teku između područja različite provodljivosti u heterogenim tkivima.

Polja visoke frekvencije

Pri visokim frekvencijama ljudsko se tijelo može smatrati nesavršenom provodljivom antenom. Električna polja i struje inducirat će se u tjelesnim tkivima. Ako tijelo stoji na vodoravnoj ravnini, inducirane struje teći će kroz tijelo u okomitom smjeru kroz stopala u tlo. Inducirana električna polja i struje uzrokovat će toplinske učinke unutar ljudskih tkiva, i lokalno i kroz cijelo tijelo. Razmjer i prostorni raspored ovih induciranih polja vrlo su ovisni o konfiguraciji izlaganja i frekvenciji.

Tijelo ima prirodnu rezonantnu frekvenciju povezanu s visinom. Radiofrekventna elektromagnetska polja učinkovitije se apsorbiraju pri frekvencijama koja su blizu ove rezonantne frekvencije. Pri frekvencijama koje su manje od otprilike 1 MHz ljudsko tijelo apsorbira vrlo malo RF energije. Značajna apsorpcija događa se pri rezonantnoj frekvenciji od 60–80 MHz kada je izolirano i 30–40 MHz kada je ljudsko tijelo uzemljeno. Osim toga, dijelovi ljudskog tijela također mogu biti rezonantni. Glava odraslog čovjeka rezonantna je pri otprilike 400 MHz. Ako se tijelo nalazi u sjedećem položaju, gornja i donja polovica tijela mogu imati zasebne rezonantne frekvencije. Stoga, frekvencija pri kojoj se maksimalna količina RF energije apsorbira ovisi o veličini tijela i položaju. Općenito vrijedi da se manje RF grijanja odvija kako se frekvencija povisuje iznad područja rezonancije. Međutim, zagrijavanje pri višim frekvencijama obično je koncentriranije na površinu tijela zato što se dubina penetracije popratnog polja smanjuje.

D.1.3.3. Granične vrijednosti izloženosti

ELV-ovi predstavljaju količine doze unutar tijela koje su namijenjene za zaštitu od štetnih učinaka na zdravlje uzrokovanih ljudskom izloženosti elektromagnetskim poljima. Primijenjeni ELV-ovi ovise o frekvenciji polja koje se razmatra.

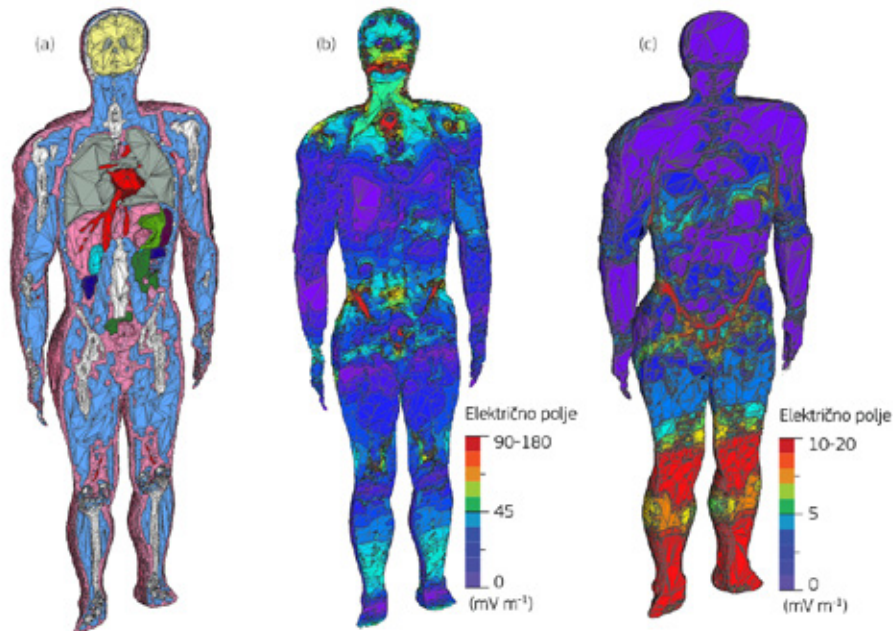
Niska frekvencija

Pri niskim frekvencijama (1 Hz do 10 MHz) glavna dozimetrična kvantiteta jest unutarnje električno polje koje se inducira unutar ljudskog tijela. To je zato što su granice za stimulaciju ljudskog živčanog tkiva određene razmjerom i prostornom varijacijom ovih unutarnjih električnih polja. Inducirano električno polje mjeri se u jedinicama volt po metru (Vm^{-1}).

Za izlaganje električnim poljima niske frekvencije, unutarnja električna polja stvaraju se u tijelu i značajno ometaju popratno polje. Nejednoliki naboji induciraju se na površini tijela iz vanjskog električnog polja, te se unutarnja električna polja stvaraju unutar tijela, što može stvoriti struje unutar tijela.

Za izlaganje magnetskim poljima niske frekvencije, unutarnja električna polja stvaraju se magnetskim poljem koje inducira električno polje i povezane struje u ljudskom tkivu. Polja se također proizvode strujama koje teku između područja tkiva različite provodljivosti u tijelu. Slika D.3. prikazuje kako se ova inducirana električna polja apsorbiraju u tijelo od izlaganja vanjskim električnim i magnetskim poljima niske frekvencije.

Slika D.3. – Izlaganje niske frekvencije: Presjek ljudskog tijela koji prikazuje (a) unutarnje organe u tijelu; (b) unutarnja električna polja koja su stvorena izlaganjem vanjskom magnetskom polju niske frekvencije; i (c) unutarnja električna polja koja su stvorena izlaganjem vanjskom električnom polju niske frekvencije

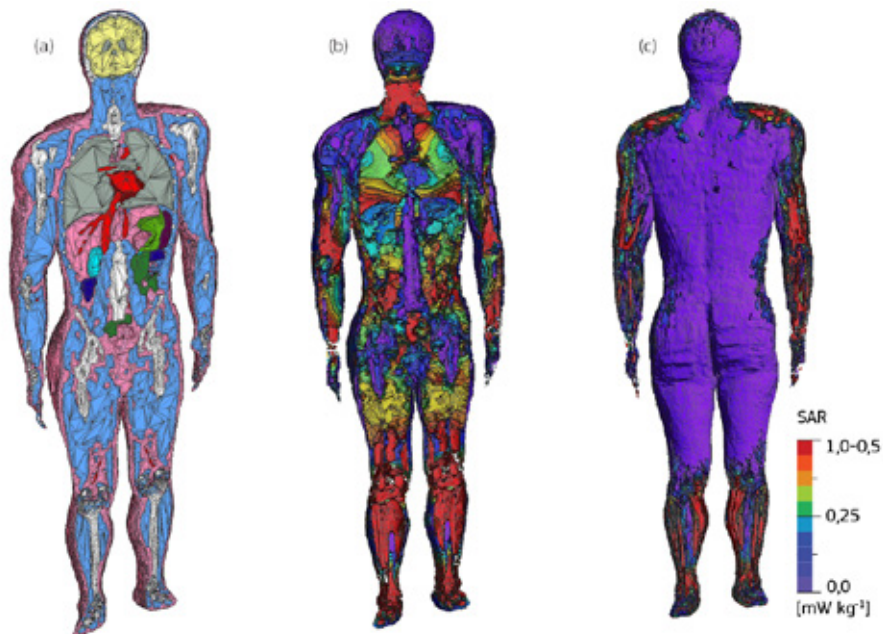


Visoka frekvencija

Pri visokim frekvencijama (100 kHz do 300 GHz) glavna dozimetrična mjera apsorpcije elektromagnetskog polja jest specifična apsorbirana snaga (SAR). To je zbog dominantnih štetnih učinaka na zdravlje od izlaganja elektromagnetskim poljima pri tim frekvencijama koji su prouzročeni povišenjem temperature u tkivima.

SAR se može definirati kao snaga koja se apsorbira po jedinici mase. Mjeri se u jedinicama watt po kilogramu (Wkg^{-1}). Koristi se kao količina doze u Direktivi o elektromagnetskim poljima jer je blisko povezana s povišenjem temperature u ljudskom tkivu. Slika D.4. prikazuje kako je SAR raspoređen u ljudskom tijelu pri izlaganju elektromagnetskom polju visoke frekvencije.

Slika D.4. – Izlaganje pri visokoj frekvenciji: Presjek ljudskog tijela koji prikazuje unutarnje organe u tijelu; (b) SAR koji je stvoren izlaganjem elektromagnetskom polju od 40 MHz; i (c) SAR koji je stvoren u tkivima izlaganjem elektromagnetskom polju od 2 GHz



Interne količine doze (električna polja i SAR) koje se koriste za utvrđivanje ELV-ova ne mogu se točno procijeniti mjerenjem zato što se snage polja unutar ljudskog tijela ne mogu ne-invazivno mjeriti. Količine doze ELV-ova izmjerene su u životinjama, međutim, podaci su ograničeni i točnost ovih mjerenja relativno je slaba. Osim toga, ekstrapolacija studija na životinjama na ljude ne može se izravno primijeniti zbog fizioloških razlika između vrsta na mnogim područjima. Numeričke simulacije ljudske elektromagnetske apsorpcije, a time i sukladnost s ELV-ovima iz Direktive o elektromagnetskim poljima, omogućuju izravno proučavanje unutarnjih količina doze.

D.1.3.4. Procjena sukladnosti s ELV-ovima

Za izračun količina doze u tijelu koje su potrebne za usporedbu s ELV-ovima potrebni su model ljudskog tijela, numerička metoda koja može modelirati interakciju elektromagnetskog polja s biološkim tkivima i prikaz izvora elektromagnetskog polja.

Model čovjeka

Ljudsko se tijelo može smatrati prijamnom antenom kada je izloženo elektromagnetskim poljima. Stoga su anatomska, geometrijska i električna svojstva tijela iznimno važna kada se procjenjuje sukladnost s ELV-ovima.

U prošlosti su se jednostavne homogene strukture poput sfera, sferoida, cilindara, diskova i kocaka upotrebljavale umjesto tijela za procjenu unutarnjih količina doze. Za te se homogene oblike koristila jedna vrijednost provodljivosti i električne permitivnosti koja je predstavljala prosječnu vrijednost preko cijelog tijela, koje obično ne ovisi o frekvenciji. Uporaba takvih jednostavnih struktura olakšava numeričku simulaciju izloženosti elektromagnetskim poljima. Međutim, rezultati takvih postupaka dovode do nepreciznih rezultata koji znatno precjenjuju stvarno izlaganje.

Slika D.5. – Model čovjeka: Primjer heterogenog, anatomski realističnog muškog modela. Naznačeni su kostur i unutarnji organi (lijevo), sloj mišića (sredina) i sloj kože (desno)



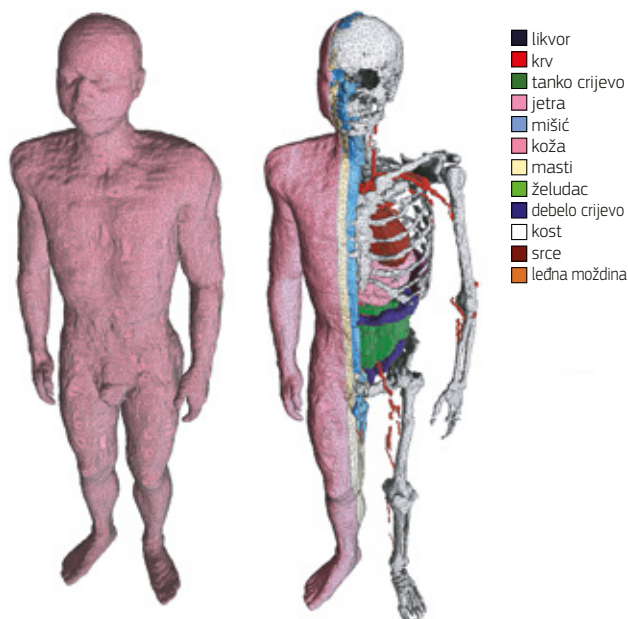
Preporučuje se da se heterogeni, anatomski realistični modeli ljudskog tijela koriste za procjenu izlaganja elektromagnetskim poljima. Trenutno je veći broj organizacija razvio razne heterogene modele ljudskog tijela (muški, ženski, trudni, u sjedećem položaju, itd.) s određenom realističnom anatomijom i brojnim tkivima. Zbog ulaganja koje je potrebno za proizvodnju takvog modela, s njihovim se korištenjem povezuje visok trošak. Nadalje, sigurno će postojati razlike između različitih modela koji su dostupni, tako da će vjerojatno proizvesti malo drugačije rezultate.

Anatomski realistični modeli obično su razvijeni računalnom segmentacijom podataka iz slika tijela dobivenih magnetskom rezonancijom u različite vrste tkiva. Posebna je pozornost potrebna da ti modeli budu anatomski realistični. Primjeri heterogenog muškog modela prikazani su u slikama D.5. i D.6. Uobičajeno je za te modele da se sastoje od više od 30 zasebnih tkiva i organa. Model se može temeljiti na vokselu (volume-pixel – volumetrijski piksel) ili površinski.

Kada se koristi u simulacijama koje upotrebljavaju numeričku metodu poput vremenske domene konačne razlike, model ljudskog tijela obično je predstavljen kubnim ćelijama (vokselima) dimenzija od 1 do 2 mm. Vokselima su dodijeljene vrijednosti provodljivosti i električne permitivnosti na temelju izmjerenih vrijednosti za razne organe i tkiva.

Radi izračuna količina doze u prikazanim ljudskim modelima moraju se navesti dielektrična svojstva tkiva koja čine te modele. Ako se pretpostavi da su različita tkiva pretežito homogena, električna svojstva mogu se opisati pomoću dva parametra, provodljivošću (σ) i permitivnošću (ϵ). Te značajke variraju s frekvencijom za biološka tkiva. Općenito, provodljivost će se tkiva povisiti, a permitivnost smanjiti kako se frekvencija povećava.

Slika D.6. – Model čovjeka: presjek heterogenog modela čovjeka koji prikazuje odabrane vrste tkiva



Dielektrična svojstva znatno se razlikuju ovisno o određenom tkivu (vidjeti <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Tkiva s visokim udjelom vode, npr. tjelesne tekućine, gotovo da ne prikazuju ovisnost o frekvenciji za frekvencije ispod 100 kHz. Udjel vode ili tekućine prisutan u ljudskom tkivu važan je za prikazana dielektrična svojstva i način na koji se to mijenja s frekvencijom. Posljedica toga jest da se tkiva koja pokazuju slično ponašanje kad su izložena elektromagnetskim poljima mogu grupirati na temelju udjela vode. Na primjer, krv i cerebrospinalna tekućina imaju visok udio vode i mogu relativno dobro provoditi struju. Pluća, koža i masti razmjerno su slabi vodiči, dok su jetra, slezena i mišići u sredini po svojoj provodljivosti.

Numeričke metode

Razne numeričke metode koristile su se za procjenu apsorpcije elektromagnetskog polja u heterogenim, anatomski realističnim modelima čovjeka. Prikladne numeričke metode ograničene su visoko heterogenim električnim svojstvima ljudskog tijela i jednako složenih oblika vanjskih i unutarnjih organa.

Metode koje su se uspješno koristile za dozimetriju elektromagnetskog polja visoke rezolucije uključuju metodu konačne razlike (FD – *finite difference*) u frekvencijskoj domeni i vremenskoj domeni (FDTD), metodu konačnih elemenata (FEM – *finite element method*) i tehniku konačnog integriranja (FIT – *finite integration technique*).

Te metode pružaju izravno rješenje Maxwellovih jednadžbi rotacije polja. One obično podijele računalnu domenu u 3D rešetku ćelija ili površina kojima su dodijeljena diskretna električna svojstva. Pri metodi konačne razlike, računski se kod ponavlja kroz vrijeme i prostor, procjenjujući vrijednosti polja u svakoj ćeliji dok ne dođe do konvergencije rješenja.

Svaka metoda nudi neke prednosti i ograničenja. Sve metode i neki računalni kodovi prošli su opsežnu provjeru usporedbom s analitičkim rješenjima i eksperimentalnim rezultatima da se osigura da su rezultati dobiveni tim metodama reprezentativni za širok raspon situacija elektromagnetskog izlaganja.

D.1.3.5. Uprosječivanje: Inducirano magnetsko polje u 99. percentilu, WBSAR i lokalizirani SAR

Inducirano magnetsko polje u 99. percentilu

Pri ograničavanju štetnih utjecaja električnih polja induciranih u radniku na licu mjesta, važno je odrediti područje preko kojeg se električno polje na radnome mjestu uprosječuje. Kao praktičan kompromis, zadovoljavajući zahtjevima za siguran biološki temelj i računalnim ograničenjima, preporučuje se da se električno polje na radnome mjestu odredi kao vektorski prosjek električnog polja u malom obujmu tkiva od $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$.

Numeričke metode kojima se računaju inducirana električna polja u tijelu često upotrebljavaju model čovjeka podijeljen u ćelije ili voksele. Međutim, ako se upotrebljava metoda koja se ne koristi ćelijama; mora se pripremiti primjeren algoritam uprosječivanja koji računa električno polje preko obujma od $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$. Za određeno tkivo, 99. percentil vrijednosti električnog polja jest relevantna vrijednost koja se treba usporediti s graničnom vrijednosti izloženosti (ICNIRP 2010).

Prosječan SAR preko cijelog tijela (WBSAR – Whole-body averaged SAR)

WBSAR ELV namijenjen je za zaštitu od učinaka zagrijavanja cijelog tijela. Da se izračuna SAR cijelog tijela zbrajaju se stope apsorpcije u svim vokselima modela čovjeka i zatim podijele masom tijela.

Lokalizirani SAR

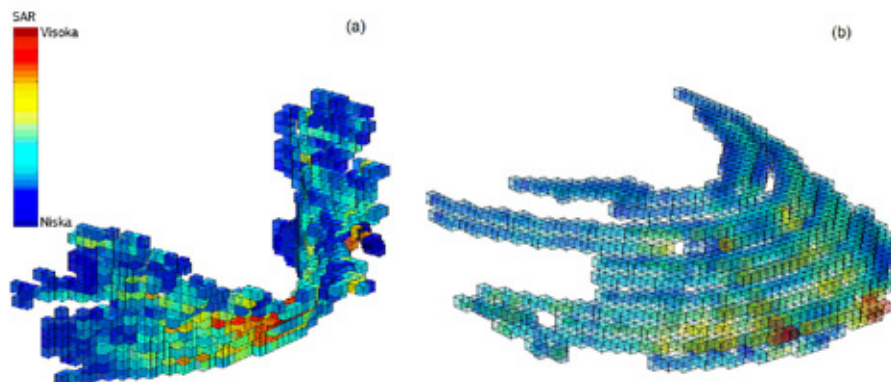
Lokalizirani SAR ELV-ovi navedeni su u Direktivi o elektromagnetskim poljima da bi se zaštitilo od lokaliziranog zagrijavanja u ljudskom tijelu, što je uglavnom posljedica izlaganja izvorima bliskih polja elektromagnetskog zračenja.

Za izračun lokaliziranog SAR-a za izlaganje elektromagnetskim poljima između 100 kHz i 6 GHz, Direktiva o elektromagnetskim poljima nalaže da prosječna masa koja se upotrebljava mora biti bilo kojih 10 g neprekinutog (tj. povezanog) tkiva. Maksimalna lokalizirana vrijednost SAR-a u tijelu služi za procjenu izloženosti.

Postupak za izračun lokaliziranog SAR-a preko neprekinutog područja od 10 g provodi se kako slijedi. Odabire se ćelija s maksimalnim SAR-om u horizontalnom dijelu modela čovjeka. Zatim se provodi pretraživanje šest susjednih ćelija koje su u dodiru sa stranicom izvorne ćelije radi pronalaženja one s najvećom apsorbiranom snagom. Kada se to završi, snage i mase se zbroje. Pretraže se odgovarajuće susjedne stanice na površini radi dobivanja povezanog dijela ćelija za koje je masa jednaka 10 g i SAR se računa za ovaj povezani dio. Otprilike 1 000 ćelija (ovisno o gustoći tipa tkiva) koriste se u ovom postupku za rezoluciju vokselu od 2 mm jer je obujam svake ćelije $0,008 \text{ cm}^3$. Postupak se zatim ponavlja za svaki horizontalni dio, te se naposljetku odabire maksimalna vrijednost SAR-a svakoga povezanog područja preko cijelog modela čovjeka.

Primjeri lokaliziranog SAR-a uprosječenog preko neprekinutog područja od 10 g prikazani su na slici D.7. Ova slika pokazuje vršna neprekinuta područja SAR-a od 10 g izračunana u modelu čovjeka od izloženosti elektromagnetskom polju ravnog vala od 100 MHz i 3,4 GHz.

Slika D.7. – Nprekinuta područja: SAR uprosječen preko 10 g neprekinutog (povezanog) područja u modelu čovjeka od izloženosti elektromagnetskom polju ravnog vala od (a) 100 MHz i (b) 3,4 GHz. Boje su u rasponu od tamnoplave (nizak SAR) do tamnocrvene (visoki SAR)



D.2. Dokazivanje usklađenosti za nejednoliku izloženost

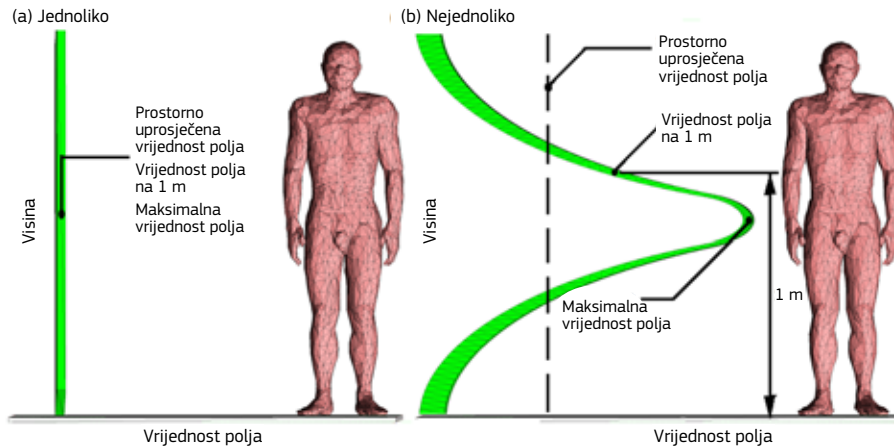
D.2.1. Uvod

Izloženost elektromagnetskim poljima može se opisati kao jednodolika i nejednodolika. Jednodolika magnetsko polje na visokim frekvencijama definirano je kao val koji se u određenoj mjeri raširio i za koji će se činiti da ima istu amplitudu duž ravnine okomite na njegovu smjer putanje. Jednodolika polje je idealizacija koja omogućuje da se val opiše kao cijeli val koji putuje u jednom smjeru. Jednodolika je polje na niskim frekvencijama polje koje je ujednačeno kroz cijeli definirani volumen, primjerice, električno polje između dvije beskonačno usporedne ploče.

Određivanje vrijednosti polja za procjenu usklađenosti s AL-ovima trivijalno je za jednodolika elektromagnetsko polje jer će vrijednost biti ista duž linije okomite na smjer putanje vala (slika D.8.). Na mjestima gdje je polje ovako jednodolika ili relativno jednodolika (unutar 20 %) bit će dovoljno mjerenje polja na jednoj lokaciji prostora koji zauzima radnik.

Proizvodi koji stvaraju elektromagnetsko zračenje mogu proizvesti nejednodolike uvjete izloženosti iznad visine tijela ako su postavljeni blizu osobe ili u okruženju u kojem postoji varijacija u proizvedenom polju zbog refleksija od tla/raspršivanja od bliskih predmeta.

Slika D.8. – Primjeri jednolike i nejednolike izloženosti: Varijacija polja s udaljenosti od tla za (a) jednoliko polje (b) tipičan dipol. Navedene su prostorno uprosječna vrijednost, maksimalna vrijednost polja i vrijednost polja na 1 m



Određivanje jedne vrijednosti polja radi usporedbe s AL-ovima nije trivijalno ako polje znatno varira u području koje zauzima radnik. U toj situaciji izloženosti maksimalna vrijednost polja na položaju radnikova tijela može se iskoristiti, ali to će dovesti do konzervativne procjene. Neke organizacije predložile su uporabu jedne vrijednosti polja na visini od 1 m, no i ta vrijednost često je nereprezentativna.

U tim nejednolikim situacijama mora se definirati odgovarajuća metoda za dobivanje jedne vrijednosti polja. Direktiva navodi da se u ovim slučajevima može koristiti prostorno uprosječivanje. Prostorno uprosječena mjerenja ili izračuni preporučuju se jer su reprezentativniji pokazatelj izloženosti u situacijama u kojima polje varira duž visine ljudskog tijela.

D.2.2. Pitanja o nejednolikoj izloženosti

Direktiva određuje AL-ove u odnosu na jednu vrijednost za određenu frekvenciju. Veličine tih AL-ova uspostavljenje su da osiguraju usklađenost s relevantnim ELV-om ili da odrede koje se zaštitne ili preventivne mjere navedene u članku 5. moraju provesti.

Međutim, ako je polje nejednoliko unutar prostora koje zauzima radnik (kao na slici D.8.(b)), jakost električnog polja ili gustoća magnetskog toka varira ovisno o položaju na kojemu se provodi procjena polja. Opravdano pitanje bilo bi koju vrijednost polja treba usporediti s AL-ovima.

Direktiva u tim situacijama izloženosti predlaže da se provodi maksimalno polje preko relevantnog volumena ili prostorno uprosječivanje. Kada je jako lokalizirani izvor blizu tijela, usklađenost s ELV-ovima mora se određivati dozimetrijski.

Direktiva u napomenama B.1-3. i B.2-3. Priloga II. za netoplinske učinke navodi:

„AL-ovi predstavljaju maksimalne izračunane ili izmjerene vrijednosti na položaju tijela radnika. Rezultat toga je konzervativna procjena izloženosti i automatska usklađenost s ELV-ovima u svim uvjetima nejednolike izloženosti. Kako bi se olakšala procjena usklađenosti s ELV-ovima u posebnim nejednolikim uvjetima, provedena u skladu s člankom 4., u praktičnim vodičima navedenima u članku 14. propisat će se kriteriji za prostorno uprosječivanje izmjerenih polja na temelju ustanovljene dozimetrije. U slučaju jako lokaliziranog izvora na udaljenosti od nekoliko centimetara od tijela, inducirano električno polje odredit će se dozimetrično, od slučaja do slučaja.”

Direktiva u napomeni B.1–3. Priloga III. za toplinske učinke navodi:

„AL-ovi (E) i AL-ovi (B) predstavljaju maksimalne izračunane i izmjerene vrijednosti na položaju tijela radnika. Rezultat toga je konzervativna procjena izloženosti i automatska usklađenost s ELV-ovima u svim uvjetima nejednolike izloženosti. Kako bi se olakšala procjena usklađenosti s ELV-ovima u posebnim nejednolikim uvjetima, provedena u skladu s člankom 4., u praktičnim vodičima navedenima u članku 14. propisat će se kriteriji za prostorno uprosječivanje izmjerenih polja na temelju ustanovljene dozimetrije. U slučaju jako lokaliziranog izvora na udaljenosti od nekoliko centimetara od tijela, usklađenost s ELV-ovima odredit će se dozimetrično, od slučaja do slučaja.”

D.2.2.1. Maksimalna vrijednost polja

To je najjednostavniji način procjene usklađenosti s ograničenjima navedenim unutar Direktive, no to je i metoda koja predstavlja najkonzervativniju procjenu izloženosti radnika polju. Ne provodi se prostorno uprosječivanje. Mjerenje ili izračun neometanog polja, tj. polja bez nazočnosti radnika, provodi se na mjestu unutar prostora koji zauzima radnik gdje polje ima maksimalnu vrijednost. Polje se procjenjuje bez nazočnosti radnika jer nazočnost radnika može, u određenim situacijama izloženosti, narušiti vrijednost polja. Uzmite u obzir da je na niskim frekvencijama samo električno polje pod utjecajem prisutnosti radnika. Ljudi su nemagnetizirani i inducirane struje nisu dovoljne za utjecaj na polje.

ICNIRP (2010) navodi u odjeljku „Prostorno uprosječivanje vanjskih električnih i magnetskih polja”:

„Referentne razine određene su za uvjete izloženosti gdje je varijacija električnog i magnetskog polja nad prostorom koji zauzima tijelo relativno mala. No u većini slučajeva udaljenost od izvora polja toliko je mala da je distribucija polja nejednolika ili lokalizirana na mali dio tijela. U tim slučajevima mjerenje maksimalne snage polja u položaju prostora koji zauzima tijelo uvijek rezultira sigurnom, iako jako konzervativnom procjenom izloženosti.”

D.2.2.2. Prostorno uprosječivanje

Prostorna procjena polja za nejednoliku izloženost može se provesti na različite načine. Tri najčešće korištena pristupa su, počevši s najsloženijim, prostorno uprosječivanje polja preko

- volumena koji zauzima radnik ili dio radnika;
- područja poprečnog presjeka koje zauzima radnik ili dio radnika;
- linije u području koje zauzima radnik ili dio radnika.

Pojedinosti o ovim pristupima mogu se pronaći u raznim međunarodnim normama i smjernicama, primjerice IEEE C95.3 (2002.), CENELEC EN 50357 (2001.), IEC 62226 (2001.), IEC 62233 (2005.), IEC 62110 (2009.). Što je postupak uprosječivanja složeniji, to je bolje usklađivanje nejednolikog polja. Međutim, prihvaćeno je da za potrebe procjene sukladnosti određivanje vrijednosti polja preko određenog volumena ili područja može biti teško jer ti pristupi zahtijevaju mnogo točki uzorkovanja. Metode uprosječivanja linija mogu pružiti valjan prikaz nejednolikog magnetskog polja i stoga se preporučuju u sljedećim odjeljcima.

(a) Izloženost električnim i magnetskim poljima između 1 Hz i 10 MHz

Prostorno uprosječene vrijednosti jakosti električnog polja (E_{avg}) ili gustoće magnetskog toka (B_{avg}) moraju se izračunati pomoću sljedećih formula:

$$E_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{(Jednadžba 1.)}$$

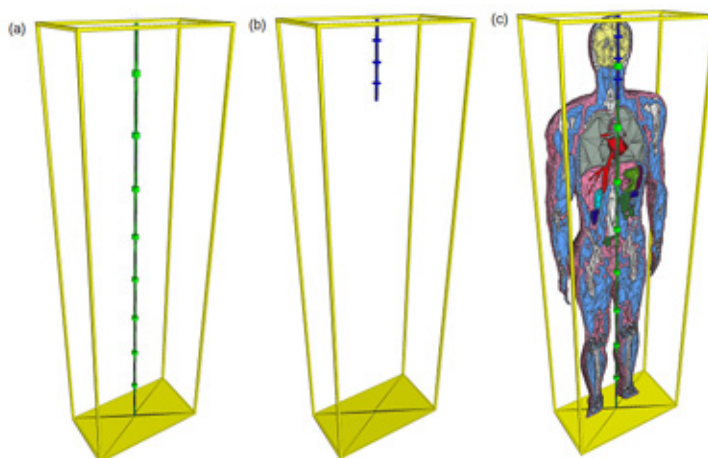
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(Jednadžba 2.)}$$

gdje n predstavlja broj lokacija, E_i je jakost električnog polja, a B_i gustoća magnetskog toka, izmjerene na lokaciji i^{th} .

Položaj linije preko koje se polje treba uprosječivati ovisi o tome uspoređuje li se rezultirajuća prostorno uprosječena vrijednost s niskom, visokom ili vrijednosti upozorenja za ekstremitete. Visoki AL-ovi služe za zaštitu od stimulacije perifernih živaca u glavi i trupu. Stoga, ako se nastoji vrijednost E_{avg} ili B_{avg} usporediti s visokim AL-om, obično će biti dovoljno jednostavno linearno skaniranje polja iznad visine glave i trupa kroz središte određenog područja. Niski AL-ovi predstavljeni su radi zaštite od učinaka na osjetila u središnjem živčanom sustavu u glavi. Stoga, ako se nastoji vrijednost E_{avg} ili B_{avg} usporediti s niskim AL-om, obično će biti prikladno jednostavno linearno skaniranje polja iznad visine glave kroz središte određenog područja. Konačno, AL-ovi za ekstremitete služe za zaštitu od stimulacije živaca u ekstremitetima. Stoga, ako se nastoji vrijednost B_{avg} usporediti s niskim AL-om, obično će biti dovoljno jednostavno linearno skaniranje polja iznad visine ekstremiteta kroz središte određenog područja.

Preporučuje se da će obično biti dovoljan prosjek niza od najmanje tri mjerenja, provedenih jednolikim uzorkovanjem za prostorno uprosječivanje iznad glave, glave i trupa ili područja ekstremiteta. Dodatna mjerenja polja, primjerice ona koja se dobiju uporabom opreme za zapisivanje podataka ili prostorno uprosječivanje, prihvatljiva su i pružila bi više pojedinosti o prostornoj raspodjeli polja.

Slika D.9. – (a) prostorno uprosječivanje polja preko vertikalne linije u području koje zauzima radnik; (b) prostorno uprosječivanje polja preko vertikalne linije u području radnikove glave; (c) točke uprosječivanja s presjekom radnika na mjestu



(b) Izloženost električnim i magnetskim poljima između 100 kHz i 300 GHz

Prostorno uprosječene vrijednosti jakosti električnog polja (E_{avg}), gustoće magnetskog toka (B_{avg}) i gustoće snage (W_{avg}) moraju se izračunati s pomoću sljedećih formula:

$$E_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n E_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Jednadžba 3.)}$$

$$B_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n B_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Jednadžba 4.)}$$

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{(Jednadžba 5.)}$$

gdje n predstavlja broj lokacija, E_i je jakost električnog polja, B_i gustoću magnetskog polja, a W_i gustoću snage, izmjerene na lokaciji i^{th} .

AL-ovi za izloženost električnim i magnetskim poljima između 100 kHz i 300 GHz služe za zaštitu od štetnih učinaka na zdravlje zbog zagrijavanja u tijelu. Stoga, ako se nastoji vrijednost E_{avg} ili B_{avg} usporediti s AL-om za toplinske učinke, obično će biti dovoljno jednostavno linearno skaniranje polja u vertikalnoj liniji s jednolikim uzorkovanjem od razine tla do 2 m visine, kroz središte određenog područja.

Preporučuje se da za većinu situacija izloženosti obično mora biti dovoljan prosjek niza od najmanje deset mjerenja, provedenih jednolikim uzorkovanjem za prostorno uprosječivanje iznad visine radnika. Lokacije mjerenja jakosti polja prikazane su kao zelene kocke na slici D.9. (a). Dodatna mjerenja jakosti polja, primjerice ona koja se dobiju uporabom opreme za zapisivanje podataka ili prostorno uprosječivanje, prihvatljiva su i pružila bi više pojedinosti o prostornoj raspodjeli polja.

Mjerenja se u ovim situacijama moraju provesti sa sensorima polja koji su postavljeni na najmanje 0,2 m udaljenosti od predmeta ili osobe da bi se izbjegli učinci spajanja polja. Uzmite u obzir da će i prostorno uprosječene vrijednosti ovisiti o prostornim karakteristikama radiofrekventnih magnetskih polja u odnosu na položaj izloženog radnika.

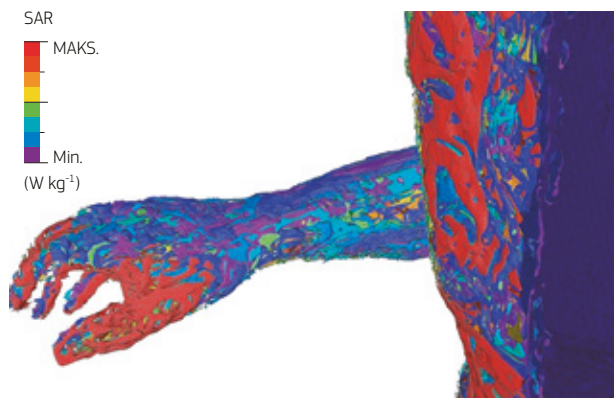
D.2.2.3. Dozimetrična procjena za izravnu usporedbu s ELV-ovima

Kada je izvor elektromagnetskog polja udaljen nekoliko centimetara od tijela,

Direktiva predlaže da se sukladnost mora odrediti dozimetrično za izravnu usporedbu s ELV-ovima.

Određivanje induciranih električnih polja unutar tijela na niskim frekvencijama, ili SAR-a i gustoće snage na visokim frekvencijama može se točno provesti jedino brojčanim izračunima. Postupak za izračunavanje unutarnjih količina doze naveden je u prethodnim odjeljcima ovog dodatka. Primjer dozimetrične procjene pomoću brojčanih izračuna prikazan je na slici D.10.

Slika D.10. – Određivanje količina doze, u ovom slučaju SAR-a u ruci i torzu od izloženosti nezaštićenom kabelu, za izravnu usporedbu s ELV-ovima. Direktiva predlaže da ovaj pristup predstavlja sukladnost za jako lokalizirane izvore elektromagnetskog polja unutar nekoliko centimetara od tijela



D.2.2.3.1. Temeljni pojmovi dozimetrije

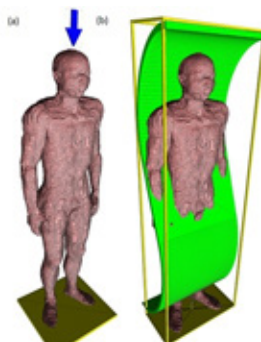
Pojam i preciznost tehnika procjene nejednolike izloženosti mogu se ispitati s pomoću primjera.

(a) Primjer 1.: prostorno uprosječivanje polja od izloženosti reflektiranome ravnom valu

Kada reflektirani elektromagnetski val interferira s nadolazećim valom, može nastati stojni val. Na nekim se lokacijama intenzitet polja poništava, dok se na maksimalnoj vrijednosti stojnog vala električno polje udvostručuje. Ta je situacija prikazana na slici D.11.

Ovdje je radnik odozgo izložen vodoravno polariziranom polju koje je usmjereno od prednje prema stražnjoj strani. Val se reflektira od vodljive vodoravne ravnine natrag u područje koje zauzima radnik. Ako se provede jedno mjerenje u ovom području, dobila bi se vrijednost između nule i maksimalne vrijednosti polja. Stoga je vrlo vjerojatno da bi ova jedna izmjerena vrijednost polja bila nereprezentativna za situaciju izloženosti. Slika D.12. prikazuje rezultate izloženosti radnika tome stojnom valu na 200 MHz. Može se dogoditi da lokaciju apsorpcije uglavnom određuje položaj bregova i dolova stojnog vala.

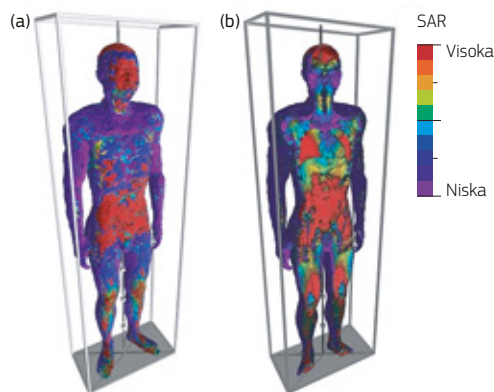
Slika D.11. – Primjer 1.: Model čovjeka koji je izložen elektromagnetskom polju koje se reflektiralo natrag u područje koje zauzima čovjek. To je područje prikazano kao žuta kućica. Stojni val označen je zelenom bojom



$$E_{spa} = \left[\frac{\int E^2(z) dz}{\int dz} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Jednadžba 6.)}$$

Integral u jednadžbi 6. daje precizan odgovor na linearno uprosječenu vrijednost polja u području koje zauzima radnik.

Slika D.12. – Primjer 1. grafikoni SAR-a: raspodjela SAR-a u (a) cijelom tijelu i (b) presjecima modela čovjeka izloženog vodoravno polariziranom električnom polju koje je usmjereno od prednje strane prema stražnjoj strani, iradijacija ravnog vala na 200 MHz odozgo pod uzemljenim uvjetima



Budući da se za izračun prostorno uprosječenog polja koristi određen broj mjerenja, bilo bi za očekivati da što se više mjerenja provede, to će vrijednost biti bliža ispravnom rješenju izračunanom s pomoću integrala. To je uglavnom točno, međutim, za procjenu sukladnosti dovoljno je otprilike deset mjerenja. Razlike između ispravne vrijednosti prostorno uprosječenog električnog polja i vrijednosti izračunane pomoću x mjerenja obično su niske, čak i kada je provedeno samo nekoliko mjerenja. Iznimka je kada se čvor stojnog vala nalazi blizu izmjerene vrijednosti.

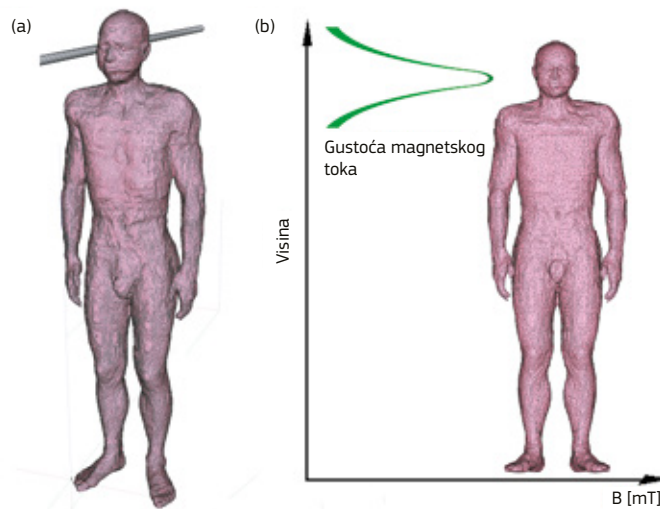
Iako se prostorno uprosječeno polje može prikazati pomoću deset mjerenja, veći broj mjerenja pružit će precizniju vrijednost prostorno uprosječenog polja. Stoga bi se preporučila, ako je moguće, uporaba moderne opreme za mjerenja koja ima sposobnost provesti slijed od 200 do 300 mjerenja duljinom tijela (npr. sonda koja se pomiče 10 sekundi s brzinom zapisivanja od 32 podatkovne točke u sekundi izvodi 320 mjerenja) jer očito s brojem mjerenja raste i stupanj preciznosti.

Kada se izvor elektromagnetskog polja nalazi blizu tijela, popratno polje u području koje zauzima tijelo može biti nejednoliko. Primjer toga je žica koja se nalazi blizu glave (slika D13)

(b) Primjer 2.: Prostorno uprosječivanje polja od izloženosti žici na 50 Hz

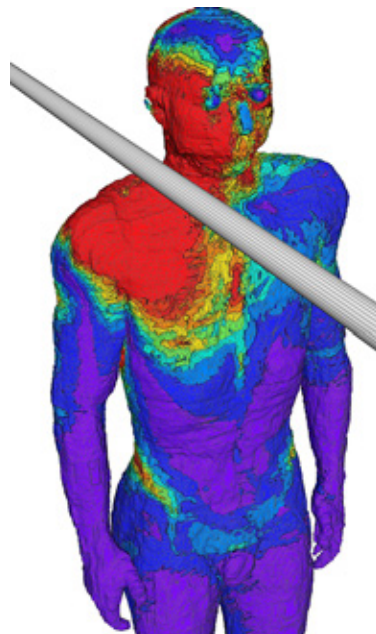
Slika D.14. prikazuje raspodjelu induciranoga električnog polja za izloženost ravnoj žici na 50 Hz na razini glave. Kao što se može vidjeti, apsorpcija elektromagnetskog polja prilično je lokalizirana u području glave i ramena tijela.

Slika D.13. – Primjer 2.: (a) model čovjeka izložen ravnoj žici (b) varijacija polja nastala visinom



Istraživanje je pokazalo da je preporuka za izradu triju mjerenja dovoljna u rasponu izrazito niskih frekvencija za lokalizirane izvore. Razlika između uporabe triju točaka iznad područja glave i beskonačnog broja točaka za ovaj primjer s 50 Hz je otprilike 8 %. Razlika se, po želji, očito može popraviti izvođenjem većeg broja mjerenja u vertikalnoj liniji s jednolikim uzorkovanjem.

Slika D.14. – Primjer 2.: Raspodjela induciranog električnog polja od izloženosti žici na 50 Hz koja se nalazi blizu glave





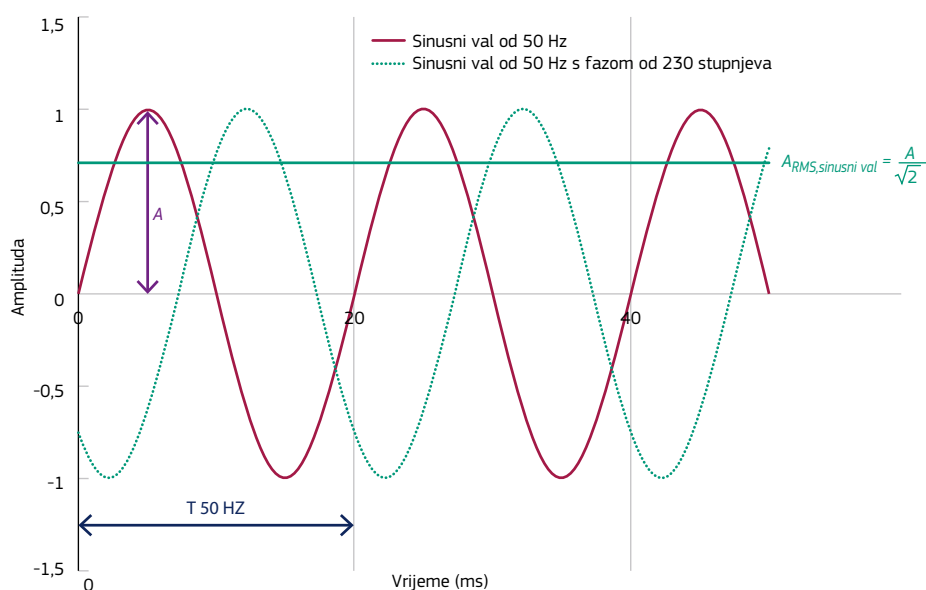
Ključna poruka: prostorno uprosječivanje

Za potrebe prostornog uprosječivanja obično će biti prikladne tri mjerne točke za procjene izloženosti niskim frekvencijama ili deset mjernih točaka za radiofrekventna mjerenja. Poboljšanje preciznosti postaje postupno manje sa svakom dodatnom mjernom točkom, stoga općenito nije potrebno koristiti više od deset točaka. Ako je prostorno uprosječivanje preko linije teško za situaciju izloženosti, mora se uporabiti jedna maksimalna izmjerena jakost polja.

D.3. Procjena izloženosti višestrukim frekvencijama

Kao što je navedeno u poglavlju 3. i Dodatku A, vanjska vremenski promjenjiva električna i magnetska polja niskih frekvencija induciraju unutarnja električna polja. Varijacije polja unutar vremenskih intervala opisuju se u obliku valnih oblika. Kada je riječ o vanjskom polju koje je opisano jednostavnim sinusnim valom (slika D.15.), inducirano električno polje u tijelu proporcionalno je amplitudi vanjskog polja i njegovoj frekvenciji.

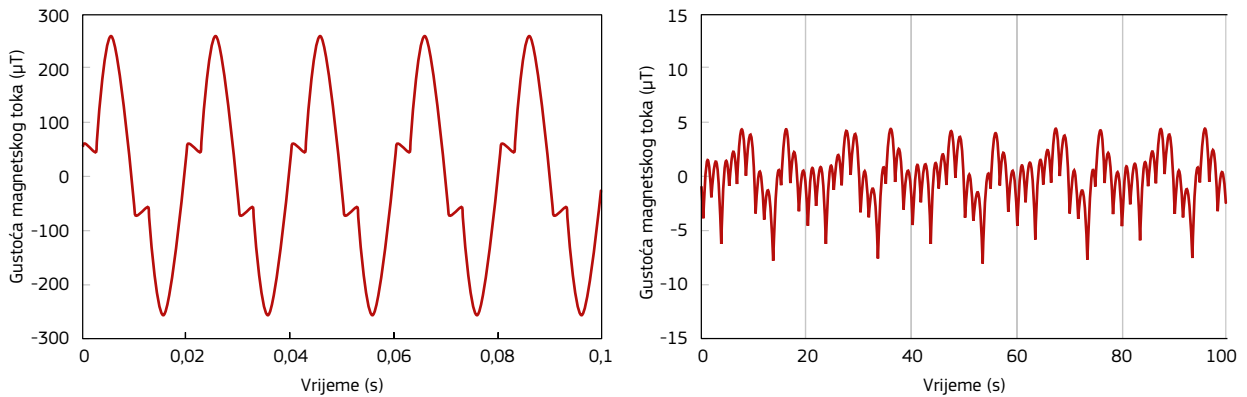
Slika D.15. – Sinusni val od 50 Hz. Sinusni valovi su periodični i imaju frekvenciju f koju određuje $1/T$, gdje je T period valnog oblika (npr. $T = 20$ ms za sinusni val od 50 Hz). Efektivna vrijednost (RMS) sinusnog vala dobiva se kada se vršna amplituda podijeli s $\sqrt{2}$. Učinak faze sinusnog vala je njegovo pomicanje po vremenskoj osi



Izvori električnih i magnetskih polja ispod 10 MHz često prikazuju valne oblike koji se razlikuju (katkad značajno) od savršenog sinusnog vala (slika D.15.), ali su bez obzira na to periodični (slika D.16). Drugim riječima, valni oblik se ponavlja kroz vrijeme. Takvi složeni valni oblici su zbroj niza sinusnih valova s različitim frekvencijama, koji se uobičajeno nazivaju spektralnim komponentama. Za svaki valni oblik, svaka od tih spektralnih komponenti opisana je amplitudom i fazom. Radi analogije, svaka se boja može rastaviti u različite količine primarnih boja (crvenu, zelenu i plavu). Boja predstavlja valni oblik, crvena, zelena i plava spektralne komponente, a intenzitet svake primarne boje predstavlja amplitudu svake spektralne komponente. Spektar valnog oblika omogućuje spektralne informacije (frekvencije, amplitude, faze) i obično

se dobiva izvođenjem Fourierove analize valnog oblika, ili njegova izravnog mjerenja uskopojasnim uređajima (doduše, ovo posljednje možda neće omogućiti fazne informacije).

Slika D.16. – Primjer složenih valnih oblika gustoće magnetskog polja koji se nalaze oko sustava za otkrivanje pukotina. Na desnoj strani je okomitim isprekidanim linijama rešetke označena periodičnost od 20 ms



D.3.1. Netoplinski učinci (> 1 Hz do 10 MHz)

Procjena usklađenosti s AL-ovima (i ELV-ovima) u području niske frekvencije (ispod 10 MHz) može se izvesti na različite načine, s tim da su neke metode konzervativnije od drugih, ali su jednostavnije za izvođenje.



Ključna poruka: Procjena višestrukih frekvencija

Metoda ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni je referentna metoda koju preporuča Direktiva o elektromagnetskim poljima, no mogu se uporabiti i alternativne metode, kao što je metoda višestrukih frekvencija opisana u odjeljku D.3.1.2., pod uvjetom da daju donekle jednake (ili konzervativnije) rezultate.

D.3.1.1. Metoda ponderirane vršne vrijednosti

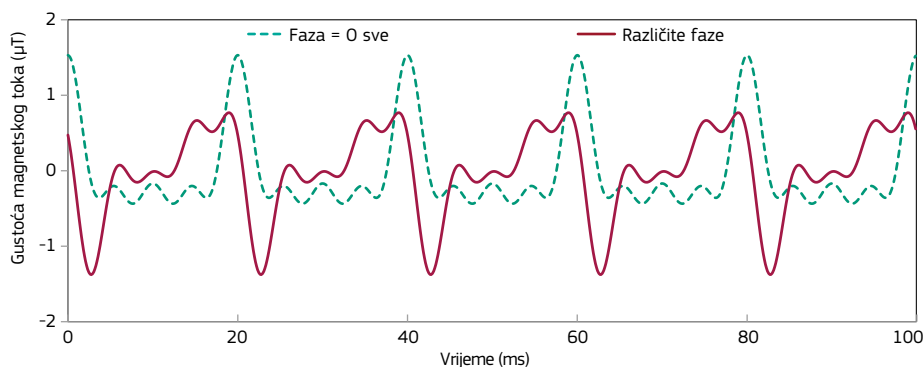
Metoda ponderirane vršne vrijednosti (WPM) je metoda koja uzima u obzir i amplitudu i faze spektralnih komponenata koje sačinjavaju signal (vidjeti sliku D.17. za učinak spektralnih faza na indeksu valnih oblika i izloženosti). Metoda se naziva metodom ponderirane vršne vrijednosti zbog toga što se valni oblik ponderira pomoću AL-ova koji ovise o frekvenciji, a vršna amplituda ponderiranog valnog oblika daje indeks izloženosti. Ponderiranje (ili filtriranje) može se izvesti u frekvencijskoj ili vremenskoj domeni. Metoda je također prikladna za procjenu usklađenosti s graničnim vrijednostima izloženosti za učinke na osjetila i zdravlje (ELV-ovima).



Ključna poruka: indeks izloženosti (EI)

Indeks izloženosti predstavlja uočenu izloženost podijeljenu s graničnom vrijednosti. Ako je indeks izloženosti manji od jedan, izloženost je usklađena.

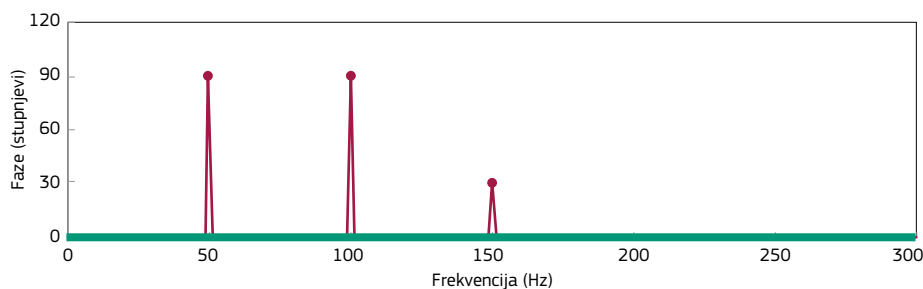
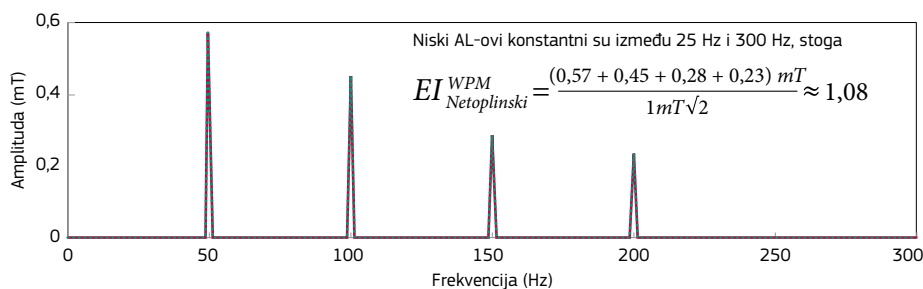
Slika D.17. – Primjer učinka faza spektralnih komponenti na valni oblik (gornji grafikon). Oba se valna oblika sastoje od kosinusnih valova pri 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz, i 200 Hz (donji grafikon). Jedina razlika između dva valna oblika je ta da su za jedan valni oblik sve faze četiriju spektralnih komponenti postavljene na 0 (isprekidana zelena linija), dok su faze triju spektralnih komponenti drugog valnog oblika (crvena puna linija) promijenjene (srednji grafikon)



Niski AL-ovi konstantni su između 25 Hz i 300 Hz, stoga za niske AL-ove vrijedi:

$$\text{Sve faze 0: } EI_{\text{Netoplinski}}^{\text{WPM}} = \frac{1,53 \text{ mT}}{1 \text{ mT}\sqrt{2}} \approx 1,08 \Rightarrow \text{Neusklađeno}$$

$$\text{Različite faze: } EI_{\text{Netoplinski}}^{\text{WPM}} = \frac{1,38 \text{ mT}}{1 \text{ mT}\sqrt{2}} \approx 0,97 \Rightarrow \text{Usklađeno}$$

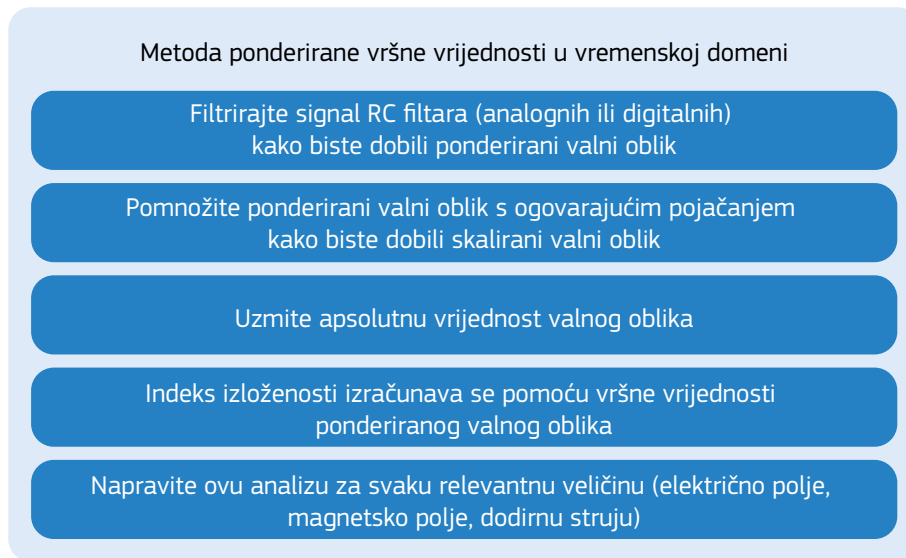


WPM u vremenskoj domeni

Prilikom primjene pristupa ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni, ponderiranje se izvodi pomoću RC filtara s povećanjima koja ovise o frekvenciji i koja odražavaju amplitudu AL-ova i ovisnost o frekvenciji (slika D.18.). Neke manje razlike u amplitudi i fazi prisutne su prilikom korištenja RC filtara za razliku od vrijednosti po dijelovima koje su navedene u Direktivi ⁽¹⁾ (slike D.19. i D.20.), međutim, RC filtri predstavljaju realističnije biološko ponašanje i te su razlike smatraju prihvatljivima prema ICNIRP [ICNIRP, 2010., Jokela, 2000.].

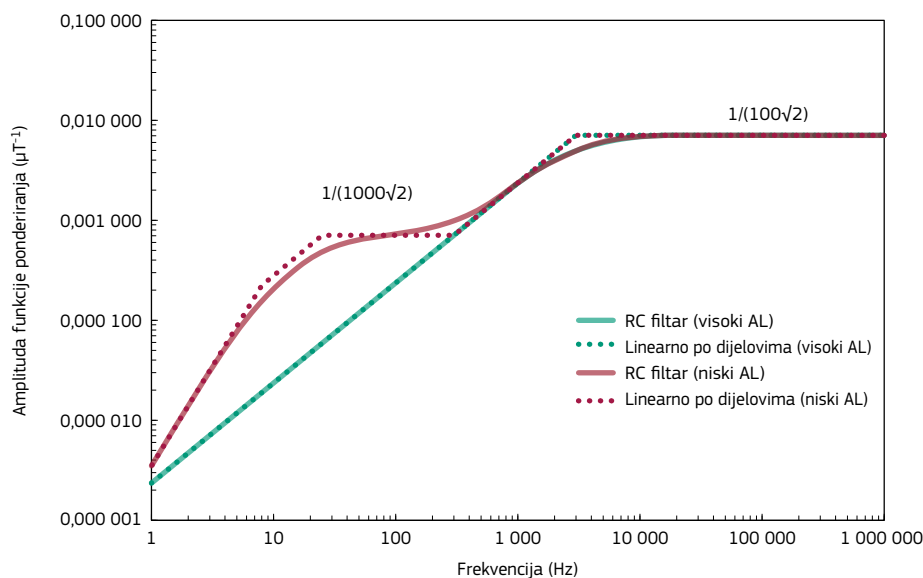
⁽¹⁾ Amplituda filtra po dijelovima prikazana je kao inverzan broj AL-a, a faza po dijelovima filtra prikazana je u jednačbi 7.

Slika D.18. – Koraci izračuna za metodu ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni

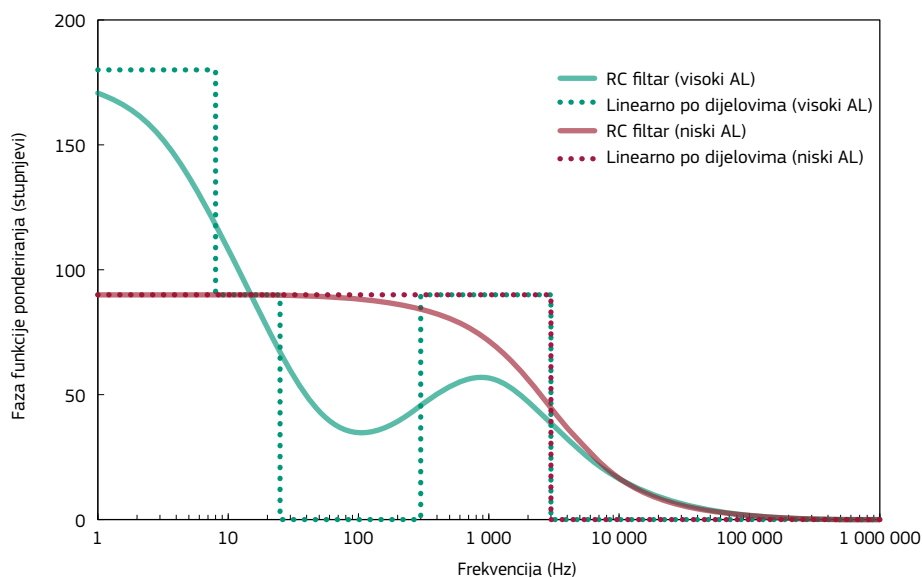


Filtriranje u vremenskoj domeni može se izvesti putem naknadnog procesiranja izmjenog valnog oblika ili digitalno, primjerice nekom komercijalno dostupnom opremom s istom sposobnošću filtriranja (funkcija se ponekad naziva Oblikovana vremenska domena (STD)). Ako se koristi komercijalna oprema, korisnik treba osigurati da oprema koristi odgovarajući skup AL-ova (za razliku od drugih normi za izloženost ili metoda).

Slika D.19. – Amplituda funkcije ponderiranja za WPM Linearne vrijednosti po dijelovima korištene u frekvencijskoj domeni (kako je određeno niže u pododjeljku) i približne vrijednosti (RC filter) korištene u vremenskoj domeni



Slika D.20. – Faza funkcije ponderiranja za WPM Linearne vrijednosti po dijelovima korištene u frekvencijskoj domeni (kako je određeno niže u pododjeljku) i približne vrijednosti (RC filtar) korištene u vremenskoj domeni



WPM u frekvencijskoj domeni

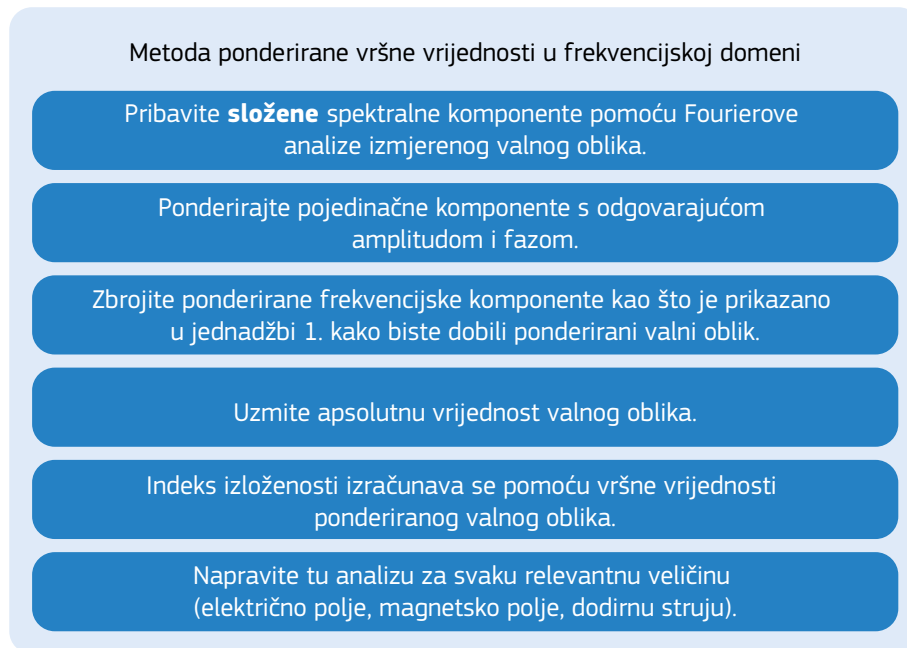
Koraci za obavljanje pristupa ponderirane vršne vrijednosti u frekvencijskoj domeni prikazani su na slici D21, a opisani su u smjernicama ICNIRP-a iz 2010. godine (ICNIRP, 2010.). Za izračun ponderiranog oblika vala, amplituda svake spektralne komponente dijeli se odgovarajućim AL-ovima (ili ELV-ovima ako su ispitivane amplitude unutarnja električna polja), a faza φ_f se dodaje fazi svake spektralne komponente. Ponderirani spektralni podaci zatim se pretvaraju natrag u vremensku domenu pomoću:

$$EI_{non-thermal}^{WP} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_f \frac{|A_f|}{AL_f \sqrt{2}} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{Jednadžba 7.}$$

Pri čemu je $|A_f|$ amplituda (jakost električnog polja ili gustoća magnetskog toka), a θ_f faza spektralne komponente na frekvenciji f , a AL_f je relevantni AL na toj frekvenciji. Faza φ_f je funkcija frekvencije i definirana je u dodatku smjernicama ICNIRP-a iz 2010. godine (ICNIRP, 2010.):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f^{1/2} \\ 90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f^1 \\ 0^\circ, f \text{ or } AL_f = \text{constant} (\propto f^0) \\ -90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f \end{cases} \quad \text{Jednadžba 8.}$$

Slika D.21. – Koraci izračuna za metodu ponderirane vršne vrijednosti u frekvencijskoj domeni



To su vrijednosti po dijelovima iz slike D.20. Kako je gore navedeno, ta je metoda prikladna za provjeru usklađenosti s graničnim vrijednostima izloženosti (ELV-ovima) za učinke na osjetila i zdravlje. Za provjeru usklađenosti s ELV-ovima, $|A_f|$ i θ_f su amplituda i faza induciranih (unutarnjih) električnih polja, a AL-ovi su zamijenjeni ELV-ovima u jednadžbi 7. i 8. Kao i u netoplinskim izračunima, $\sqrt{2}$ se uklanja iz jednadžbe kada se koriste ELV-ovi jer su oni definirani kao vršne vrijednosti, a ne RMS.

D.3.1.2. Alternativna metoda: Pravilo višestrukih frekvencija

Alternativna metoda pristupu ponderirane vršne vrijednosti je pravilo višestrukih frekvencija (MFR), koja je jednostavnija za primjenu, ali konzervativnija od pristupa ponderirane vršne vrijednosti. Ako će izloženost vjerojatno biti blizu AL-ova (ili ELV-ova) na niskim frekvencijama, ova metoda možda neće biti odgovarajuća jer često dovodi do vrlo konzervativne procjene s obzirom da ignorira faze spektralnih komponenti i pretpostavlja da se sinusni valovi spektralnih komponenti poklapaju u isto vrijeme tako da se ukupno polje znatno mijenja s vremenom (ICNIRP, 2010.).

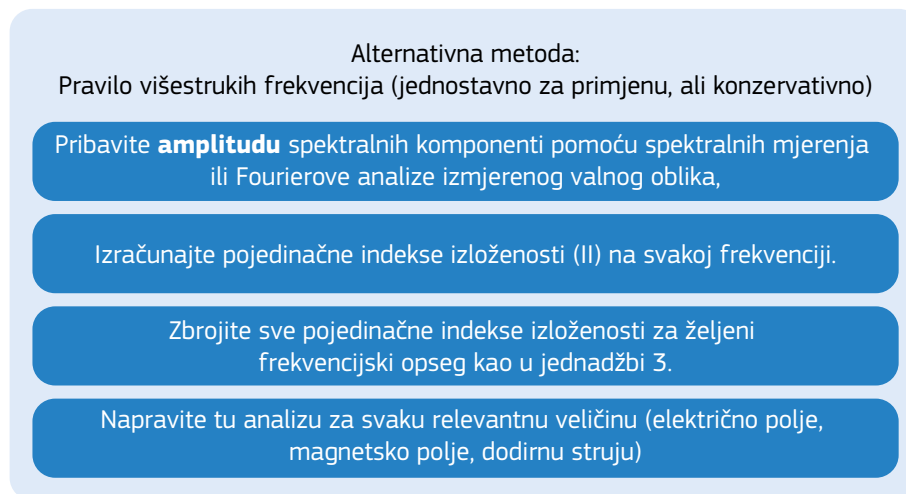
MFR metoda opisana je u jednadžbama 3. i 6. u smjernicama ICNIRP-a (ICNIRP, 2010.), iako treba koristiti AL-ove i ELV-ove umjesto referentnih razina, odnosno osnovnih ograničenja:

$$EI_{non-thermal, X}^{MFR} = \sum_{f=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{X_f}{AL(X)_f} \quad \text{Jednadžba 9.}$$

gdje je X_f amplituda (RMS), na frekvenciji f , izmjerene (ili izračunane) vanjske veličine, a $AL(X)_f$ je relevantna vrijednost upozorenja na frekvenciji f . Relevantni AL znači AL na frekvenciji spektralne komponente, ali također i vrsta AL-a koja je potrebna za procjenu (jakost električnog polja, gustoća magnetskog toka, niski, visoki, dodirni), kako je definirano u tablici B.2. Priloga II. Direktivi. Prilikom procjene u odnosu na ELV-ove, X_f postaje amplituda jakosti inducirano električnog polja (vršna, ne RMS), na frekvenciji f , a

$AL(X)_f$ se zamjenjuje s ELV_f . Slika D.22. prikazuje korake izračuna indeksa izloženosti pomoću metode zbrajanja višestrukih frekvencija.

Slika D.22. – Koraci izračuna za pravilo višestrukih frekvencija



Metoda zbrajanja višestrukih frekvencija je poprilično jednostavna te postoji veliki broj opreme koja može obaviti ovu procjenu automatski prema smjernicama ICNIRP-a. Ta oprema je prikladna za procjenu usklađenosti s AL-ovima sve dok je odgovarajući skup AL-ova učitao na opremu. Metoda je također prikladna za procjenu usklađenosti s graničnim vrijednostima izloženosti za učinke na osjetila i zdravlje (ELV-ovima).

Tablice 5.a do 5.d prikazuju usporedbu indeksa izloženosti pomoću WPM-a u frekvencijskoj domeni i MFR metode, kao i onu pribavljenu izravno korištenjem STD značajke (WPM u vremenskoj domeni) u komercijalno dostupnoj sondi.

Tablica D.5.a – Stroj za točkasto zavarivanje od 50 Hz (50 kVA). Mjerenja su napravljena na udaljenosti od 0,3 m i na visini točke zavarivanja

Metoda	Niski AL-ovi	Visoki AL-ovi	AL-ovi za ekstremitete
MFR ^a	3,18	1,70	0,57
WPM ^a	0,94	0,45	0,15
STD ^b	0,83	0,34	0,13

^a Izračuni su napravljeni u frekvencijskoj domeni iz traga s N=4096, T = 0,84 s (tj. najveća frekvencija uzeta u obzir bila je oko 2 kHz).

^b STD mjerenja napravljena su pomoću opreme s rasponom frekvencija od 1 Hz do 400 kHz.

Tablica D.5.b – Zavarivač od 2 kHz (mjerjenja su napravljena na udaljenosti od 0,33 m od središta klješta za zavarivanje)

Metoda	Niski AL-ovi	Visoki AL-ovi	AL-ovi za ekstremitete
MFR ^a	4,52	3,44	1,15
WPM ^a	1,08	0,81	0,27
STD ^b	-	1,00	-

^a Izračuni su napravljeni u frekvencijskoj domeni iz traga s N=4096, T = 0,5 s (tj. najveća frekvencija uzeta u obzir bila je 4 kHz).

^b STD mjerjenja napravljena su pomoću opreme s rasponom frekvencija od 1 Hz do 400 kHz.

Tablica D.5.c – Transkranijalni magnetski stimulator (TMS)

Metoda	Niski AL-ovi	Visoki AL-ovi	AL-ovi za ekstremitete
MFR ^a	21,88	21,81	7,27
WPM ^a	13,43	13,23	4,41
STD ^b	-	12,22	4,11

^a Izračuni su napravljeni u frekvencijskoj domeni iz traga s T = 5 ms (tj. najveća frekvencija uzeta u obzir bila je 409 kHz).

^b STD mjerjenja napravljena su pomoću opreme s rasponom frekvencija od 1 Hz do 400 kHz.

Tablica D.5.d – Aparat za kolutno zavarivanje od 100 kVa (mjerjenje napravljeno 28 cm ispred i ispod točke zavarivanja)

Metoda	Niski AL-ovi	Visoki AL-ovi	AL-ovi za ekstremitete
MFR ^a	4,30	2,59	0,86
WPM ^a	1,09	0,61	0,20
STD ^b	1,13	0,59	0,16

^a Izračuni su napravljeni u frekvencijskoj domeni iz traga s T = 333 ms (najveća frekvencija uzeta u obzir bila je 6,1 kHz).

^b STD mjerjenja napravljena su pomoću opreme s rasponom frekvencija od 1 Hz do 400 kHz.

Ako postoje nezanemarive spektralne komponente iznad 100 kHz, toplinske učinke treba razmotriti i procijeniti neovisno o netoplinskim učincima. O njima će biti govora u sljedećem pododjeljku.

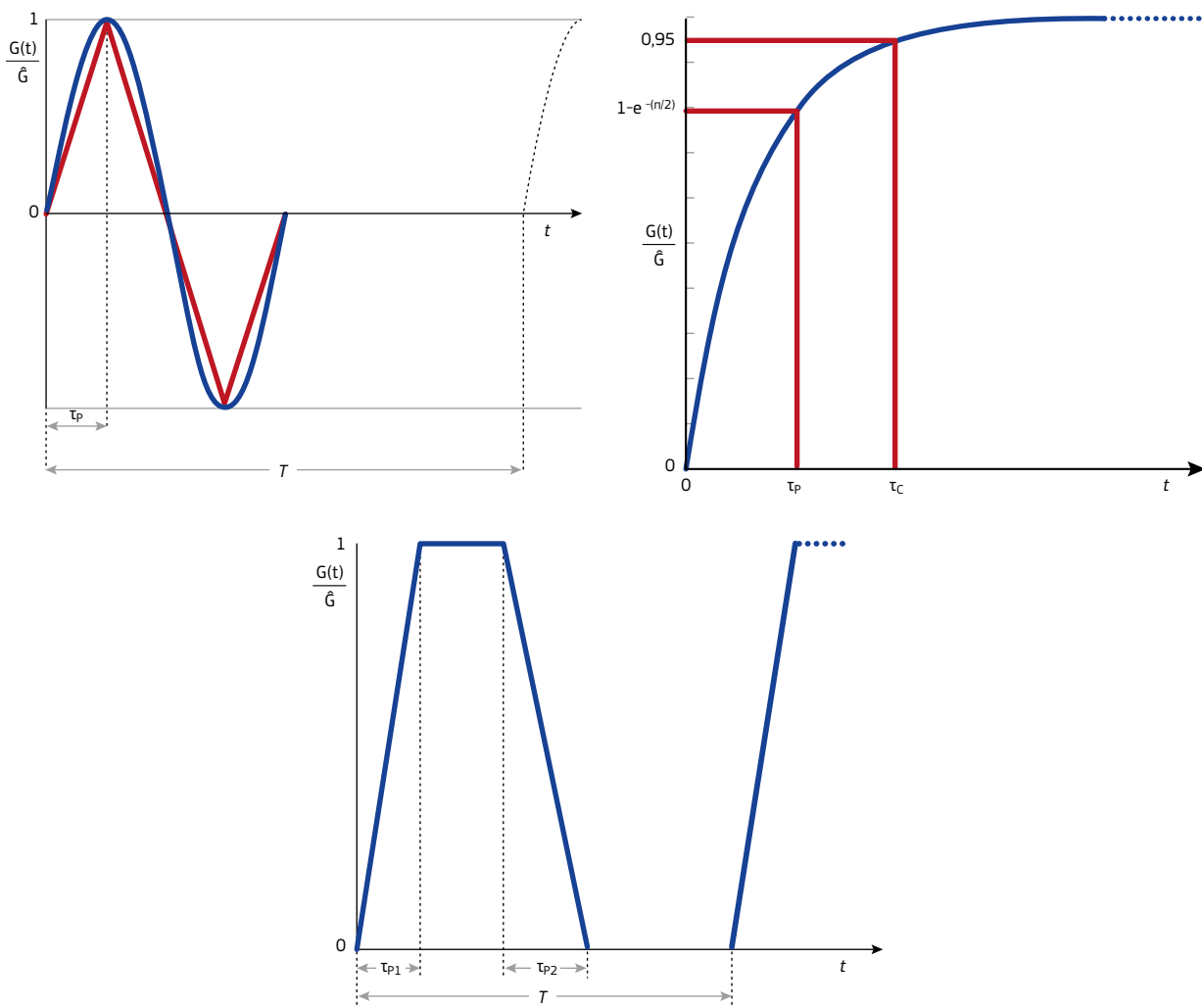
D.3.1.3. Alternativna metoda: Jednostavna procjena na psihološkoj osnovi

Impulsna se polja u vremenskoj domeni mogu odvojiti na dijelove sinusoidnih, trapezoidnih, trokutastih ili eksponencijalnih jednostrukih, višestrukih ili konstantnih komponenti polja (vidjeti sliku D.23.). S obzirom na to, može se provesti pojednostavljena procjena u području niske frekvencije pomoću niže opisanih parametara (Heinrich, 2007.). Metoda se temelji na fiziologiji, posebno na mehanizmu stimulacije, kako slijedi:

1. učinci stimulacije odvijaju se samo ako se prekorači dobro definirani prag;
2. impulsi ispod ovog praga ne mogu stvoriti bilo kakav stimulans čak i ako su jako dugi;
3. ako su impulsi jako kratki, potreban je veći intenzitet.

Postupak procjene uključen je u Propis o prevenciji nezgoda Njemačkoga socijalnog osiguranja od nezgoda (BGV B11, 2001.). Ipak, treba naglasiti da taj propis iz 2001. ne upotrebljava vrijednosti upozorenja i granične vrijednosti izloženosti nove Direktive 2013/35/EU.

Slika D.23. – Krivulje signala (impulsi) sinusoidnog (gore lijevo), eksponencijalnog (gore desno) i trapezoidnog ili trokutastog (dolje) oblika



Polja povezana s tom vrstom krivulja signala (slika D23) opisana su dodatnim parametrima kako slijedi:

G	Umjesto količine G upotrijebite jakost električnog polja E , jakost magnetskog polja H ili gustoću magnetskog toka B . $G(t)$ označava vremensku funkciju, a \hat{G} vršnu vrijednost.
T	Trajanje impulsa ili širina impulsa sa sljedećim prekidom
τ_p	Vremensko trajanje promjene polja za sinusoidne, trokutaste ili trapezoidne krivulje signala od nula do pozitivne ili negativne vršne vrijednosti, odnosno od pozitivne ili negativne vršne vrijednosti do nule. Ispitivanje τ_p za eksponencijalne signalne krivulje bit će izvedeno prema gore navedenom dijagramu. Ako se pojedina vremenska trajanja τ_{pi} razlikuju, onda sve te vrijednosti τ_{pi} treba uključiti u daljnje izračune.

T_I	Vrijeme ispitivanja, gdje je $T_I = \begin{cases} T & \text{where } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{in all other cases} \end{cases}$
τ_{Pmin}	Najmanja vrijednost za sva vremenska trajanja τ_{Pi} : $\tau_{Pmin} = \min_i(\tau_{Pi})$
τ_C	Pomoćna količina za definiranje eksponencijalnih krivulja signala. Ako se pojedina vremenska trajanja τ_{Ci} razlikuju, onda sve te vrijednosti τ_{Ci} treba uključiti u daljnje izračune.
τ_D	Zbroj vremena svih promjena polja i tijekom vremenskog intervala T_I za: – sinusoidne, trokutaste, trapezoidne krivulje signala: $\tau_D = \sum_i \tau_{Pi}$ – eksponencijalne krivulje signala: $\tau_D = \sum_i \tau_{Ci}$
f_p	Frekvencija promjene polja, pri čemu je: $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{Pmin}}$
V, V_{maks}	Faktor ponderiranja, maksimalni faktor ponderiranja $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{where } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2,6 & \text{in all other cases} \end{cases}$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Maksimalna vremenska derivacija gustoće magnetskog toka $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \cdot \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Srednja vremenska derivacija gustoće magnetskog toka $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \cdot \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

Tablica D.6. – Vrijednosti upozorenja maksimalne vremenske derivacije gustoće magnetskog toka $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$ u (T/s) prema tablici B.2. Direktive 2013/35/EU

Raspon frekvencije	Niska vrijednost upozorenja	Visoka vrijednost upozorenja	Vrijednost upozorenja za izlaganje ekstremiteta lokaliziranom magnetskom polju
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,8 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,2 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$0,01 \cdot f_p \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$2,7 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,003 \cdot f_p \cdot V$

Tablica D.7. – Vrijednosti upozorenja srednje vremenske derivacije gustoće magnetskog toka u (T/s) prema tablici B.2. Direktive 2013/35/EU, uprosječene kroz vremenski interval τ_p

Raspon frekvencije	Niska vrijednost upozorenja	Visoka vrijednost upozorenja	Vrijednost upozorenja za izlaganje ekstremiteta lokaliziranom magnetskom polju
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,15 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,13 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$1,7 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Granične vrijednosti izloženosti bit će usklađene s onima u Direktivi 2013/35/EU kada se za ovaj postupak primjene vrijednosti upozorenja.

Faktori ponderiranja V , V_{\max} i tablice za vrijednosti upozorenja za ovaj postupak procjene prilagođeni su potrebama Direktive 2013/35/EU.

D.3.2. Toplinski učinci (100 kHz do 300 GHz)

D.3.2.1. Procjena u odnosu na AL-ove

Toplinski su učinci relevantni za elektromagnetska polja sa spektralnim komponentama iznad 100 kHz koje nisu zanemarive, a ukupni EI a toplinske učinke dan je u (ICNIRP, 1998.):

$$EI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,X}^2} \quad \text{Jednadžba 10.}$$

pri čemu je X_f amplituda (RMS) pri frekvenciji f , a X predstavlja jakost električnog polja, gustoću magnetskog toka ili dodirnu struju. $AL(X)_{thermal,X}$ je vrijednost upozorenja za toplinske učinke pri frekvenciji, kako je određeno u tablicama B.1., B.2. i B.3. Priloga III. Direktivi. Pri usporedbi u odnosu na jakost polja, X_f^2 mora biti prosjek kroz razdoblje od šest minuta za frekvencije ispod 6 GHz ili za razdoblje trajanja određeno pomoću $\tau = 68/f^{1.05}$ minutes (pri čemu je f u jedinicama GHz) za frekvencije iznad 6 GHz. Zbroj se za dodirne struje izvršava samo između 100 kHz i 110 MHz, a vremensko uprosječivanje nije potrebno.

Nagib elektromagnetskog valnog oblika ne utječe na zagrijavanje tkiva te se stoga pristup ponderirane vršne vrijednosti ne koristi za procjenu usklađenosti s vrijednostima upozorenja koje su postavljene da bi se izbjegli toplinski učinci.

Za RF impulse s prijenosnim frekvencijama iznad 6 GHz, vršna gustoća snage uprosječena kroz širinu impulsa treba biti ispod 50 kWm², što je 1 000 puta više od AL-a za gustoću snage (tablica B1, Prilog III. Direktivi).

Kao i kod netoplinskih izračuna gdje se vanjska polja znatno razlikuju preko tijela radnika, možda će biti potrebno uključiti prostorno uprosječivanje odgovarajućih razina izloženosti za spomenuti dio tijela u granici koja se primjenjuje. To je obrađeno u prethodnom odjeljku (odjeljak D.2.).

Procjena u odnosu na AL-ove za struje u ekstremitetima (10 MHz – 110 MHz)

Procjena struja u ekstremitetima vrši se istom jednadžbom kao i za električna i magnetska polja, ali se u obzir uzimaju samo frekvencije između 10 MHz i 110 MHz. Uzmite u obzir da $I_{L,f}^2$, kvadrat struje u ekstremitetima pri frekvenciji f , mora biti uprosječen kroz razdoblje od šest minuta.

D.3.2.2. Procjena u odnosu na ELV-ove

Procjena u odnosu na ELV-ove za učinke na zdravlje (100 kHz – 300 GHz)

Kako je opisano u [ICNIRP 1998], indeks izloženosti za toplinske učinke na zdravlje dan je pomoću:

$$EI_{thermal,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad \text{Jednadžba 11.}$$

gdje je

$\langle SAR_f \rangle$ specifična apsorbirana snaga (SAR) pri frekvenciji f , u W/kg, uprosječeno kroz razdoblje od šest minuta.

$ELV(SAR)$ je ELV za specifičnu apsorbiranu snagu (SAR) u W kg⁻¹, kako je naznačeno u tablici A.1. Priloga III. Direktivi.

$\langle S_f \rangle$ je gustoća snage pri frekvenciji f , u Wm⁻², uprosječeno preko bilo kojih 20 cm² izloženog područja i kroz razdoblje dano u $\tau = 68f^{1.05} \text{ minutes}$ (gdje je f u jedinicama GHz).

$ELV(S)$ je ELV za gustoću snage, jednak 50 Wm⁻², kako je naznačeno u tablici A.1. Priloga III. Direktivi.

Za procjenu lokaliziranog SAR-a naspram prosjeka preko cijelog tijela lokalizirani SAR mora biti uprosječen preko 10 g dodirnog tkiva, a tako dobiveni maksimalni SAR treba biti vrijednost korištena u jednadžbi 10. Odjeljak D.2. daje više informacija o uprosječivanju.

Procjena u odnosu na ELV-ove za učinke na osjetila (300 MHz–6 GHz)

Učinci na osjetilo sluha mogu nastati kao rezultat izlaganja glave impulsnom mikrovalnom zračenju s frekvencijom između 300 MHz i 6 GHz. Da bi se izbjegli takvi učinci mora se postići usklađenost s ELV-ovima specifične apsorpcije, pri čemu se indeks izlaganja izračunava kao:

$$EI_{auditory \ ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} SA_f \quad \text{Jednadžba 12.}$$

gdje je

SA_f specifična apsorbirana energija (SA) pri frekvenciji f u glavi, u J kg⁻¹, koja se smatra jednakom maksimalnim uprosječenim vrijednostima preko 10 g tkiva, a $ELV(SA)$ iznosi 10 mJ kg⁻¹.

D.3.3. Assessment of EMFs with frequencies between 100 kHz and 10 MHz

Ondje gdje postoje RF signali s frekvencijama između 100 kHz i 10 MHz, uključujući harmonike osnovnih signala s frekvencijama ispod 100 kHz mora se pokazati usklađenost s ograničenjima i za netoplinske učinke i za toplinske učinke. To se može postići usporedbom unutarnjih vrijednosti polja s relevantnim ELV-ovima, iako je usporedba vanjskih vrijednosti polja s odgovarajućim AL-om uobičajenija.

Slike 6.2. i 6.7. prikazuju koja je procjena potrebna ovisno o rasponu frekvencije izvora (za usklađenost s AL-ovima, odnosno ELV-ovima). U mnogim je slučajevima relevantan samo jedan tip učinaka (toplinski ili netoplinski) zbog karakteristika frekvencije izvora, ali u slučajevima kada je izvor u rasponu frekvencije od 100 kHz do 10 MHz (prikazano crvenom bojom na slikama 6.2. i 6.7.) oba su učinka relevantna te je stoga potrebna i usklađenost s oba, kako je naglašeno u tablici D.8. (za AL-ove).

Primjerice, zamislite okoliš u kojem je izloženost radnika prikazana tako da obuhvaća osnovni signal od 75 kHz zajedno sa značajnim sadržajem harmonika pri 225 kHz, 375 kHz i 525 kHz. Budući da su sve te frekvencije ispod 10 MHz, moraju biti uključene u procjenu indeksa netoplinskog izlaganja za električna polja, za magnetska polja i, gdje je to potrebno, za dodirne struje pri svim identificiranim frekvencijama kroz raspon frekvencije od 1 Hz do 10 MHz. To može uključivati doprinose signala frekvencije snage (50/60 Hz) i odgovarajućih harmonika. Uz to, signali od 225 kHz, 375 kHz i 525 kHz moraju biti uključeni u procjenu indeksa toplinskog izlaganja za taj okoliš budući da se te frekvencije nalaze u frekvencijskom rasponu od 100 kHz do 300 GHz. Sve ostale frekvencije identificirane u tom rasponu moraju također biti unesene u izračun indeksa toplinskog izlaganja. Toplinska usklađenost s AL-ovima može biti procijenjena pomoću vrijednosti jakosti električnog ili magnetskog vanjskog polja, ali procjena indeksa izlaganja za dodirnu struju treba biti učinjena po potrebi. Svi indeksi izlaganja (netoplinski, toplinski i za dodirnu struju) moraju biti ispod jedan. U protivnom se na radnika ili izvor moraju postaviti prepreke da bi se osigurala usklađenost. Ako se usklađenost s AL-ovima ne može dokazati, moguće je da se i dalje može prikazati usklađenost s ELV-ovima, iako troškovi ovog pristupa mogu biti značajniji.

Tablica D.8. – Nepotpuni popis primjera i povezani zahtjevi usklađenosti AL-ova temeljeni na rasponu frekvencije izvora. Kratice i jednadžbe objašnjene su u pododjeljcima u nastavku

Raspon frekvencije izvora	Potrebna mjerenja	Jednadžbe za korištenje	Zahtjevi za usklađenost s AL-ovima	Primjer izvora
1 Hz to 100 kHz	B, E, I_C	Eqn 6 or Eqn 8	$EI_{non-thermal,X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_C\}$ i $M = \{(1) \text{ or } (2)\}$	Elektroenergetski dalekovodi, indukcija magnetskim česticama
100 kHz to 10 MHz	B, E, I_C	Eqn 6 or Eqn 8 and Eqn 9	Isto kao gore, uz: $EI_{thermal,X} \leq 1$ za $X = \{B, E, I_C\}$	Sustav za elektronički nadzor artikala, bazne stanice za radijsko emitiranje s amplitudnom modulacijom, komunikacijski sustavi dalekovoda
10 MHz to 110 MHz	B, E, I_C, I_L	Eqn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ za $X = \{B, E, I_C, I_L\}$	Bazne stanice za radijsko emitiranje s frekvencijskom modulacijom, stroj za zavarivanje plastike
110 MHz to 300 GHz	B, E (ako je u dalekom polju onda B or E)	Eqn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ za $X = \{B, E\}$ (ako je u dalekom polju onda $X = \{B \text{ or } E\}$)	Bazne stanice za mobilnu komunikaciju, vojni radari

Potrebno je naglasiti da su netoplinski učinci trenutačni, dok termoregulacijski proces u tijelu znači da toplinski učinci ovise o trajanju ili iskoristivosti izlaganja. Stoga za procjenu netoplinskih učinaka na zdravlje koristi maksimalno trenutno izlaganje za procjenu, dok za procjenu toplinskih učinaka na zdravlje Direktiva o elektromagnetskim poljima omogućuje izlaganje koje je vremenski uprosječno kroz razdoblje od šest minuta i tijekom razdoblja od $\tau = 68/f^{0.05}$ minutes (gdje je f u jedinici GHz) za frekvencije ispod odnosno iznad 10 GHz. Pri usporedbi u odnosu na jakost polja, gustoća toka ili struje ekstremiteta AL-ova vremensko uprosječivanje treba provesti prema kvadriranim vrijednostima.

D.4. Procjena izlaganja statičkim magnetskim poljima

D.4.1. Uvod

Glavni učinci inducirani kretanjem tijela ili dijelova tijela u statičkom magnetskom polju jesu stimulacija perifernih živaca (PŽS) i prolazni učinci na osjetila poput vrtoglavice, mučnine, metalnog okusa i vizualnih doživljaja poput fosfena mrežnice.

Direktiva o elektromagnetskim poljima postavlja granice za statička polja za dva tipa radnih uvjeta:

- normalno (nekontrolirano); i
- kontrolirano, gdje su donesene preventivne mjere poput kontroliranja kretanja i pružanja informacija radnicima.

Procjena usklađenosti za kretanja u statičkim magnetskim poljima ovisi o radnom okruženju, bilo normalnom ili kontroliranom i o tome trebaju li se razmatrati drugi učinci. Postupak je prikazan u blok-shemi u slici D.24. Usklađenost u normalnim radnim uvjetima osigurava usklađenost u kontroliranim radnim uvjetima. Međutim, u kontroliranim radnim uvjetima, samo se usklađenost s ELV-ovima i AL-ovima koji se bave stimulacijom perifernih živaca mora dokazati.

ELV-ovi prikazani u tablici A.1. u Prilogu II. Direktivi o elektromagnetskim poljima za gustoću vanjskog magnetskog toka odnose se na statička magnetska polja. Kretanje kroz gradijent statičkog magnetskog polja inducira električna polja niske frekvencije unutar tijela. U ovom slučaju ELV-ovi prikazani u tablicama A.2. i A.3. i AL-ovi iz tablice B.2. u Prilogu II. Direktivi o elektromagnetskim poljima mora se koristiti kao temelj za procjenu izlaganja. Objavljene su daljnje smjernice o ograničavanju izlaganja električnim poljima induciranim kretanjem kroz statička magnetska polja (ICNIRP, 2014.). Te smjernice temelje se na najboljim dostupnim dokazima, ali za vrijeme pripreme ovog vodiča nisu bile uključene u Direktivu o elektromagnetskim poljima. Vrijednosti su sažete u tablici D.9.

Smjernice iz ICNIRP-a nisu obvezujuće i koriste se drugačijom terminologijom od Direktive o elektromagnetskim poljima. Osnovna su ograničenja količine koje se ne smiju premašiti i konceptualno su ekvivalentne ELV-ovima u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Referentne su razine konzervativno dobivene iz osnovnih ograničenja, ali su utvrđene u količinama koje se lakše procjenjuje. Referentne su razine konceptualno ekvivalentne vrijednostima upozorenja koje se koriste u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

Tablica D.9. – Osnovna ograničenja i referentne razine za ograničavanje izloženosti pri radu uzrokovane statičkim magnetskim poljima (iz ICNIRP-a, 2014.)

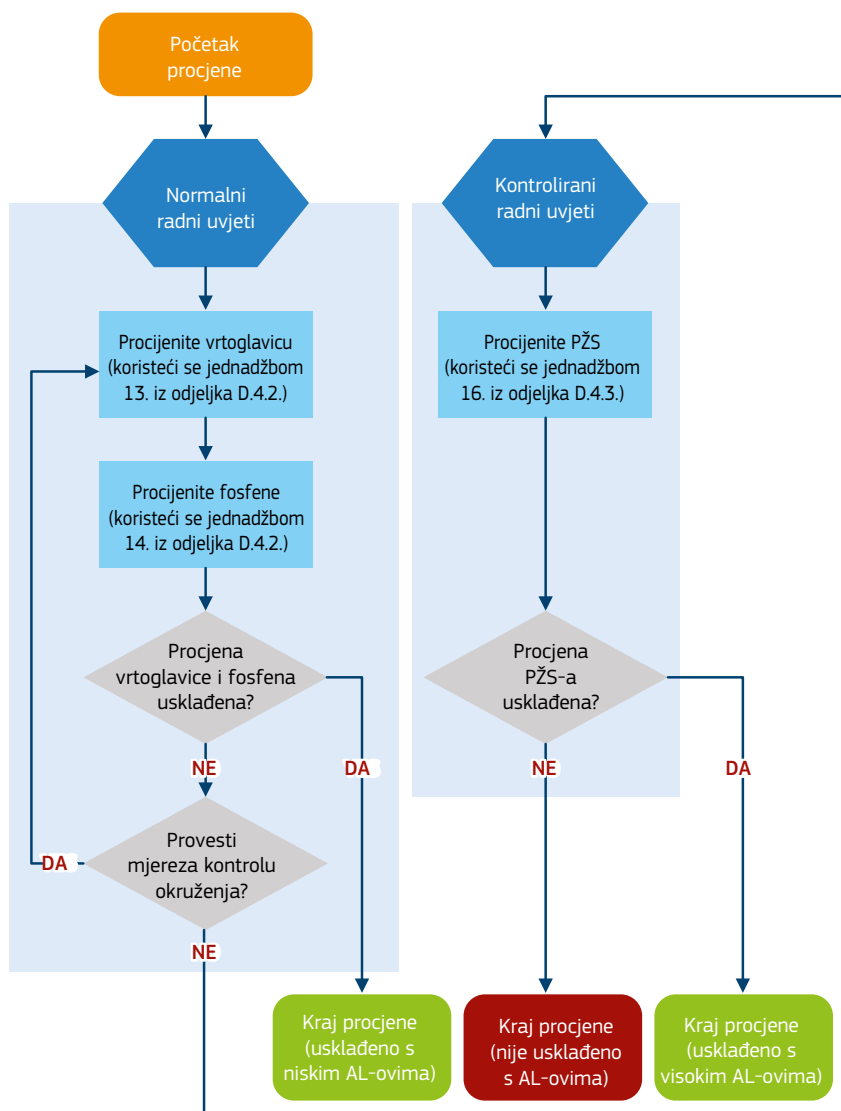
Frekvencija [Hz]	Osnovna ograničenja Jakost unutarnjeg električnog polja (Vm^{-1} (vršno))		Referentne razine Gustoća magnetskog toka derivirana po vremenu (Ts^{-1} (vršno))	
	Učinci na osjetila ¹	Učinci na zdravlje ²	Učinci na osjetila ¹	Učinci na zdravlje ²
0–0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66–1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

N.B.: 1 — Pružena su ograničenja da se umanjuje doživljaj fosfena u normalnim radnim uvjetima.

2 — Pružena su ograničenja da se umanjuje pojavljivanje učinaka na PŽS u kontroliranim radnim uvjetima.

3 — Radi sprječavanja vrtoglavice zbog kretanja u statičkom magnetskom polju, maksimalna promjena gustoće magnetskog toka ΔB preko bilo kojeg razdoblja od tri sekunde ne smije premašiti 2 T. U kontroliranim radnim uvjetima ta se vrijednost može premašiti (ICNIRP, 2014.).

Slika D.24. – Postupci za procjenu usklađenosti u slučaju kretanja u statičkim magnetskim poljima



D.4.2. Normalni radni uvjeti

U normalnim radnim uvjetima ograničenja izlaganja uzrokovanih kretanjem u statičkim magnetskim poljima temelje se na osjetilnim učincima poput vrtoglavice, mučnine i fosfena. Raspon kretanja induciranih polja doseže 25 Hz i mora se uzeti u obzir prilikom odabira ELV-ova osjetilnih učinaka (Prilog II., tablica A.3. u Direktivi o elektromagnetskim poljima) i osnovnih ograničenja iz ICNIRP-a (tablica D.9.). Općenito će biti prikladno usporediti izlaganja s niskim AL-ovima (Prilog II., tablica B.2. u Direktivi o elektromagnetskim poljima) i referentnim razinama ICNIRP-a (tablica D.9.).

Pojava osjetilnih učinaka poput vrtoglavice i mučnine zbog kretanja u statičkom magnetskom polju može se svesti na minimum tako da se u polju kreće što je sporije moguće. Stoga, da se vjerojatnost vrtoglavice i mučnine svede na minimum, promjena gustoće magnetskog toka ΔB tijekom bilo kojeg razdoblja od tri sekunde ne smije prijeći 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T} \quad \text{Jednadžba 13.}$$

Svođenje fosfena na minimum

Radi svođenja doživljaja fosfena na minimum, moraju se koristiti ELV-ovi osjetilnih učinaka (Prilog II., tablica A.3.) i osnovna ograničenja (tablica D.9.) za snagu unutarnjeg električnog polja E_i S obzirom na to da se snaga unutarnjeg električnog polja ne može lako utvrditi, općenito je jednostavnije procijeniti usklađenost koristeći se referentnim razinama (tablica D.9.) i derivacijom niskih AL-ova po vremenu (Prilog II., tablica B.2.).

Električno polje inducirano kretanjem kroz statičko magnetsko polje jest nesinusoidno sa spektrom koji se proteže do 25 Hz. Stoga je potrebno u obzir uzeti frekvenciju dijelova koji su prisutni koristeći se metodom ponderiranog vrha (vidjeti Dodatak D.3.).

Indeks izloženosti za dB/dt dobiven je sljedećom jednadžbom koja se temelji na funkciji ponderiranja ovisnoj o frekvenciji i povezanoj s fazom:

$$EI_{movement}^{phosphene} = \text{Maximum} \left\{ \left[\sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right] \right\} \quad \text{Jednadžba 14.}$$

gdje $|A_f|$ i θ_f predstavljaju amplitudu i fazu spektralne komponente pri frekvenciji derivacije po vremenu gustoće magnetskog toka dB/dt i RL_f je referentna razina osjetilnih učinaka pri toj frekvenciji. Faza φ_f (takozvani fazni kut filtra) funkcija je ovisnosti frekvencije o RL_f i ima vrijednosti od odnosno 90° , 180° i 90° na rasponima frekvencije 0–0,66 Hz, 0,66–8 Hz i 8–25 Hz ako je frekvencija ovisnosti o RL_f is of f^0 . Vrijednosti faze funkcije filtra za dB/dt utvrđene su u dodatku smjernicama ICNIRP 2010 (ICNIRP, 2010) i objašnjene su u Dodatku D.3.

Kada se primjenjuje gore navedena jednadžba radi računanja indeksa izlaganja za dB/dt , valja pridati pozornost činjenici da su referentne razine za vršni dB/dt pružene samo ispod 1 Hz. Iznad 1 Hz AL-ovi su pruženi (Prilog II., tablica B.2.) kao efektivna vrijednost (rms) gustoće magnetskog toka, ali ne kao derivacije po vremenu. Međutim, moguće je koristiti se ovim AL-ovim za računanje ekvivalentnog RL_f za peak dB/dt iznad 1 Hz:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2}\pi f B_{lowAL,rms} \quad \text{Jednadžba 15.}$$

gdje je $B_{lowAL,rms}$ efektivna vrijednost niskog AL-a za gustoću magnetskog toka pri frekvenciji f i $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$ jest konvertirani RL_f za vršni dB/dt pri toj frekvenciji.

D.4.3. Kontrolirani radni uvjeti

Kao što je navedeno gore u odjeljku D.4.2., inducirano električno polje uključuje komponente s frekvencijama do 25 Hz i to je potrebno uzeti u obzir prilikom odabira odgovarajućih ELV-ova za učinke na zdravlje (Prilog II., tablica A.2.) i osnovnih ograničenja (tablica D.9.). Općenito će biti prikladnije usporediti izlaganja s visokim AL-ovima (Prilog II., tablica B.2.) i referentnim razinama učinaka na zdravlje (tablica D.9.).

Sprečavanje stimulacije perifernih živaca

Za sprečavanje stimulacije perifernih živaca, osnovna ograničenja u ICNIRP-a i ELV-ovi za učinke na zdravlje ograničavaju jakost unutarnjeg električnog polja E_i do $1,1 \text{ Vm}^{-1}$. Odgovarajuće referentne razine ICNIRP-a i vremenska derivacija visokih AL-ova imaju vrijednost od $2,7 \text{ Ts}^{-1}$. S obzirom na to da su referentna razina i vremenska derivacija visokog AL-a konstantne u odnosu na frekvencijski raspon interesa, indeks izloženosti izračunava se zbrajanjem spektralnih komponenti pri frekvencijama do 25 Hz bez spektralnog ponderiranja amplitude (faza filtra φ_f postavljena je na nulu za sve spektralne komponente), uzimajući u obzir faze spektralnih komponenti za dB/dt :

$$EI_{movement}^{PNS} = \frac{1}{2,7} * \text{Maximum} \left\{ \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right\} \quad \text{Jednadžba 16.}$$

gdje $|A_f|$ i θ_f predstavljaju amplitudu i fazu dB/dt spektralne komponente pri frekvenciji f . Izraz u zagradama u jednadžbi 16. jednak je apsolutnoj vrijednosti dB/dt valnog oblika (tako da su sve vrijednosti dB/dt pozitivne). Indeks izloženosti izračunava se pomoću vršne vrijednosti ovog valnog oblika podijeljenom s $2,7 \text{ Ts}^{-1}$.

D.5. Razmatranja nepreciznosti

Svrha mjerenja ili izračuna je određivanje „stvarne vrijednosti” ⁽¹⁾ količine koja se ispituje, a bilo kakvo odstupanje može se pripisati nepreciznosti.

Direktiva zahtijeva od poslodavaca da uzmu u obzir nepreciznost i zabilježe je kao dio cjelokupne procjene izloženosti. Članak 4. navodi da „procjena mora uzimati u obzir nepreciznosti koje se odnose na mjerenja i izračune, kao što su numeričke greške, modeliranje izvora, geometrija fantoma i električne značajke tkiva i materijala, određene u skladu s važećom dobrom praksom”.

⁽¹⁾ Sama stvarna vrijednost ima povezanu nepreciznost jer je to procjena temeljena na trenutačnom znanju i podacima.

Jedan od glavnih izazova za poslodavca prilikom izvođenja procjene usklađenosti je dokazivanje točnosti mjerenja i/ili izračuna u odnosu na AL-ove i ELV-ove iz Direktive. Identificiranje izvora nepreciznosti, kvantifikacija njihovih utjecaja i dokazivanje da je određeni utjecaj unutar prihvatljivih granica omogućuje sredstva koja osiguravaju takve dokaze.

Međunarodne norme kao što su ISO/IEC Guide 98-3:2008 dobar su izvor praktičnih savjeta koji se odnose na nepreciznost mjerenja, a CENELEC i druga normizacijska tijela objavila su norme koje opisuju različite opcije dobre prakse za rješavanje nepreciznosti pri uspoređivanju količina elektromagnetske izloženosti s graničnim vrijednostima (vidjeti Dodatak H).

U najboljem slučaju, ukupna nepreciznost trebala bi biti mala u odnosu na razliku između mjerene i/ili izračunane vrijednosti i AL-a ili ELV-a. Ako je nepreciznost vrlo velika, vjerojatnost je da će biti manje pouzdanosti prilikom procjene usklađenosti ili neusklađenosti izloženosti s ograničenjem, i može biti poželjno ponoviti procjenu koristeći se preciznijim metodama i/ili uređajima koji smanjuju nepreciznost.

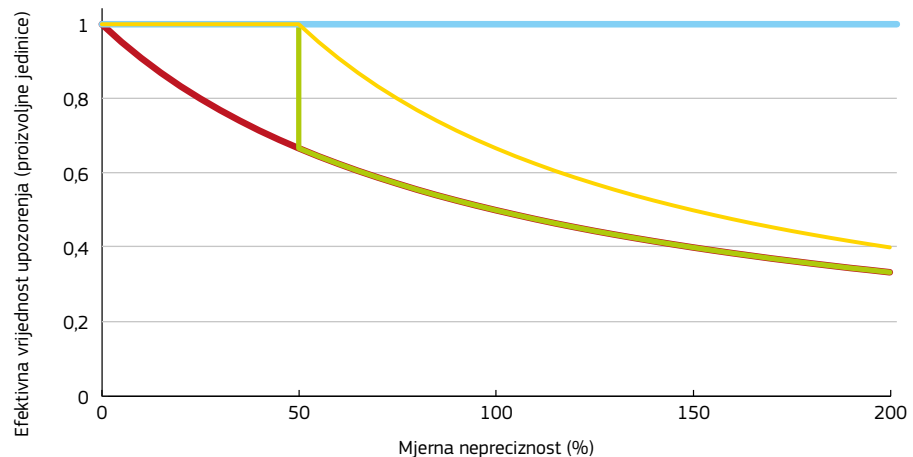
Prepoznana su dva opća pristupa za rješavanje nepreciznosti u procjeni usklađenosti, od kojih svaki ima relativne prednosti i mane. Prvi pristup je izravna usporedba ili pristup „podijeljenog rizika”, u kojem se izmjerena ili izračunata vrijednost uspoređuje izravno s AL-ovima ili ELV-ovima. Drugi pristup je pristup dodavanja u kojem se nepreciznost dodaje mjerenoj ili izračunatoj vrijednosti prije nego što se usporedi s odgovarajućim AL-om ili ELV-om. Dok oba pristupa uključuju pomnivu procjenu nepreciznosti, drugi pristup po svojoj prirodi uključuje transparentniji pristup.

Mogu se koristiti različite kombinacije tih dvaju pristupa, a odabir određenog pristupa vjerojatno će ovisiti o čimbenicima kao što su nacionalni običaji i prakse ili o uvjetima izloženosti. Učinak različitih pristupa prikazan je na slici D.25. Različiti pristupi mogu se opravdati kada nepreciznost nije prevelika, i to na temelju toga što su AL-ovi i ELV-ovi derivirani iz ograničenja koja uključuju faktore smanjenja kako bi se osigurala dostatna „sigurnosna” margina za sprečavanje učinaka na osjetila i na zdravlje.

D.5.1. Nepreciznosti u odnosu na mjerenja

Do nepreciznosti u bilo kojem režimu mjerenja najčešće dolazi zbog kombinacije čimbenika, uključujući sistematsku grešku koja je povezana s učinkovitošću mjernih uređaja i slučajnu grešku do koje može doći zbog načina na koji je mjerenje izvedeno. Važno je znati da se potencijalni izvori greške mogu identificirati i da se maksimalna nepreciznost povezana s njima može kvantificirati. Općenito, kvantitativne procjene nepreciznosti izvode se na dva načina. Mogu biti derivirane iz statističke procjene ponavljanih očitavanja (poznate kao procjene tipa A), ili ih je moguće izvesti koristeći se raznim drugim informacijama kao što su prošla iskustva, potvrde o kalibraciji, specifikacije proizvođača, objavljene informacije, izračuni i zdrav razum (poznate kao procjene tipa B).

Slika D.25. – Usporedba različitih pristupa prilikom rješavanja nepreciznosti. Plava linija ilustrira učinak zanemarivanja nepreciznosti. Crvena linija ilustrira učinak primjene pristupa dodavanja. Zelena linija ilustrira primjer pristupa „podijeljenog rizika”. U tom se slučaju mjerena vrijednost izravno uspoređuje, pod uvjetom da je nepreciznost manja od 50 %. Kad nepreciznost premaši tu vrijednost pristup se mijenja u pristup dodavanja. Žuta linija ilustrira alternativni pristup „podijeljenog rizika”, a kad nepreciznost premaši 50 %, od te točke nadalje se primjenjuje pristup dodavanja



Kada su svi pojedinačni izvori greške identificirani, a rezultati nepreciznosti kvantificirani, kumulativni učinak se tada može izračunati tako da se slijede utvrđena pravila koja upravljaju „povećanjem nepreciznosti”. To će omogućiti procjenu ukupne nepreciznosti povezane s mjerenjem, koja može biti izražena kao „interval pouzdanosti”. Postotak pouzdanosti povezan s intervalom pouzdanosti izračunava se primjenom faktora pokrivenosti, k , koji je povezan sa zvonolikom krivuljom vjerojatnosti. k od 1 odgovara pouzdanosti od 68 %, $k = 2$ odgovara pouzdanosti od 95 %, $k = 3$ odgovara pouzdanosti od 99,7 %.

Procjena mjerne nepreciznosti može biti komplicirana u mnogim radnim okruženjima, a niti jedan pristup nije primjenjiv u svakoj situaciji. Postoje, međutim, različite opće prihvaćene dobre prakse, kao što je uporaba uređaja s niskom mjernom nepreciznošću i osiguravanje sljedivih kalibracija koje se primjenjuju na uređajima (to smanjuje mogućnost pojave sistematičke greške). Dobre tehnike mjerenja, kao što je ponavljanje i uprosječivanje mjerenja tijekom procjene mogu se primjenjivati za smanjivanje mogućnosti pojave slučajne greške.

Mnoge norme za proizvode CENELEC obično prihvaćaju hibridni pristup pri kojem se mjerenje može izravno usporediti s graničnim vrijednostima, pod uvjetom da nije premašena određena maksimalna razina nepreciznosti. Ako je maksimalna razina premašena tada se nepreciznost faktorizira izravno u vrijednosti mjerenja ili granične vrijednosti kako bi se kriterije usklađenosti učinilo strožima i kako bi se kompenzirala pretjerana nepreciznost.

Općenito, maksimalne dopuštene vrijednosti nepreciznosti za mjerenja elektromagnetskih polja imaju isti red veličine kao i vrijednosti točnosti i preciznosti koje se mogu izračunati s pomoću uređaja za mjerenje i postupaka kalibracije koji se uobičajeno koriste.

Tehničke norme omogućuju korisne izvore informacija za kombiniranje različitih elemenata nepreciznosti kako bi se izvršila ukupna procjena. Proračuni nepreciznosti mogu biti koristan alat u procjeni nepreciznosti kod izloženosti elektromagnetskim poljima i o njima se govori u različitim normama proizvoda koji se odnose na elektromagnetska polja. Dobar primjer dostupan je u EN 50413, uobičajenoj normi za

mjerenja koja se može koristiti u situacijama gdje tehnologija ili norma specifična za određenu industriju nije dostupna.

Potreban je oprez prilikom primjene dopuštenog raspona nepreciznosti kako bi se osiguralo da izloženost radnika ne premašuje AL-ove ili ELV-ove iz Direktive. Kao što je navedeno u članku 5. Direktive „Radnici ne smiju biti izloženi vrijednostima iznad ELV-ova za učinak na zdravlje i ELV-ova za učinak na osjetila, osim ako su uvjeti navedeni u članku 10. stavku 1. točkama (a) ili (c) ili članku 3. stavcima 3. ili 4. ispunjeni. Ako se unatoč mjerama koje je poduzeo poslodavac ELV-ovi za učinke na zdravlje i ELV-ovi za učinke na osjetila premaše, poslodavac mora hitno poduzeti korake smanjivanja izloženosti ispod vrijednosti tih ELV-ova.”

D.5.2. Nepreciznosti u odnosu na izračune izloženosti

U odnosu na izračune unutarnje i vanjske izloženosti, izvori numeričkih greški mogu biti brojni ako modeli nisu ispravno postavljeni. Stoga je važno istražiti nepreciznosti povezane s dozimetrijom. Različiti izvori nepreciznosti mogu se grupirati u tri kategorije opisane u sljedećim odjeljcima.

D.5.2.1. Nepreciznosti povezane s numeričkim metodama

Primjer su greške povezane s izračunom unutarnje i vanjske količine doze, kao što je SAR. Vrijednost SAR-a zahtjeva da električno polje u tijelu bude ispravno izračunato u odnosu na jakost i distribuciju SAR-a. Ako je potrebno da vršna prostorna vrijednost bude uprosječna preko određene mase kao što je neprekinuto područje od 10 g određeno u Prilogu III. Direktivi, greške će se pojavljivati ako se SAR procjenjuje preko kocke, primjerice. Ako su granični uvjeti i numerička simulacija ispravno postavljeni, greške će u rješenju biti uvedene putem prikaza artefakata elektromagnetskog polja natrag u računalnu domenu. Dodatno, diskretizacija rješenja, npr. prikaz situacije izloženosti pomoću kocki, može dovesti do grešaka zbog efekta stuba koje mogu uzrokovati značajne probleme prilikom izračuna niskih frekvencija.

D.5.2.2. Nepreciznosti povezane s modelom elektromagnetskog uređaja

Radi simulacije situacije izlaganja, potrebno je izraditi reprezentativni model uređaja koji stvara elektromagnetsko polje. U tim slučajevima, do grešaka u rješenju može doći ako su dimenzije uređaja, položaj, izlazna snaga, značajke emisije, itd. loše označene. Pozicioniranje uređaja posebno je važno ako je izvor polja blizu tijela, obzirom da se polje koje stvara većina uređaja u velikoj mjeri smanjuje s povećanom udaljenošću.

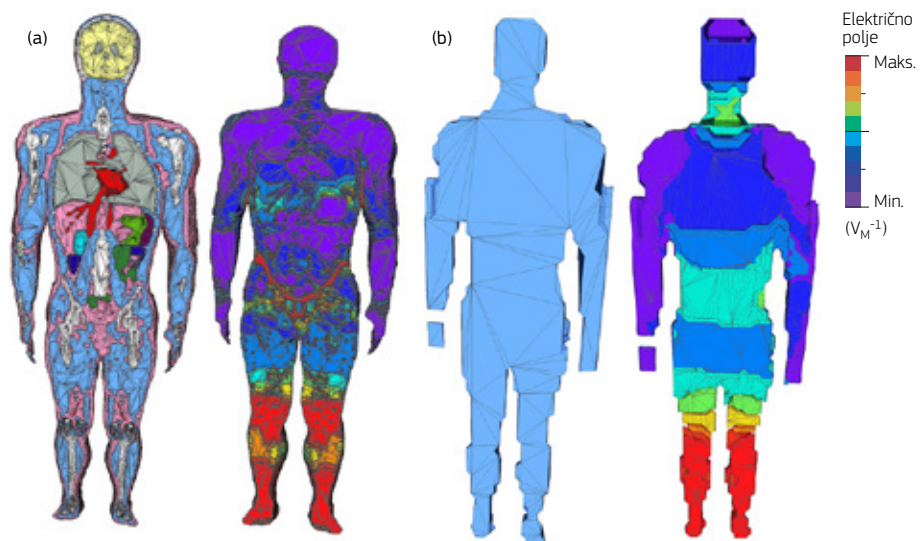
D.5.2.3. Nepreciznosti povezane s modelom ljudskog tijela

Ako model tijela ne reprezentira izloženog radnika u odnosu na anatomiju i držanje itd., u rezultatima može doći do grešaka. Na primjer, jednostavan, homogeni model tijela može proizvesti značajno različite vrijednosti količina unutarnje doze, kao što su inducirana električna polja i SAR-ovi, kada se uspoređuju s izračunima izvedenima s anatomske realističnim heterogenim modelima. Dodatno, ti jednostavni ljudski modeli mogu proizvesti umjetne fenomene kao što je pojava maksimalno lokaliziranog SAR-a ili induciranih polja duboko unutar tijela kada ih se koristi u numeričkim simulacijama (slika D.26.).

Preporučene prakse za smanjivanje stvaranja netočnosti u izračunu količina doza:

- usporedba rezultata dobivenih uporabom drugih numeričkih metoda za istu situaciju izloženosti. Ako se dobiju slični rezultati, to može biti dokaz valjanosti numeričke simulacije koja se koristi za određenu konfiguraciju izloženosti;
- usporedba numeričkih rezultata s mjerenjima. Simulacije vanjskog polja kao što su jakosti električnog i magnetskog polja treba usporediti s izmjerenim vrijednostima, ako postoje, kako bi se dokazala valjanost modela izvora elektromagnetskog polja;
- usporedba rezultata različitih organizacija (međulaboratorijske usporedbe). Usporedbe numeričkih rezultata s drugim objavljenim podacima za istu ili sličnu konfiguraciju izloženosti mogu procjeniteljima omogućiti veći stupanj valjanosti dobivenih rezultata;
- ispitivanja konvergencije. Numeričke metode koje se koriste za izračun količina unutarnje doze u tijelu, često su po prirodi iterativne (npr. metoda FDTD, metoda SPFD, FEM, itd.) i stoga se obično konvergiraju u rješenje. Ako su konvergencija i stabilnost slabi, velika je vjerojatnost da će rezultati dobiveni putem simulacije biti netočni.

Slika D.26. – Distribucija induciranoga električnog polja od izlaganja vanjskom električnom polju od 50 Hz kod (a) razlučivosti od 2 mm, heterogeni ljudski model visoke kvalitete (b) razlučivosti od 16 mm, homogeni ljudski model niske kvalitete. Uporaba homogenih ljudskih modela niske kvalitete, slabe razlučivosti mogu stvoriti greške u rezultatima



Ključna poruka: nepreciznost

Sva mjerenja i izračuni podložni su nepreciznostima i uvijek trebaju biti kvantificirani i uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata. Pristup rješavanja nepreciznosti razlikovat će se ovisno o nacionalnom zakonodavstvu i praksi. Često će to uključivati pristup „podijeljenog rizika”, međutim, neka tijela mogu zahtijevati uporabu pristupa dodavanja.

DODATAK E

NEIZRAVNI UČINCI I RADNICI IZLOŽENI POSEBNOM RIZIKU

Direktiva o elektromagnetskim poljima zahtijeva od poslodavaca da prilikom obavljanja procjene rizika u obzir uzmu i neizravne učinke i radnike izložene posebnom riziku. Međutim, osim triju iznimaka navedenih niže u tablici E.1. (vidjeti odjeljak 6.2. za više podrobnosti), ona ne pruža vrijednosti upozorenja (AL-ove) ili druge smjernice o tome što čini sigurno stanje polja. Taj dodatak pruža dodatno objašnjenje poteškoća pri određivanju sigurnih stanja polja i dodatne smjernice poslodavcima koji trebaju procijeniti rizike za te situacije.

Tablica E.1. – AL-ovi za neizravne učinke s unakrsnim referencama na dodatne detalje u ovom vodiču

AL-ovi za neizravne učinke	Odjeljak
Interferencija statičkih magnetskih polja s aktivnim medicinskim proizvodima	6.2.1.
Privlačenje i rizik od projektila u statičkim magnetskim poljima	6.2.1.
Dodirne struje u vremenski promjenjivim poljima < 110 MHz	6.2.2.

E.1. Neizravni učinci

Neizravni se učinci javljaju kada predmet u elektromagnetskom polju postane uzrokom štetnog učinka na sigurnost ili zdravlje. U Direktivi o elektromagnetskim poljima navodi se pet neizravnih učinaka koje treba uzeti u obzir pri svakoj procjeni rizika:

- interferencija s medicinskim elektroničkim uređajima i proizvodima;
- rizici od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima;
- paljenje elektro-eksplozivnih uređaja (detonatora);
- zapaljenje zapaljivih okruženja;
- dodirne struje.

U obzir također treba uzeti bilo koji drugi neizravni učinak koji bi se mogao pojaviti (vidjeti odjeljak E.1.6.).

Općenito, neizravni učinci pojaviti će se samo u određenim uvjetima i često će biti jednostavno ustanoviti da ti uvjeti ne postoje na određenom radnome mjestu, što znači da je rizik već minimalan. Međutim, ponekad to neće biti slučaj te će u tim situacijama biti potrebna detaljnija procjena.

E.1.1. Interferencija s medicinskim elektroničkim uređajima i proizvodima

Elektromagnetsko polje potencijalno može izazvati interferencije s ispravnim radom medicinskih elektroničkih uređaja na isti način na koji može izazvati interferencije s bilo kojom drugom elektroničkom opremom. Međutim, s obzirom na to da takvi uređaji mogu imati važnu ulogu u liječenju, posljedice interferencije mogu biti ozbiljne.

Od 30. lipnja 2001. svi medicinski elektronički uređaji stavljeni na tržište ili pušteni u uporabu u Europskoj uniji moraju biti usklađeni s bitnim zahtjevima Direktive o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ kako je izmijenjena). U stvarnosti će mnogo uređaja koji su pušteni u uporabu nakon 1. siječnja 1995. također biti usklađeno s Direktivom o medicinskim proizvodima.

Bitni zahtjevi uključuju uvjet da svi proizvodi moraju biti osmišljeni i proizvedeni na način da se uklone ili smanje rizici povezani s razumno predvidljivim uvjetima poput magnetskih polja, vanjskih električnih utjecaja i elektrostatskog izboja.

U praksi proizvođači postižu usklađenost s bitnim zahtjevima Direktive o medicinskim proizvodima proizvodeći proizvode u skladu s prikladnim usklađenim normama. Glavna norma u vezi s otpornošću na interferenciju je EN 60601-1-2, iako zahtjevi mogu također postojati u pojedinim normama. Dok su bitni zahtjevi povezani s otpornošću na elektromagnetska polja jednaki u Direktivi o medicinskim proizvodima i Direktivi o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju (vidjeti niže), tumačenje usklađenih normi nije. Verzije norme EN60601-1-2 do i uključujući 3. izdanje (2007.) zahtijevale su da bitne funkcije uređaja ne budu ugrožene izlaganjem:

- magnetskim poljima frekventijske snage do 3 A/m (3,8 μ T);
- električnim poljima jačine do 3 V/m na frekvencijama od 80 MHz do 2,5 GHz (polja su obično amplitudno modelirana na 1 kHz);
- za uređaje za održavanje života otpornost na jakost električnog polja između 80 MHz i 2,5 GHz povećava se na 10 V/m.

Te vrijednosti pružaju temelj za procjenu potencijala za interferencije s medicinskim elektroničkim uređajima.

Četvrto izdanje (2014.) norme EN60601-1-2 bavi se pitanjem dosljednosti između Direktive o medicinskim proizvodima i Direktive o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju. Od proizvođača zahtijeva da navedu prikladna okruženja za korištenje i povećava razine otpornosti za proizvode namijenjene za korištenje u okolini kućne zdravstvene njege.

Norma također priznaje da bi ostvarivanje tih razina otpornosti bilo teško za uređaje namijenjene za nadzor fizioloških parametara. Iz tog razloga dopušta nižu otpornost za takve uređaje, s očekivanjem da će se koristiti u okruženju sa slabim poljima.

E.1.2. Rizici od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima

U jakim statičkim magnetskim poljima feromagnetski predmeti mogu biti izloženi jakim privlačnim silama koje mogu dovesti do pomicanja predmeta. U pravim okolnostima to pomicanje može predstavljati rizik od projektila. Rizik od pomicanja ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući gradijent magnetskog polja, masu i oblik predmeta te materijal od kojeg je proizveden.

Direktiva o elektromagnetskim poljima navodi AL od 3 mT kojim se sprječava rizik od projektila feromagnetskih predmeta u graničnom polju jakih statičkih magnetskih izvora (> 100 mT).

E.1.3. Paljenje elektro-eksplozivnih uređaja (detonatora)

Poznato je da u određenim uvjetima elektromagnetska polja mogu izazvati paljenje elektro-eksplozivnih uređaja (detonatora). Taj učinak ovisan je o prisutnosti elektro-eksplozivnih uređaja i polja jakosti dovoljnih za paljenje unutar radnog mjesta. Zbog toga to vjerojatno neće predstavljati problem za većinu radnih mjesta, ali neki će poslodavci to možda trebati uzeti u obzir, npr. u sektoru obrane.

S obzirom da elektro-eksplozivni uređaji mogu predstavljati rizik čak i u odsutnosti jakog elektromagnetskog polja, njihovo skladištenje i korištenje obično je strogo kontrolirano, a aktivnosti u njihovoj blizini, uključujući i stvaranje elektromagnetskih polja, su ograničene.

Postoji europski tehnički propis (CLC/TR 50426) koji pruža smjernice za procjenu rizika od paljenja upaljača s mostićem. Propis pruža pristupe za procjenu rizika od izvlačenja dovoljno energije iz polja da se izazove paljenje.

Drugi europski tehnički propis koji bi mogao biti koristan je CLC/TR 50404, koji pruža smjernice za procjenu rizika i mjere za izbjegavanje paljenja eksplozivnih materijala statičkim elektricitetom.

E.1.4. Požari i eksplozije uzrokovani paljenjem eksplozivnih atmosfera

Poznato je da interakcija elektromagnetskih polja s predmetima može dovesti do pražnjenja iskrom koje može dovesti do paljenja eksplozivnih atmosfera. S obzirom na to da taj učinak zahtijeva prisutnost eksplozivne atmosfere i polja dovoljne jakosti da ga zapali, vjerojatno neće predstavljati problem za većinu radnih mjesta, ali neki će poslodavci u određenim sektorima to možda trebati uzeti u obzir.

Eksplozivne atmosfere mogu biti u opasnosti od paljenja iz brojnih izvora te je stoga uobičajen pristup prepoznati područja gdje takva okruženja mogu postojati i postaviti ograničenja na aktivnosti u tim područjima. Ta ograničenja obično će uključivati ograničenja stvaranja elektromagnetskih polja u tom području.

Postoji europski tehnički propis (CLC/TR/ 50427) koji pruža smjernice za procjenu rizika od nehotičnog paljenja eksplozivne atmosfere radijskim frekvencijskim elektromagnetskim poljem. Propis pruža pristupe za procjenu energije koja se može izvući iz polja te usporedbu s energijom potrebnom da se zapale različite kategorije zapaljivih materijala.

Još jedan europski tehnički propis koji bi mogao biti koristan je CLC/TR 50404, koji pruža smjernice za procjenu rizika i mjere za izbjegavanje paljenja eksplozivnih atmosfera statičkim elektricitetom.

E.1.5. Dodirne struje

Dodir osobe i vodljivog predmeta u elektromagnetskom polju, pri čemu je jedno od njih uzemljeno a drugo nije, može dovesti do protoka struje do uzemljenja kroz dodirnu točku. Posljedica toga mogu biti strujni udar i opekline.

Direktiva o elektromagnetskim poljima navodi AL-ove za dodirne struje čiji je cilj izbjeći bolne strujne udare. I dalje je moguće da će osoba koja dodiruje predmet osjetiti interakciju na dodirnim strujama ispod AL-ova. Iako neće biti štetno, to može biti neugodno te se može smanjiti slijedeći savjete iz odjeljka 9.4.8.

E.1.6. Neodređeni neizravni utjecaji

U obzir također treba uzeti bilo koji drugi neizravni učinak koji bi se mogao pojaviti. Interakcije koje treba uzeti u obzir uključuju:

- interakciju polja sa zaštitom ili metalnom stolarijom u radnom okruženju koja dovodi do grijanja i toplinskih opasnosti;
- interakciju polja s elektronikom i upravljačkim sustavima na radnome mjestu koja dovodi do interferencije i kvarova;

- interakciju polja s metalnim predmetima ili dijelovima koji se nose blizu tijela;
- interakciju polja s elektroničkim dijelovima ili uređajima koji se nose blizu tijela.

E.2. Radnici koji su izloženi posebnom riziku

Direktiva o elektromagnetskim poljima utvrđuje četiri skupine radnika koji mogu biti posebno izloženi riziku od elektromagnetskih polja na radnome mjestu:

- radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD);
- radnici koji nose pasivne ugrađene medicinske proizvode;
- radnici s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu;
- trudne radnice.

Poslodavci također trebaju biti svjesni mogućnosti posebnog rizika za trenutno neodređenu skupinu radnika (vidjeti odjeljak E.2.5.)

Ti radnici možda nisu odgovarajuće zaštićeni AL-ovima i ELV-ovima određenima u Direktivi. Ako poslodavci utvrde da možda postoji rizik za te skupine radnika, informacije se trebaju dati na početnoj obuci zaposlenika i na informacijama za posjetitelje mjesta. To bi trebalo uključivati ohrabrenje za te radnike da se jave upravi kako bi se mogle provesti procjene posebnog rizika.

E.2.1. Radnici koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD)

E.2.1.1. Pozadina

Postoje brojni aktivni proizvodi koji mogu biti ugrađeni u ljude iz medicinskih razloga. Neka od njih su:

- elektronički srčani stimulatori;
- defibrilatori;
- implantati pužnice;
- implantati moždanog debla;
- proteze za unutarnje uho;
- neurostimulatori;
- infuzne pumpe za lijekove;
- enkoderni mrežnice.

Općenito, proizvodi koji imaju vodove kojima se spajaju na pacijenta radi osjeta ili stimulacije obično će biti osjetljiviji na interferencije od onih koji ih nemaju. To je stoga što vodovi mogu tvoriti petlju koja se može spojiti na elektromagnetsko polje. Osjetljivost se čak može razlikovati i među proizvodima s vodovima ovisno o funkciji i razmještaju. Proizvodi projektirani za osjet neurofizioloških signala unutar tijela vjerojatno su najpodložniji interferencijama jer su osmišljeni da budu osjetljivi na male promjene napona u vodovima. Takve se promjene napona mogu lako stvoriti u međudjelovanju s poljima, ali veličina induciranog napona ovisit će o dužini, vrsti i položaju vodova unutar tijela. Općenito, proizvodi s jednim vodom koji može tvoriti

veliku učinkovitu petlju mogu se jako povezati u polju, dok su bipolarni proizvodi uglavnom manje osjetljivi zato što tvore mnogo manje učinkovite petlje.

Elektronički srčani stimulatori obično uključuju reed-sklopku (vrsta magnetske sklopke) koja može biti aktivirana jakim magnetskim poljima da se način rada prebaci s načina „zahtjev” na „stimulaciju”. Neki aktivni ugrađeni medicinski proizvodi osmišljeni su za primanje radijske frekvencije ili induktivno spojenih signala za svrhe programiranja, dok drugi, kao što je to implantat pužnice, mogu upotrebljavati povezivanje kao dio normalnog rada. Svi su ti proizvodi osmišljeni da budu osjetljivi na vanjska polja te su stoga podložni interferenciji u prisutnosti određenih polja.

Od 1. siječnja 1995. svi aktivni ugrađeni medicinski proizvodi stavljeni na tržište Europske unije moraju biti usklađeni s *bitnim zahtjevima* Direktive o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju (90/385/EEZ kako je izmijenjena). Oni uključuju zahtjev da su svi proizvodi osmišljeni i proizvedeni na način da se uklone ili smanje rizici povezani s razumno predvidljivim uvjetima poput magnetskih polja, vanjskih električnih utjecaja i elektrostatskog izboja.

U praksi proizvođači postižu usklađenost s bitnim zahtjevima Direktiva o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju proizvodeći proizvode usklađene s prikladnim usklađenim normama. Relevantne usklađene norme uključuju EN45502-1 i serije posebnih normi EN45502-2-X. Zahtjevi za otpornost iz ovih normi dobiveni su iz referentnih vrijednosti određenih u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ, ali ne uključujući vremensko uprosječivanje za polja radijske frekvencije i pod uvjetom da je proizvod ugrađen slijedeći dobru medicinsku praksu.

E.2.1.2. Smjernice procjene

Osnovni pristup

Prvi je korak razmotriti opremu i aktivnosti koji su prisutni na radnome mjestu te je li poznato da netko od radnika nosi AIMD. Treba imati na umu da neće svi zaposlenici navesti da nose aktivne ugrađene medicinske proizvode, a postoje i dokazi koji ukazuju na to da do 50 % zaposlenika može odbiti otkriti ovu informaciju zbog straha da će to utjecati na njihovo zaposlenje. Poslodavac će pri traženju informacija morati voditi računa o toj nevoljkosti.

Ako su prisutni samo oprema i aktivnosti navedeni u prvom stupcu tablice 3.2. daljnje radnje obično neće biti potrebne, osim ako se utvrdi da radnik ima neuobičajeno podložan AIMD (vidjeti u nastavku).

Ako nije moguće utvrditi radnike s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima, daljnje radnje obično neće biti potrebne, ali bi poslodavci trebali obratiti pozornost na mogućnost da novi radnici ili posjetitelji možda nose AIMD ili da postojeći radnici možda imaju ugrađen AIMD.

Kada su utvrđeni radnici s AIMD-om, poslodavac treba prikupiti što je više moguće informacija o proizvodu/proizvodima. Radnik treba surađivati s ovim procesom i gdje je to moguće treba tražiti pomoć liječnika medicine rada i/ili liječnika odgovornog za skrb o radnicima.

Ako je radniku ugrađen stariji proizvodi ili je dobio posebna upozorenja da je njegov AIMD ugrađen na način koji je neuobičajeno podložan, potrebno je obaviti posebnu procjenu. To treba biti temeljeno na poznatim značajkama uređaja.

U većini drugih situacija treba biti moguće poduzeti općenitu procjenu o čemu će biti riječi u nastavku. Ako se time pokaže da normalne radne aktivnosti radnika mogu rezultirati opasnim stanjem, obično je najjednostavnije rješenje prilagoditi radnu stanicu ili radne aktivnosti. Ako je to teško, poslodavac će možda htjeti razmotriti posebnu procjenu.

Stariji AIMD

Stariji aktivni implantati proizvedeni prije 1. siječnja 1995. možda nemaju istu otpornost na interferenciju elektromagnetskog polja kao moderni proizvodi. Nije poznato koliko je tih starijih proizvoda još u uporabi. Baterije koje pokreću AIMD imaju ograničeni uporabni vijek, a cijelo proizvodi ili njegovi dijelovi mogu se zamijeniti zajedno s baterijama. Primjerice, kod elektroničkih stimulatora srca uobičajena je praksa zamijeniti cijeli generator impulsa zajedno s baterijama, iako drugi dijelovi poput vodova obično ostaju na mjestu. Elektronički stimulatori srca i dalje su najzastupljeniji implantat, što je bilo izrazito točno do 1995. godine. Malo je vjerojatno da su na te starije elektroničke stimulatore srca utjecala statička magnetska polja slabija od 0,5 mT, niskofrekventna električna polja slabija od 2 kV/m te niskofrekventna magnetska polja slabija od 20 μ T.

Posebna upozorenja

Svi pacijenti kojima je ugrađen AIMD dobivaju opća upozorenja da bi se izbjegle situacije koje mogu dovesti do interferencije. Ovih se upozorenja treba pridržavati, ali ona ne utječu na procjenu rizika korištenjem pristupa opće procjene koji je dan u nastavku. Ipak povremeno postoje medicinski razlozi za ugrađivanje AIMD-a u nestandardiziranoj konfiguraciji ili pomoću nestandardiziranih postavki, a to može opravdati posebna upozorenja. To se također može dogoditi zbog kliničkog stanja pacijenta. U slučajevima kada su dana posebna upozorenja, nužno je provesti posebnu procjenu.

Opća procjena

Pristup opće procjene slijedi navedeno u EN50527-1 i temelji se na zahtjevima otpornosti usklađenih normi za AIMD. Stoga se interferencije ne bi trebale događati pod uvjetom da polja, osim statičkih magnetskih polja, ne premašuju trenutne vrijednosti referentnih razina u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ. Statička magnetska polja manja od 0,5 mT također ne bi trebala utjecati na AIMD.

Posebna procjena

U nekim je situacijama potrebno provesti posebnu procjenu. To će vjerojatno biti potrebno kada:

- radnici imaju ugrađen stariji AIMD (vidjeti gore);
- radnici dobiju posebna upozorenja;
- postoje teškoće u provođenju prilagodbi radne stanice ili radne aktivnosti da bi se osiguralo da izlaganje ne premašuje referentne razine u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ.

Daljnje informacije o posebnim procjenama dane su u Prilogu A u EN50527-1. Daljnje smjernice dostupne su također u dokumentu BGI/GUV-I 5111 Njemačkog udruženja za socijalno osiguranje od nezgoda.

E.2.2. Radnici koji nose pasivne ugrađene medicinske proizvode

Dio medicinskih implantata može biti od metala. To uključuje umjetne zglobove, klinove, ploče, vijke, kirurške kopče, kopče za aneurizme, stentove, umjetne srčane zaliske, prstene za anuloplastiku, kontracepcijske implantate, slučajeve aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda i zubne ispune.

Kada su ti proizvodi načinjeni od feromagnetskih materijala, može doći do zakretnih momenata i sila u prisutnosti jakog statičkog magnetskog polja. Dosadašnji dokazi pokazuju da statičke gustoće magnetskog toka od 0,5 mT ili manje ne djeluju učinkom dovoljnim da bi predstavljale opasnost za zdravlje (ICNIRP, 2009.). To je usklađeno s AL-ovim određenima u Direktivi o elektromagnetskim poljima da bi se spriječile interferencije s AIMD-om u statičkim magnetskim poljima.

U vremenski promjenjivim poljima metalni implantati mogu ometati inducirano električno polje u tijelu što dovodi do lokaliziranih područja jakih polja. Uz to, medicinski

se implantati mogu induktivno zagrijavati, što dovodi do zagrijavanja i posljedične toplinske ozljede okolnih tkiva. U konačnici to može dovesti do kvara implantata.

Postoji nekoliko podataka na kojima se može temeljiti procjena rizika za one koji nose pasivne implantate. Jedan faktor za razmatranje je frekvencija elektromagnetskog polja kako se smanjuje prodiranje polja u tijelo s povećavanjem frekvencije, tako da postoji malo međudjelovanja ili nema međudjelovanja između polja visoke frekvencije i većine implantata koji su smješteni unutar mase okolnog tkiva.

Induktivno zagrijavanje dovoljno da prouzroči toplinske ozlijede okolnih tkiva ovisi o uzimanju dostatne snage iz polja. Na to utječu dimenzije i masa implantata, kao i jakost i frekvencija dostupnog polja. Međutim, obično se očekuje da usklađenost s Preporukom Vijeća 1999/519/EZ osigura odgovarajuću zaštitu, dok se jača polja mogu opravdati u nekim okolnostima.

E.2.3. Radnici s medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu

Medicinski proizvodi koji se nose na tijelu obuhvaćeni su Direktivom o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ kako je izmijenjena). Stoga su u nedostatku detaljnijih informacija razmatranja o procjeni jednaka kao i za interferencije s drugim medicinskim elektroničkim uređajima opisanim u odjeljku E1.1.

Ipak, općenito se smatra da proizvodi koji se nose na tijelu nisu osjetljiviji od AIMD-a, a proizvodi koji nisu osmišljeni za prihvaćanje fizioloških parametara mogu biti manje osjetljivi od nekih AIMD-ova. Stoga se uvijek preporuča kontaktirati proizvođača da bi se zatražile informacije o otpornosti na interferencije.

E.2.4. Trudne radnice

Postoje izvješća o štetnim učincima koja proizlaze iz izlaganja budućih majki niskofrekventnim magnetskim poljima. Međutim, dokazi o povezanosti između takvih učinaka i izlaganja niskofrekventnim poljima smatraju se jako slabima (ICNIRP, 2010.). Ipak, skupina stručnjaka razmotrila je mogućnost da je živčani sustav u razvoju *in utero* potencijalno podložan induciranim vremenski promjenjivim električnim poljima (NRPB, 2004.). Ista je skupina zaključila da bi ograničenje jakosti inducirano električnog polja na približno 20 mV/m trebalo osigurati odgovarajuću zaštitu živčanog sustava u razvoju *in utero*. Izračunato je da bi se to moglo postići usklađenošću s referentnim razinama za niskofrekventna polja navedenima u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ.

Postoje uvjerljivi dokazi da povišena tjelesna temperatura majke nepovoljno utječe na ishod trudnoće, a ispostavlja se da je posebno podložan središnji živčani sustav. Zaključeno je da bi ograničenje prosječnog SAR-a za cijelo tijelo na 0,1 W/kg kod trudnih žena trebalo osigurati odgovarajuću zaštitu (NRPB, 2004.). To je slično osnovnom ograničenju za radiofrekventno izlaganje od 0,08 W/kg određenom u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ.

Stoga bi za većinu poslodavaca pragmatični pristup bio ograničiti izlaganja trudnih radnica pomoću referentnih razina sadržanih u Preporuci Vijeća 1999/519/EZ. To bi trebalo osigurati odgovarajuću zaštitu i pri niskim i prvi visokim frekvencijama.

E.2.5. Neodređeni radnici koji su izloženi posebnom riziku

Poslodavci bi trebali biti svjesni da je moguće da trenutno postoje neodređene skupine radnika koji su izloženi posebnom riziku, poput radnika koji uzimaju posebne lijekove za priznata medicinska stanja.

DODATAK F

SMJERNICE ZA MAGNETSKU REZONANCIJU

Magnetska rezonancija (MR) važna je medicinska tehnologija koja je postala nužna za dijagnozu i liječenje bolesti te je dragocjeni alat u medicinskom istraživanju. Ta se tehnika koristi širom Europske unije s desecima milijuna skaniranja godišnje te uključuje namjerno izlaganje pacijenata ili dobrovoljaca snažnim elektromagnetskim poljima kako bi se stvorile detaljne slike uključujući mapiranje metabolizma i aktivnosti mozga. Iako je dopuna drugim tehnologijama snimanja kao što je kompjuterizirana tomografija (CT), magnetska rezonancija ima prednost u tome da ne uključuje izlaganje ionizirajućem zračenju te nema poznatih dugotrajnih učinaka na zdravlje.

Izlaganje pacijenata i dobrovoljaca elektromagnetskom polju unutar skanera nije dio područja primjene Direktive o elektromagnetskim poljima. Distribuciju elektromagnetskog polja u skaneru prvenstveno određuju razmatranja učinkovitosti i kvalitete slike skaniranja. Uz to, proizvođači se trude minimizirati učinak rasipnih polja izvan skanera, smanjujući time izlaganje osoblja koje radi oko opreme. Statička magnetska polja mogu premašiti vrijednosti upozorenja (AL-ove) za neizravne učinke (vidjeti poglavlje 6.). Povrh toga, u nekim okolnostima radnici ipak mogu biti izloženi poljima iznad granične vrijednosti izloženosti (ELV-a) (vidjeti tablicu F.1.). Međutim, izvođenje ELV-a uključuje sigurnosnu granicu što znači da izlaganjem iznad ELV-a ne mora doći do učinaka kod radnika. Smatra se sigurnim rutinski izlagati pacijente i dobrovoljce intenzivnim poljima unutar MRI skanera (ICNIRP, 2004., 2009.).

Vrijednost magnetske rezonancije kao ključne tehnologije u zdravstvenom sektoru dobro je poznata i člankom 10. Direktive o elektromagnetskim poljima daje se uvjetno izuzeće od zahtjeva za pridržavanje graničnih vrijednosti izloženosti (ELV-ova). Taj je vodič sastavljen uz savjetovanje s dionicima iz zajednice magnetske rezonancije kako bi se poslodavcima pružile praktične smjernice o postizanju sukladnosti s tim uvjetima ako to bude potrebno. Zdravstveni osiguravatelji koji nude magnetsku rezonanciju moraju imati pristup stručnjacima za radiografiju, radiologiju i medicinsku fiziku s kojima se treba savjetovati u vezi s postizanjem sukladnosti. Proizvođači i istraživački instituti moraju imati jednake stručnjake te se s njima slično trebaju savjetovati.

F.1. Projektiranje i izgradnja uređaja za magnetsku rezonanciju

MRI skaneri osmišljeni su da stvaraju kompleksno elektromagnetsko okruženje unutar unutarnjeg provrta uređaja, s tri glavne komponente:

- statička magnetska polja – većina sustava u kliničkoj uporabi radi na 1,5 ili 3 T, iako otvoreni sustavi koje se preferira za intervencijske postupke uglavnom rade na nižim gustoćama magnetskog toka (0,2–1 T) te također postoji manji broj skanera s jakim poljima koji rade na do 9,4 T koji se uglavnom upotrebljavaju u istraživačke svrhe;
- postavljena gradijentna magnetska polja niske frekvencije – skaneri koriste tri ortogonalna gradijenta koja se brzo pale i gase kako bi se stvorile informacije o okomitom položaju povezane s mjerenim MR signalima. To su kompleksni pulsni valni oblici koji se mijenjaju po vrsti skaniranja koja se provodi. Pulsni valni oblici jednaki su frekvencijama u rasponu od 0,5–5 kHz
- radiofrekventna magnetska polja primijenjena na Larmorovoj frekvenciji, koja ovisi o gustoći statičkog magnetskog toka (62–64 Mhz i 123–128 Mhz za skanere od 1,5 T i 3 T).

Tablica F.1. – Usporedba izlaganja radnika magnetskoj rezonanciji s graničnim vrijednostima i rezultirajućim učincima

Primjer izloženosti radnika (°)	Granične vrijednosti	Prijavljeni učinci
Statičko magnetsko polje		
1,0 T, 1,5 T, 3,0 T, 7,0 T	2 T, 8 T	Vrtoglavica kad nema kretanja
< 2 m/s jednaka < 3 T/s 0,3 V/m (pk) u mozgu ili 2 V/m (pk) u tijelu	0,05 V/m (rms) (ELV za učinke na osjetila) 0,8 V/m (rms) (ELV za učinke na zdravlje)	Vrtoglavica i mučnina
Postavljena gradijentna polja		
100-1500 Hz Ograničena PŽS vrijednostima pacijenta, što odgovara procijenjenim vrijednostima za dB/dt i induciranim rms E-poljima u mozgu i trupu Na normalnim lokacijama pacijenta < 40 T/s (rms) = 4 V/m u mozgu < 40 T/s (rms) = 8 V/m u trupu Dostupne lokacije u najgorem slučaju za intervencijske radnike < 120 T/s (pk) = 8 V/m u mozgu < 40 T/s (pk) = 2 V/m u trupu	0,8 V/m (rms)	Trnci, bolovi ili grčevi u mišićima ako se prijeđu granice načina rada kojima upravlja PŽS. Radnici na magnetskim rezonancijama nikad nisu prijavili učinke na SŽS, poznati izvještaji su iz TMS-a pri vrijednostima > 500 T/s ili > 50–100 V/m
Radiofrekventna magnetska polja		
42, 64, 128, 300 MHz WB SAR ograničen je na < 4 W/kg u izocentru koji odgovara WB SAR-u < 0,4 W/kg napola unutra << 0,1 W/kg na otvoru	0,4 W/kg	Osjećaji vrućine i znojenje pri izlaganju > 2 W/kg

(*) Podaci koje pruža COCIR – dodatni podaci o izloženosti radnika dostupni u Stamu, 2014.

Svi MRI skaneri namijenjeni za dijagnozu i/ili terapiju ljudi, stavljeni na tržište ili pušteni u rad u Europskoj uniji od 30. lipnja 2001. moraju udovoljavati *bitnim zahtjevima* Direktive o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ), koja uključuje opći zahtjev da ne ugrožavaju sigurnost i zdravlje korisnika i, gdje je primjenjivo, drugih osoba. Proizvođači moraju odabrati vrhunska rješenja za dizajn i izgradnju kojima će se eliminirati ili smanjiti rizici što je više moguće. Kako bi pomogao proizvođačima da postignu usklađenost s bitnim zahtjevima i postupajući na temelju mandata koji mu je dala Europska komisija, Europski odbor za elektrotehničku normizaciju (CENELEC) objavio je normu proizvoda za uređaje za medicinsku dijagnostiku s pomoću magnetske rezonancije (EN60601-2-33).

Trenutna inačica EN60601-2-33 uključuje zahtjev da proizvođači moraju pružiti informacije o prostornoj distribuciji polja i one se uglavnom nalaze u priručnicima skanera. Te su informacije dostupne za sve MR sustave i trebale bi pomoći poslodavcima u identificiranju onih područja u kojima se mogu premašiti ELV-ovi. Uz to, prije početka svakog skaniranja skaneri moraju pružiti informacije o izlazima gradijenata i specifičnoj apsorbiranoj snazi (SAR) radiofrekvencija. Skaneri također moraju uključiti sredstva zaštite da pruže zaštitu od pretjeranog izlaganja. Moguće je da zahtjevi spomenuti u ovom odlomku nisu primjenjivi u slučaju starijih uređaja.

F.2. Izlaganje radnika tijekom rada magnetske rezonancije u zdravstvenom sektoru

MRI skaneri osmišljeni su da stvaraju snažna, ali pomno kontrolirana polja unutar provrta skanera dok minimiziraju rasipna polja izvan prostora uređaja. Stoga se jakost polja često brzo smanjuje s povećanjem udaljenosti od otvora skanera, što tipično rezultira visokim prostornim gradijentima polja u blizini skanera i mnogo slabijim poljima na većim udaljenostima. Dostupni dokazi sugeriraju da će do izlaganja iznad ELV-ova doći samo pri radu unutar provrta skanera ili u neposrednoj blizini otvora.

S obzirom na to da će izloženost radnika koji se ne trebaju približavati otvoru skanera uvijek biti usklađena, nema potrebe za njihovom procjenom. Procjena izloženosti za radnike koji se moraju približiti otvoru ili ući u provrt skanera kompleksna je. Zahtijeva detaljno znanje o prostornoj distribuciji polja unutar i izvan skanera, zajedno s razumijevanjem toga kako se osoblje kreće u odnosu na skaner dok obavlja svoj rad, što znatno ovisi o zadacima koje treba obaviti. Uz to, procjene se idealno trebaju temeljiti na tehnikama numeričkog modeliranja tako da se izloženosti mogu izravno usporediti s ELV-ovima. Takve su procjene izvan mogućnosti većine institucija koje provode rutinske MRI postupke.

Kako bi pružila informacije o izloženosti radnika koja je rezultat tipičnih postupaka i različitih tipova opreme, Europska komisija financirala je procjenu četiriju postrojenja za magnetsku rezonanciju u različitim državama. Tim su detaljnim projektom procijenjeni kretanja osoblja i njihovi položaji tijekom različitih postupaka, zajedno s mapiranjem polja i računskom dozimetrijom (Capstick et al., 2008). Rezultati tog i ranijih ispitivanja (recenziranih u Stamu, 2008.) informativni su, iako detaljne zaključke treba razmatrati oprezno. Rezultati su povezani s prethodnom Direktivom o elektromagnetskim poljima te upotrebljavaju razne metrike izloženosti. Također su ograničeni na razmjerno malen broj skanera i scenarija izloženosti. Iz nedavnih analiza vidi se da se ELV-ovi mogu premašiti pod nekim uvjetima (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

Mjernim podacima za postavljena gradijentna polja treba pažljivo postupati s obzirom na to da su u mnogim slučajevima vrijednosti upozorenja u trenutnoj Direktivi o elektromagnetskim poljima manje restriktivne od onih o kojima se raspravljalo u prijašnjim ispitivanjima izloženosti. Općenito, usporedba s vrijednostima upozorenja za sobom povlači konzervativnu procjenu u odnosu na uporabu ELV-ova tako da se preferiraju potonji, ali uglavnom traži stručnost u kompleksnoj računskoj dozimetriji.

F.2.1. Izloženosti u odnosu na ELV-ove

F.2.1.1. Statičko magnetsko polje

Za sve skanere sa slabim poljima (koji rade na manje od 2 T) i većinu rutinskih postupaka sa skanerima iznad 2 T izloženosti statičkim magnetskim poljima moraju biti usklađene s ELV-ovima za osjetila. Za sve druge postupke koji rabe skanere koji rade na manje od 8 T izloženosti statičkim magnetskim poljima moraju biti usklađene s ELV-ovima za učinke na zdravlje.

F.2.1.2. Kretanje kroz statička magnetska polja

Kretanje kroz snažna magnetska polja koja proizvode MRI skaneri inducira električna polja u tkivima tijela koja mogu premašiti ELV-ove određene u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Pri normalnim brzinama kretanja to će se dogoditi samo unutar provrta skanera i unutar kratke udaljenosti od otvora (uglavnom ne više od 1 m na temelju dostupnih informacija). To je osobit problem tijekom postavljanja pacijenta što može uključivati kompleksne kretanje rotacije operaterove glave.

F.2.1.3. Postavljena gradijentna polja

Za većinu rutinskih postupaka izloženosti postavljenim gradijentnim poljima neće premašivati ELV-ove za učinke na osjetila ili učinke na zdravlje. Međutim, za manji dio postupaka kad radnici moraju doći blizu otvoru skanera (uglavnom bliže od 1 m) postoji potencijal za premašivanje ELV-ova, dok je za vrlo maleni broj vrlo vjerojatno da će se premašiti ELV-ovi, osobito ako se radnik mora nagnuti u skaner. Stvarne izloženosti ovisit će o brojnim faktorima uključujući o broju gradijenata koji su istodobno aktivni i karakteristikama gradijenata, s obradom slika velike brzine koja uglavnom rezultira visokim izloženostima. U tablici F.2. navedeni su primjeri postupaka koji pripadaju u svaku kategoriju.

F.2.1.4. Radiofrekventna magnetska polja

ELV-ovi za radiofrekventna magnetska polja vremenski su uprosječeni na period od šest minuta i izloženosti će uglavnom biti usklađene ako se radnik mora nagnuti u skaner (na primjer za praćenje pacijenta), pod uvjetom da to traje samo nekoliko minuta. Dulja izlaganja također su često usklađena.

F.3. Odstupanja za magnetsku rezonanciju

Vrijednost magnetske rezonancije kao ključne tehnologije u zdravstvenom sektoru dobro je poznata i člankom 10. Direktive o elektromagnetskim poljima omogućuje se nediskrecijsko, ali uvjetno izuzeće od zahtjeva za pridržavanje graničnih vrijednosti izloženosti (ELV-ova). Ta odstupanja odnose se na izloženosti radnika povezana s ugradnjom, ispitivanjem, uporabom, razvojem i održavanjem ili istraživanjem povezanima s uporabom opreme za magnetsku rezonanciju pod uvjetom da se ispuni sljedeće:

- i. procjena rizika provedena u skladu s člankom 4. pokazala je da su ELV-ovi prekoračeni;
- ii. primijenjene su sve najmodernije tehničke i/ili organizacijske mjere;
- iii. okolnosti propisno opravdavaju prekoračenje ELV-ova;
- iv. u obzir su uzete značajke radnog mjesta, opreme i praksi;
- v. poslodavac je dokazao da su radnici i dalje zaštićeni od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika, među ostalim i osiguravanjem da se prate upute za sigurnu uporabu koje pruža proizvođač u skladu s Direktivom o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ).

Tablica F.2. – Rizik od premašivanja relevantnih ELV-ova za izloženosti gradijentima polja tijekom različitih ispitivanja magnetske rezonancije

Rizik premašivanja ELV-a	Postupak
Visoki	Opća anestezija (pažljivo praćenje stanja pacijenta tijekom skaniranja) Ergometrija (pažljivo praćenje stanja pacijenta tijekom skaniranja) Čišćenje / sprječavanje infekcije unutar skanera (bez skaniranja) Smirivanje djeteta tijekom skaniranja (osoba ostaje izvan skanera, ali unutar 1 m od otvora)
Srednji	General anaesthesia (close monitoring of patient condition during scanning) Cardiac stress test (close monitoring of patient condition during scanning) Cleaning / infection control inside scanner (no scanning) Comforting child during scanning (comforter remains outside scanner, but within 1 m of aperture)
Niski	Rutinska skaniranja (u sobi za skaniranje nema osoblja) Biopsija (pacijent nije u skaneru / nema skaniranja) Ručna primjena kontrastnog sredstva (nema skaniranja)

Treba napomenuti da se odstupanje primjenjuje samo u slučajevima ELV-ova, kojima je namjena spriječiti izravne učinke elektromagnetskih polja na ljude. Uporabom uređaja za magnetsku rezonanciju mogu proizaći druge opasnosti koje mogu dovesti do sigurnosnih rizika s potencijalno teškim ishodima. Operateri moraju osigurati da se te opasnosti prikladno riješe. Te druge opasnosti mogu uključivati interferencije s:

- aktivnim ili pasivnim ugrađenim medicinskim proizvodima;
- medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu;
- medicinskim elektroničkim uređajima;
- kozmetičkim ili medicinskim umetcima.

Druge opasnosti također uključuju:

- rizik od projektila zbog kretanja feromagnetskih materijala u snažnom magnetskom polju;
- buku;
- tekući helij.

F.4. Ispunjavanje uvjeta odstupanja

U ovom odjeljku nude se smjernice poslodavcima da procjene jesu li usklađeni s uvjetima odstupanja.

F.4.1. Procjena rizika kako bi se odredilo jesu li ELV-ovi prekoračeni

Određene smjernice za provođenje procjene rizika u kontekstu Direktive o elektromagnetskim poljima navedene su u poglavlju 5. Uređaji za magnetsku rezonanciju koriste se jakim poljima da proizvedu slike i stoga će često postojati mogućnosti prekoračenja ELV-ova. Međutim, jakosti električnog polja u načelu će prekoračiti ELV-ove samo unutar skanera ili jako blizu otvora (vidjeti odjeljak F1) i većina MRI postupaka (prema procjeni oko 97 %) ne zahtijeva prisutnost osoblja na tim položajima tijekom skaniranja.

Budući da će procjena izloženosti vjerojatno biti izvan mogućnosti većine ustanova koje provode rutinske MRI postupke, obično će biti prihvatljivo osloniti se na objavljene podatke zajedno s informacijama o predviđenoj izloženosti koje pružaju sustavi skanera.

Stoga će ključ procjene rizika biti odrediti mora li osoblje ući u područja u kojima je moguće prekoračenje ELV-ova (obično unutar 1 m od otvora). Operateri će pristupiti tome postupku tijekom rutinske operacije ili skrbi za pacijenta, ali obično ne dok sustav obavlja skaniranje. Kada osoblje mora prići unutar 1 m od otvora, sporo kretanje mora biti dovoljno da polje ostane inducirano kretanjem ispod relevantnog ELV-a. Pregled tablice F.2. i objavljeni podaci o izloženosti (vidjeti odjeljak F.2.) moraju pomoći poslodavcima pri odlučivanju o tome koji bi postupci, ako postoje, mogli dovesti do izloženosti veće od ELV-a postavljenih gradijentnih polja.

Ako je to moguće, osoblje mora izbjegavati ulazak u provrt skanera (vidjeti odjeljak F.6.4.). Međutim, treba napomenuti da kada osoblje mora ući u provrt skanera zbog aktivnosti poput kontrole infekcija, to će napraviti s isključenim postavljenim gradijentnim poljima i RF poljima tako da se u obzir mogu uzeti samo izloženosti statičkom magnetskom polju. Kao što je navedeno u odjeljku F.2. za skanere koji rade na gustoćama magnetskog toka do 8 T, ELV za učinke na zdravlje neće se prekoračiti. Ako se poduzmu mjere za obavješćavanje radnika i sprječavanje sigurnosnih rizika, prihvatljivo je privremeno prekoračenje ELV-a za učinke na osjetila.

F.4.2. Primjena najmodernijih tehničkih i organizacijskih mjera

F.4.2.1. Tehničke mjere

Tehničke mjere za ograničavanje polja unutar provrta skanera svojstvene su njegovom dizajnu i konstrukciji uz načine rada za ograničenje izlaza. Proizvođači neprestano razvijaju i poboljšavaju svoje proizvode, uključujući mjere za ograničavanje polja u sklopu postizanja usklađenosti sa zahtjevima Direktive o medicinskim proizvodima. Iz tih zahtjeva usklađenosti slijedi da će prilikom proizvodnje i postavljanja tehničke mjere uključene u skaner biti najmodernije. Izmjena MRI uređaja nakon postavljanja bila bi tehnički komplicirana i obično bi zahtijevala ponovnu procjenu u odnosu na usklađenost s Direktivom o medicinskim proizvodima, što je u načelu izvan mogućnosti operativnih ustanova.

U načelu, bilo bi moguće odabrati radne parametre (poput karakteristika gradijenta ili jakosti radiofrekventnih polja) kako bi se smanjile izloženosti kada radnici moraju biti unutar provrta ili blizu otvora skanera. Međutim, odabir radnih parametara skanera u praksi prvenstveno određuje klinička potreba te će postupci koji podrazumijevaju naginjanje osoblja u skaner (poput intervencijskih postupaka) često biti oni koji zahtijevaju brza skaniranja koja dovode do visokih izloženosti. Stoga vjerojatno neće biti mnogo prostora za smanjenje izloženosti putem ovog pristupa, ali u fleksibilnijim slučajevima radiografi moraju odabrati sporija skaniranja i niže radiofrekventne izloženosti u situacijama u kojima će osoblje vjerojatno prići bliže skaneru. Ipak, odabir odgovarajućih postavki skanera mora ostati predmet kliničke prosudbe.

F.4.2.2. Organizacijske mjere

Poslodavci koji upravljaju MRI skanerima moraju slijediti preporuke navedene u dolje navedenim odjeljcima F.5. i F.6.

F.4.3. Okolnosti propisno opravdavaju prekoračenje ELV-a

Okolnosti koje propisno opravdavaju prekoračenje ELV-a ovise o određenim primjenama. Za dijagnostiku i liječenje, zahtjev za provođenjem određenog postupka uvijek će biti predmet kliničke prosudbe. Kada postupci podrazumijevaju ulazak radnika u područje oko otvora koje je označeno na planu (vidjeti dolje odjeljak F.5.3.), poslodavac se mora savjetovati s relevantnim profesionalnim zdravstvenim djelatnicima kako bi razmotrili ima li bilo kakvog drugog način za postizanje željenog cilja, uzimajući u obzir kliničke potrebe i sigurnost pacijenta.

Proizvođači moraju uzeti u obzir slična razmatranja prilikom organiziranja rada, osobito da se pobrinu da uređaji stvaraju slike odgovarajuće kvalitete za kliničku upotrebu. Istraživačke ustanove moraju slijediti proces sličan onome koji se slijedi kod skrbi za pacijenta, uzimajući u obzir kvalitetu dobivenih podataka i sigurnost dobrovoljaca.

F.4.4. Značajke radnog mjesta, opreme ili praksi

Poslodavci moraju imati na umu sadržaje gore navedenog odjeljka F.1. i slijediti preporuke navedene u odjeljcima F.5. i F.6.

F.4.5. Zaštita radnika i sigurna upotreba

Kao što je objašnjeno u odjeljku F.1., MRI uređaji koji su usklađeni s EN60601-2-33 uključuju sredstva zaštite od pretjerane izloženosti. Ipak, kada su ELV-ovi prekoračeni postoji rizik da će radnici koji su najosjetljiviji na polja osjetiti učinke. Iz tog razloga važno je da radnici od kojih se zahtijeva ulazak u područje kontroliranog pristupa (vidjeti odjeljak F.5.1.) dobiju informacije o mogućim posljedicama izloženosti tako da ih mogu prepoznati ako se pojave i djelovati kako bi na odgovarajući način ograničili njihovu izloženost. Svi takvi slučajevi moraju se prijaviti voditelju jedinice ili odgovornoj osobi koji moraju poduzeti odgovarajuće radnje.

MRI skaneri složeni su dijelovi medicinske ili istraživačke opreme vrlo tehničke prirode pa su operateri opsežno obučeni. Uređaji sadrže mnogobrojne sustave sigurnosti uključujući sredstva zaštite od pretjerane izloženosti i automatizirane sustave upozorenja. Ako poslodavci imaju uspostavljenije sustave kako bi osigurali da operateri koriste uređaje u skladu s uputama proizvođača i obraćaju pažnju na automatizirane sustave upozorenja, uređaji bi morali biti sigurni za pacijente i radnike u skladu s Direktivom o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ).

F.4.6. Trudne radnice

Kada radnica obznani da je trudna, poslodavac mora pregledati postojeću procjenu rizika da vidi je li primjerena svrsi. Ako su potrebne promjene, mora se provesti posebna procjena rizika. Daljnje smjernice dostupne su u poglavlju 5. i dodatku E ovog vodiča.

F.5. Organizacija MRI jedinice

Ustanove mogu smanjiti izloženost radnika prihvaćanjem strukturiranog pristupa organizaciji MRI jedinica, a posebno podjelom područja prema veličini polja koje će se vjerojatno susresti. Ovo olakšava ograničavanje pristupa u područja u kojima je rizik od izloženosti veće od ELV-ova viši. Općenito, većina MRI jedinica već upravlja sustavom ograničavanja pristupa na temelju drugih opasnosti (vidjeti popis s oznakama u odjeljku F.3.). Niže opisani pristup temelji se na prijedlozima za dobru praksu koji su objavljeni drugdje i razvija postojeće pristupe u kontekstu Direktive o elektromagnetskim poljima.

F.5.1. Područje kontroliranog pristupa

EN60601-2-33 definira koncept područja kontroliranog pristupa i određuje da je ono potrebno za sve MRI uređaje koji stvaraju rasipno polje veće od 0,5 mT izvan poklopca koji je trajno pričvršćen i/ili koji nisu usklađeni s elektromagnetskim razinama interferencije navedenima u EN60601-1-2. Stoga je označavanje područja kontroliranog pristupa već standardna praksa u zdravstvenom sektoru.

Unutar područja kontroliranog pristupa postojat će rizik od interferencije s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima i ostalim medicinskim uređajima. Postojat će i rizici od privlačenja feromagnetskih materijala ili zakretnog momenta koji djeluje na takvim materijalima.

Pristup u područje mora se ograničiti, u idealnom slučaju kroz vrata s kontrolirani pristupom s odgovarajućim oznakama. Bit će potrebni odgovarajući organizacijski uvjeti za kontrolu ulaska u područje (vidjeti niže odjeljak F.6.).

F.5.2. Prostorija sa skanerom

Ulazak u prostoriju sa skanerom mora biti ograničen na radnike koji imaju radnu potrebu biti ondje. Oni koji uđu u prostoriju ne smiju ostati u prostoriji duže no što je potrebno da obave svoje dužnosti.

Gradijent magnetskoga prostornog polja najveći je u području neposredno oko otvora skanera. Postavljena gradijentna polja u ovom području također mogu biti dovoljno jaka da postoji rizik od prekoračenja ELV-a kada skaner radi. Stoga ovo područje mora biti označeno na planu koji je izložen u prostoriji sa skanerom. Označeno područje temeljit će se na najrestriktivnijim postavljenim gradijentnim poljima i poljima s preklopnim gradijentom te će ga obično preporučiti proizvođač. Kada ova specifična informacija nije dostupna (primjerice za stari skaner) uobičajeni postupak mora biti odrediti područje unutar 1 m od otvora (kako je izmjereno od središnje osi) jer će to obično biti potrebno. Plan mora poslužiti kao upozorenje radnicima na veći rizik kada rade u ovome području. Radnici ne smiju ući u označeno područje osim ako trebaju izvršiti svoje dužnosti i ne smiju ostati u području duže no što je potrebno. Sve osoblje koje mora ući u označeno područje mora se kretati dovoljno sporo da se izbjegnu štetni učinci.

F.5.3. Raspored prostorije sa skanerom

Raspored prostorije sa skanerom mora biti dizajniran tako da radnici moraju što manje raditi blizu skaneru. Stoga anestetički i ostali pomični uređaji moraju biti što je moguće udaljeniji od skanera pod uvjetom da je to u skladu s dobrom medicinskom praksom. Slično tome, primjena lijekova i kontrastnih sredstava mora biti automatizirana gdje je to moguće, iako je poznato da to nije uvijek sigurno učiniti: to je predmet kliničke prosudbe. Konkretno, ručna infuzija često se smatra sigurnijom alternativom za mlade i jako bolesne pacijente i to će uvijek biti predmet kliničke prosudbe.

F.6. Organizacija rada

F.6.1. Područje kontroliranog pristupa

Područje kontroliranog pristupa mora biti podložno odgovarajućim organizacijskim uvjetima koji moraju biti dokumentirani. Mora postojati izravni nadzor radnih aktivnosti u području od strane nadređenog člana osoblja, poput glavnog radiografa za taj dan.

Medicinsko osoblje i posjetitelji u području kontroliranog pristupa moraju neprestano biti pod nadzorom MRI radnika.

Ključni element uvjeta bit će pregled radi identifikacije osoba izloženih riziku zbog prisutnosti aktivnih i pasivnih implantata ili drugih rizičnih faktora poput piercinga ili tetovaža s visokim udjelom željeza. Kriteriji pregleda bit će isti za pacijente i njegovatelje.

Moraju se ustanoviti i uvjeti za kontrolu pristupa izvan normalnog radnog vremena (primjerice, za čistače, zaštitare, vatrogasce i radnike na održavanju zgrade).

Pregled se mora odnositi i na predmete uvedene u prostor kako bi se osiguralo da su feromagnetski predmeti, prema potrebi, označeni ili kao MR sigurni ili MR uvjetni. Ovo se mora obuhvatiti lokalnim postupcima.

F.6.2. Osposobljavanje osoblja

Osoblje koje mora raditi u području kontroliranog pristupa mora proći osposobljavanje u vezi s MRI sigurnosti. Osposobljavanje mora obuhvatiti:

- osviještenost o mogućim učincima kretanja u jakom statičkom magnetskom polju;
- osviještenost o učincima jakih postavljenih gradijentnih polja;
- osviještenost o učincima radiofrekventnih polja;
- osviještenost o riziku od projektila zbog privlačenja feromagnetskih materijala i o riziku od zakretnih momenata koji djeluju na tim materijalima;
- osviještenost o riziku od interferencije s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima;
- osviještenost o rizicima od interferencije s medicinskim elektroničkim uređajima;
- važnost ograničavanja pristupa i pregleda ljudi ili predmeta koji ulaze u područje kontroliranog pristupa;
- važnost sporog kretanja oko i unutar skanera;
- osviještenost o prostornoj raspodjeli polja oko skanera;
- osviještenost o drugim opasnostima uključujući buku i kriogene plinove;
- postupci evakuacije u slučaju gašenja supravodljivog magneta;
- osviještenost o postupcima u slučaju hitne intervencije.

Osposobljavanje obično mora biti prilagođena određenom postrojenju i stoga će je interno pružiti netko s odgovarajućim znanjem i iskustvom. Očekuje se da će daljnje smjernice o zahtjevima osposobljavanja donijeti relevantna europska stručna tijela.

Ako ostalo osoblje, poput čistača, zaštitara, vatrogasaca i radnika na održavanju zgrade, mora pristupiti području kontroliranog pristupa, ono također mora proći osposobljavanje

o osviještenosti koja je prikladna za područja u koja moraju ući, iako to osposobljavanje ne mora biti toliko detaljna, kao za MRI osoblje.

F.6.3. Prostorija sa skanerom

Osoblje koje mora ući u područje oko otvora koje je označeno na planu mora se dovoljno sporo kretati kako ne bi izazvali nikakve prijelazne učinke prihvatljive za pojedinca. Daljnje smjernice o ograničavanju kretanja u statičkim magnetskim poljima objavljenje su (ICNIRP, 2014) i dodatno obrađene u odjeljku D.4. Osoblje mora biti svjesno učinaka postavljenih gradijentnih polja i koliko je važno ne ulaziti u područje označeno na planu osim ako postupak koji se provodi to zahtijeva, a u tom slučaju ne ostajati u području duže no što je potrebno.

Kada se provodi aktivno skaniranje, radnici u blizini ili unutar provrta mogu doživjeti stimulaciju perifernih živaca. Moderni skaneri oblikovani su da ograniče stimulaciju perifernih živaca kod većine ljudi, ali najosjetljiviji pojedinci još uvijek mogu osjetiti neke učinke i moraju biti svjesni simptoma kako bi se poduzele mjere za ograničavanje tih učinaka. Ako radnici osjete učinke izloženosti, moraju ih prijaviti vodstvu postrojenja, koje će, ako je potrebno, ažurirati procjenu rizika i preventivne mjere.

Izravni učinci na radnike mogu dovesti do sigurnosnih rizika za ostale. Primjerice, vrtoglavica ili vizualne smetnje koje radnici osjete kao rezultat brzog kretanja kroz statičko polje mogu utjecati na njihovu sposobnost pružanja odgovarajuće skrbi pacijentima.

F.6.4. Ulazak u skaner

Osoblje se ne smije uputiti u provrt skanera osim ako je to apsolutno nužno. Ulazak u provrt skanera, primjerice radi čišćenja skanera ili ohrabrenja pacijenta, mora se svesti na minimum potreban za izvršenje zadaća. Osoblje mora procijeniti je li postupak potreban ili mogu li postići isti cilj bez ulaska. Osoblje koje nije upoznato s učincima kretanja u jakom statičkom magnetskom polju može biti pod povećanim rizikom.

U mnogim slučajevima mogu se iskoristiti jednostavni pristupi poput daljinskog gledanja (primjerice, s pomoću zrcala) za aktivnosti poput nadzora pacijenta tijekom skaniranja ili pregleda provrta skanera. Slično tome, alati s dugom drškom mogu biti prikladni za neke postupke čišćenja. Pametno korištenje ovih pristupa svest će na minimum potrebu radnika za ulaskom u skaner.

Ako je nužno da osoblje uđe u skaner, radiofrekventna i postavljena gradijentna polja moraju se onespособiti, osim ako su apsolutno potrebna. Ako su postavljena gradijentna polja potrebna, moraju se, ako je moguće, ograničiti na jedan gradijent i sporu brzinu skaniranja kako bi se ograničila veličina izloženosti. Slično tome, ako su radiofrekventna polja potrebna, moraju funkcionirati na najmanjoj snazi u skladu s postizanjem radnog cilja.

F.7. Magnetska rezonancija u istraživačkom okruženju

Poznato je da je rad u istraživačkom okruženju vjerojatno manje rutinski i iz nužnosti može uključivati višu razinu aktivnosti radnika bliže skaneru. Unatoč tome, općenito bi trebalo biti moguće slijediti opća načela koja su gore navedena za skaniranje pacijenata, pritom ih prilagođavajući kako je potrebno da bi se zadovoljili posebni zahtjevi istraživanja. Međunarodno društvo za magnetske rezonancije u medicini razvilo je detaljne savjete o sigurnom upravljanju MRI-om u istraživačkom okruženju (Calamante i drugi, 2014.).

DODATAK G

ZAHTJEVI OSTALIH EUROPSKIH TEKSTOVA

G.1. Zakonska osnova za europsko zakonodavstvo

Europsko se pravo oblikuje prema tri temeljna sporazuma:

- Ugovor o Europskoj uniji (TEU);
- Ugovor o funkcioniranju Europske unije (TFEU);
- Ugovor o osnivanju Europske zajednice za atomsku energiju.

TFEU (prije poznat kao Rimski ugovor) pruža zakonodavnu osnovu za direktive o kojima se dolje raspravlja.

G.2. Direktive o zdravlju i sigurnosti

TFEU kao zadaću postavlja poticanje poboljšanja radnog okruženja s obzirom na zdravlje i sigurnost radnika. Da bi olakšao izvršenje te zadaće, on omogućuje uvođenje direktiva koje određuju minimalne zahtjeve.

G.2.1. Okvirna direktiva

Okvirna direktiva (89/391/EEZ) uvedena je 1989. godine kao sveobuhvatna direktiva za ovo područje. Okvirna direktiva postavlja opća načela prevencije i zaštite radnika po pitanju nezgoda i bolesti na poslu. Poslodavcima postavlja obveze po pitanju:

- procjene rizika (vidjeti poglavlje 5.);
- prevencije rizika (vidjeti poglavlje 9.);
- priprema za prvu pomoć, gašenje požara, evakuaciju i postupaka u slučaju ozbiljne i neposredne opasnosti;
- vođenja evidencije o nezgodama;
- informiranja radnika, sudjelovanja i osposobljavanja;
- zdravstvenog nadzora u skladu s nacionalnim običajima i praksom;
- zaštite posebno osjetljivih rizičnih skupina.

Okvirna direktiva također obvezuje radnike da:

- se ispravno koriste opremom, tvarima i osobnom zaštitnom opremom;
- obavijeste poslodavca o svakoj situaciji koja predstavlja ozbiljnu i neposrednu opasnost i o svakom nedostatku u pripremanju zaštite;
- surađuju s poslodavcem u provođenju mjera zaštite zdravlja i sigurnosti.

Okvirna direktiva omogućuje uvođenje pojedinačnih direktiva, koje zapravo pružaju dodatne detalje o tome kako postići ciljeve Okvirne direktive u specifičnim situacijama. Direktiva o elektromagnetskim poljima samo je jedna od mnogih zasebnih direktiva koje nadopunjuju opće zahtjeve Okvirne direktive. Neke od ovih ostalih direktiva mogu biti povezane s radom s elektromagnetskim poljima i ukratko su dolje opisane. Za precizne informacije o bilo kojoj od ovih direktiva vidi same direktive, nacionalno zakonodavstvo koje ih provodi i bilo koje službene vodiče koji su dostupni.

G.2.2. Direktiva o radnoj opremi

Direktiva o radnoj opremi (2009/104/EZ) obvezuje poslodavce da osiguraju da je radna oprema koja se pruža radnicima sigurna i prikladna za radno mjesto na kojem se treba koristiti. Također obvezuje poslodavce da se pobrinu o ispravnom održavanju radne opreme da bi ona ostala usklađena kroz cijeli svoj uporabni vijek. Poslodavac mora provoditi inspekciju i/ili ispitivanje da oprema uvijek bude ispravno postavljena i ispravno radi, te mora zabilježiti rezultate.

Ako je vjerojatno da će radna oprema uzrokovati posebne rizike, poslodavac je obavezan ograničiti njeno korištenje na one kojima je ona potrebna te osigurati da popravke, izmjene, održavanje ili servisiranje provodi samo za to određeno osoblje.

Poslodavci su obavezni zaposlenicima pružiti informacije o uvjetima korištenja radne opreme, predvidljivim neuobičajenim situacijama i opasnostima koje ih se tiču. Radnici bi također morali polaziti prikladno osposobljavanje.

G.2.3. Direktiva o radnome mjestu

Direktiva o radnome mjestu (89/654/EEZ) obvezuje poslodavce da osiguraju radno mjesto koje je sigurno, čisto i pravilno održavano.

G.2.4. Direktiva o sigurnosnim znakovima i/ili znakovima za zaštitu zdravlja

Direktiva o sigurnosnim znakovima i/ili znakovima za zaštitu zdravlja (92/58/EEZ) obvezuje poslodavce da osiguraju da su sigurnosni znakovi i/ili znakovi za zaštitu istaknuti gdje se opasnosti ne mogu izbjeći ili umanjiti. Radnicima i njihovim predstavnicima moraju biti pružene upute o značenju znakova i postupcima koji moraju biti poduzeti kada su znakovi istaknuti.

Minimalni zahtjevi za ove znakove detaljno su objašnjeni u prilogima ovoj Direktivi.

G.2.5. Direktiva o trudnim radnicama

Direktiva o trudnim radnicama (92/85/EEZ) obvezuje poslodavce da procijene rizike sigurnosti i zdravlju od izlaganja nizu fizičkih, bioloških i kemijskih agenata, uključujući neionizirajuće zračenje. Rezultati procjene i bilo kojih mjera koje se moraju provesti moraju biti dostupni radnicama koje su trudne, koje su nedavno rodile ili koje doje, te radnicama za koje postoji vjerojatnost da će se naći u jednoj od tih situacija. Ako se rizici identificiraju poslodavac je obavezan izbjeći ih prilagođavanjem radnih uvjeta, premještanjem radnice na drugi posao ili odobravanjem dopusta.

Direktiva također pruža zaštitu radnicama od toga da moraju raditi u noćnim smjenama kada je to medicinski naznačeno, daje pravo na rodiljni dopust, te pruža zaštitu od otkaza zbog trudnoće ili rodiljnog dopusta.

G.2.6. Direktiva o mladim radnicima

Direktiva o mladim radnicima (94/33/EZ) utvrđuje sustav zaštite za svakoga tko je mlađi od 18 godina. Uz određene iznimke, države članice obvezne su zabraniti rad djeci koja su u sustavu redovitog obveznog školovanja (te u svakom slučaju djeci mlađoj od 15 godina).

Od poslodavaca se zahtijeva da vrše procjenu rizika koja posebno u obzir uzima rizike koji nastaju nedostatkom iskustva, nedostatkom osviještenosti o postojećim ili potencijalnim rizicima, te činjenicom da mladi ljudi nisu u potpunosti sazreli. Od poslodavaca se zahtijeva da provedu mjere zaštite sigurnosti i zdravlja mladih ljudi. Procjena se mora provesti prije negoli mladi ljudi započnu s radom i kada nema velikih promjena u radnim uvjetima. Mladi radnici i njihovi predstavnici moraju biti obaviješteni o rezultatima procjene i donesenim mjerama.

G.2.7. Direktiva o uporabi osobne zaštitne opreme

Direktiva o uporabi osobne zaštitne opreme (89/656/EEZ) obvezuje poslodavce da osiguraju korištenje osobne zaštitne opreme ako se rizici ne mogu izbjeći ili dovoljno ograničiti tehničkim ili organizacijskim mjerama. Sva osobna zaštitna oprema mora ispunjavati odredbe EU-a o izvedbi i izradi te mora:

- biti prikladna za rizike, bez da sama vodi u dodatne rizike;
- odgovarati postojećim uvjetima na radnome mjestu;
- uzeti u obzir ergonomske zahtjeve i zdravstveno stanje radnika;
- ispravno pristajati korisniku nakon potrebnih prilagodbi.

Osobna zaštitna oprema mora radniku biti besplatno osigurana, ispravna i u dobrom higijenskom stanju. Poslodavac mora provesti procjenu da bi se uvjerio u prikladnost i, ako je to potrebno, kompatibilnost s drugom osobnom zaštitnom opremom.

Radnici moraju biti prikladno obučeni za upotrebu bilo koje osobne zaštitne opreme koja im se pruži.

G.3. Direktive o proizvodima

TFEU zabranjuje kvantitativna ograničenja trgovine između država članica Europske unije, ili mjere koje imaju sličan učinak. Sudska praksa utvrdila je da se ograničenja na slobodno kretanje proizvoda unutar Europske unije mogu opravdati samo na temelju neusklađenosti s *bitnim zahtjevima*. To je dovelo do potrebe za utvrđivanjem *bitnih zahtjeva* i za standardizacijom procjene usklađenosti.

Ta su pitanja isprva riješena donošenjem *Novog pristupa* regulaciji proizvoda koji je postavio sljedeća načela:

- usklađivanje zakonodavstva mora biti ograničeno na bitne zahtjeve koje proizvodi koji su plasirani na tržište EU-a moraju ispunjavati ako žele imati korist od slobode kretanja unutar EU-a;
- tehničke specifikacije za proizvode da zadovolje bitne zahtjeve moraju se utvrditi u usklađenim normama;
- proizvodi koji su izrađeni u skladnosti s usklađenim normama imaju korist od toga što se pretpostavlja usklađenost s odgovarajućim bitnim zahtjevima;

- primjena usklađenih ili drugih normi ostaje dobrovoljna; proizvođači uvijek mogu primjenjivati druge tehničke specifikacije radi ispunjenja zahtjeva, ali tada će morati dokazati da su to učinili.

Novi pristup sada je zamijenjen Novim zakonodavnim okvirom koji je revidirao i pojačao aspekte prijašnjeg sustava.

Taj sustav propisa o proizvodima omogućava regulaciju grupa proizvoda širokog raspona koje imaju zajedničke bitne zahtjeve. Do danas je doneseno 27 direktiva prema tom sustavu, ali vjerojatno samo njih nekoliko ima veze sa sigurnošću elektromagnetskih polja na radnome mjestu i o njima se dolje u tekstu raspravlja.

G.3.1. Električna oprema

Električna oprema koja je dostupna na tržištu u Europskoj uniji podložna je zahtjevima Direktive o niskom naponu (2006/95/EZ). Ta je direktiva preinačena 2014., te države članice moraju uvesti nacionalno zakonodavstvo da provedu novu Direktivu o niskom naponu (2014/35/EU) do 20. travnja 2016. S posebnim iznimkama, Direktiva o niskom naponu primjenjuje se na električnu opremu osmišljenu da radi pri naponima izmjenične struje između 50 i 1 000 V ili naponima istosmjerne struje između 75 i 1 500 V.

Direktiva o niskom naponu zahtijeva da oprema ne ugrožava zdravlje i sigurnost ljudi, domaćih životinja ili imovine ako je ispravno postavljena, održavana i korištena kao što je namijenjena. Za ovaj je vodič vrlo važan zahtjev za primjenom tehničkih mjera da se osigura da oprema ne proizvodi zračenja koja bi mogla uzrokovati opasnost.

G.3.2. Strojevi

Strojevi koji su dostupni na tržištu u Europskoj uniji podložni su zahtjevima Direktive o strojevima (2006/42/EZ). U širokom smislu Direktiva se odnosi na bilo koji sklop povezanih dijelova komponenti, od kojih se barem jedna pomiče, i u koji je postavljen pogonski sustav ili je za to namijenjen. Uz iznimku strojeva za podizanje, oprema koju pokreće isključivo ljudska ili životinjska snaga nije uključena u područje primjene ove Direktive. Postoji niz posebnih iznimaka i dodataka ovom širokom području primjene.

Direktiva o strojevima postoji da se osigurava da strojevi ne predstavljaju rizik zdravlju ili sigurnosti. Postoje posebni zahtjevi koji osiguravaju da se nepoželjne emisije zračenja uklone ili smanje na razine koje nemaju opasne učinke na ljude. Neionizirajuće emisije zračenja tijekom postavljanja, rada i čišćenja moraju se ograničiti na razine koje nemaju negativne posljedice na ljude.

Proizvođači strojeva moraju pružiti informacije o preostalim rizicima u uputama koje dolaze uz strojeve. Proizvođači su također dužni navesti informacije o vjerojatnim emisijama neionizirajućeg zračenja ako bi ona mogla naštetiti ljudima, uključujući osobe s ugrađenim medicinskim proizvodima.

G.3.3. Radijska oprema

Radijska oprema koja je plasirana na tržište unutar Europske unije podložna je zahtjevima Direktive o radijskoj opremi i telekomunikacijskoj terminalnoj opremi (1999/5/EZ). Međutim, od 13. lipnja 2016., ova će Direktiva biti ukinuta i zamijenjena s Direktivom o radijskoj opremi (2014/53/EU). Prema tranzicijskim uvjetima radijska oprema koja je u skladu s Direktivom 1999/5/EZ može se stavljati na tržište do 13. lipnja 2017. Direktiva o radiju primjenjuje se na bilo koju opremu koja je osmišljena da namjerno odašilje i/ili prima radiovalove sa svrhom radiokomunikacije i/ili radiodeterminacije (uporaba radiovalova da se odrede položaj, brzina ili druga svojstva predmeta, ili informacije o tim svojstvima). Direktiva o radijskoj opremi

i telekomunikacijskoj terminalnoj opremi ima šire područje primjene i, na primjer, također uključuje svu opremu namijenjenu za spajanje na javnu mrežu.

Obje direktive sadržavaju iste zahtjeve po pitanju zdravlja i sigurnosti kao i Direktiva o niskom naponu (vidjeti odjeljak G.3.1.), ali bez ograničenja na granice napona.

G.3.4. Medicinski uređaji

Medicinski elektronički uređaji koji se plasiraju na tržište unutar Europske unije podložni su zahtjevima Direktive o medicinskim proizvodima (93/42/EEZ) ili Direktive o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju (90/385/EEZ). Objе su direktive dalje obrađene u odjeljcima E.2.1.1. (Direktiva o aktivnim medicinskim proizvodima za ugradnju) i E.2.3. (Direktiva o medicinskim proizvodima).

G.3.5. Osobna zaštitna oprema

Osobna zaštitna oprema koja se plasira na tržište unutar Europske unije podložna je zahtjevima Direktive o osobnoj zaštitnoj opremi (89/686/EEZ). Podložno posebnim iznimkama, osobna zaštitna oprema općenito se definira kao bilo koji uređaj ili aparat namijenjen za nošenje ili za rukovanje za zaštitu od jedne ili više opasnosti za zdravlje i sigurnost.

Direktiva o osobnoj zaštitnoj opremi zahtijeva da se osobna zaštitna oprema plasira na tržište i stavlja u uporabu samo ako čuva zdravlje i osigurava sigurnost korisnika ako se pravilno održava i koristi za namijenjenu svrhu. Osobna zaštitna oprema ne smije ugroziti zdravlje ili sigurnost drugih ljudi, životinja ili imovine.

G.3.6. Opća sigurnost proizvoda

Svrha je Direktive o općoj sigurnosti proizvoda (2001/95/EZ) osigurati sigurnost proizvoda namijenjenih potrošačima. Ako takvi proizvodi pripadaju u područje primjene jednoga od novih pristupa ili novih zakonodavnih okvirnih direktiva, zahtjevi specifične direktive obično će imati prednost pred onima iz Direktive o općoj sigurnosti proizvoda. Iako je cilj Direktive o općoj sigurnosti proizvoda zaštita potrošača, primjenjuje se na proizvode koje je tvrtka kupila za uporabu uz uvjet da je proizvod namijenjen za potrošačku uporabu.

Direktiva o općoj sigurnosti proizvoda zahtijeva da proizvodi ili ne smiju predstavljati rizik ili predstavljaju samo minimalne rizike kompatibilne s namijenjenom upotrebom i koji se smatraju prihvatljivima (u skladu s visokom razinom zaštite zdravlja i sigurnosti). Ti se zahtjevi primjenjuju u svim razumno predvidljivim uvjetima korištenja, uključujući ugradnju, puštanje u pogon, te održavanje.

G.3.7. Elektromagnetska kompatibilnost

Oprema koja će vjerojatno izazvati elektromagnetske smetnje ili je podložna utjecaju takvih smetnji i ili plasirana na tržište ili puštena u pogon u Europskoj uniji podložna je zahtjevima Direktive o elektromagnetskoj kompatibilnosti (2004/108/EZ). Ta je Direktiva nedavno izmijenjena, te će nova Direktiva o elektromagnetskoj kompatibilnosti (2014/30/EU) stupiti na snagu 20. travnja 2016. i postojeća će se Direktiva ukinuti istog dana. Sva oprema koja se plasira na tržište prije 20. travnja 2016. i usklađena je s Direktivom 2004/108/EZ može biti dostupna na tržištu i nakon tog dana. Postoje posebne iznimke području primjene direktiva, uključujući slučaj gdje oprema spada pod područje primjene Direktive o radijskoj opremi i telekomunikacijskoj terminalnoj opremi (vidjeti G.3.3.) te aeronautičku opremu. Zahtjeve elektromagnetske kompatibilnosti za

zrakoplove pokriva Uredba (EZ) 216/2008, dok su vozila s četiri ili više kotača pokrivena Uredbom (EZ) 661/2009.

Direktive o elektromagnetskoj kompatibilnosti ne sadrže odredbe koje se posebno tiču osiguranja zdravlja i sigurnosti ljudi. Međutim, one sadrže zahtjeve ograničavanja elektromagnetske smetnje radi sprječavanja interferencije s drugom opremom, te da oprema mora imati određenu razinu otpornosti na smetnje koja će osigurati da može raditi u svojem namijenjenom okruženju bez neprihvatljivog propadanja. Ti zahtjevi mogu imati utjecaja na sigurnost po pitanju nekih neizravnih učinaka.

G.4. Preporuka Europskog vijeća

Radi zaštite pripadnika šire javnosti, Vijeće Europske unije donijelo je Preporuku o ograničavanju izlaganja šire javnosti elektromagnetskim poljima (1999/519/EZ). Preporuka pruža okvir za zaštitu pripadnika šire javnosti od utvrđenih štetnih učinaka na zdravlje koji mogu biti posljedica izlaganja elektromagnetskim poljima. Ona ne rješava pitanje zaštite radnika.

Preporuka Vijeća nije obvezujuća, ali uspostavlja sustav osnovnih ograničenja koja su količine koje se ne smiju premašiti i konceptualno su ekvivalentna ELV-ovima kojima se koristi u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

S obzirom na to da su osnovna ograničenja većinom utvrđena u smislu unutarnjih količina unutar tijela koje se ne mogu lako mjeriti, Preporuka Vijeća također utvrđuje sustav referentnih razina utvrđenih u smislu količina vanjskih polja koja se mogu lakše procijeniti. Referentne razine izvedene su iz osnovnih ograničenja korištenjem konzervativnih pristupa tako da ako referentne razine nisu premašene, tada temeljno osnovno ograničenje neće biti premašeno. Međutim, s obzirom na to da je izvođenje referentnih razina temeljeno na pretpostavkama najgorog slučaja, često je moguće premašiti referentne razine, ali ne i osnovna ograničenja. Po tom su pitanju referentne razine konceptualno ekvivalentne vrijednostima upozorenja kojima se koristi u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

Prilikom primjenjivanja sustava osnovnih ograničenja i referentnih razina, državama je članicama preporučeno razmotriti rizike i prednosti tehnologija koje stvaraju elektromagnetska polja. Državama članicama također je preporučeno da pružaju informacije široj javnosti i promiču i proučavaju istraživanja koja se tiču učinaka na zdravlje od elektromagnetskih polja.

Preporuka Vijeća također poziva Europsku komisiju da doprinosi zaštiti šire javnosti. Komisija je pozvana da radi na uspostavljanju europskih normi radi potpore sustavu zaštite koji je opisan, da potiče istraživanja dugoročnih i kratkoročnih učinaka izlaganja, da promiče uspostavljanje međunarodnog konsenzusa po ovom pitanju, te da pitanja koja su obuhvaćena Preporukom budu podložna stalnoj reviziji.

Sustav zaštite opisan u Preporuci Vijeća široko je prihvaćen kao okvir za zaštitu šire javnosti. Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća koriste se kao temelj za upravljanje izlaganjima u mnogo javno pristupačnih područja. Osim toga, referentne se razine koriste u razvoju normi za elektromagnetsku otpornost aktivnih ugrađenih medicinskih proizvoda.

DODATAK H

EUROPSKE I MEĐUNARODNE NORME

Tehničke norme za elektromagnetska polja razvijala su tijela poput Međunarodnoga elektrotehničkog povjerenstva (IEC), Europskog odbora za elektrotehničku normizaciju (CENELEC) i druga normizacijska tijela.

CENELEC je već razvio niz normi za izloženost na radnome mjestu koje se tiču procjene elektromagnetskih polja. Međutim, ove su norme razvijene radi uspostavljanja usklađenosti po pitanju prethodne Direktive o elektromagnetskim poljima. Stoga se normama iz 2013. ili prije ne bi trebalo koristiti za procjenu usklađenosti s trenutnom Direktivom o elektromagnetskim poljima.

Međutim, neke postojeće norme dopuštaju da se usklađenost procjeni u odnosu na Preporuku Vijeća (1999/519/EZ). Prema članku 4. stavku 6. Direktive o elektromagnetskim poljima, poslodavci ne moraju sami provoditi procjene izloženosti za radna mjesta koja su otvorena za javnost i za koje procjena pokazuje da je usklađeno s Preporukom Vijeća (1999/519/EZ). Taj stavak ovisi o tome da izlaganja radnika ne prelaze ona za javnost i o nepostojanju rizika za zdravlje i sigurnost.

CENELEC također objavljuje norme za proizvode koji su usklađeni s raznim direktivama o proizvodima (vidjeti odjeljak G.3.). Popisi normi koje su usklađene sa svakom direktivom o proizvodima objavljuju se na prostoru za poduzeća na internetskim stranicama Europske komisije. Proizvođači i dobavljači mogu se koristiti tim normama radi dokazivanja usklađenosti sa sigurnosnim zahtjevima za elektromagnetska polja. Ako je oprema namijenjena za javno korištenje i usklađena je sa strožim razinama sigurnosti koje su potrebne za takvu opremu, te ako se ne koristi drugom opremom, radno mjesto smatra se usklađenim s Preporukom Vijeća (1999/519/EZ).

Kao što je gore naznačeno, ako su norme razvijene, one obično spadaju u jedan od dva tipa: norme za emisije i norme za izlaganje.

- Norme za emisije tiču se emisija iz opreme i pružaju način na koji proizvođači mogu dokazati da polje koje proizvod emitira neće premašiti određenu granicu. Ta će granica obično biti ili AL-ovi ili ELV-ovi iz Direktive o elektromagnetskim poljima, ili vrijednosti iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ). Važno je da će se te procjene temeljiti na korištenju opreme kako je namijenjena. Ako se opremom ne koristi kako je proizvođač namijenio, tada procjena nije valjana.
- Norme procjene izlaganja uglavnom pružaju normativan način procjenjivanja izlaganja u određenim industrijama ili za posebne tipove tehnologije. Procjene radnog mjesta moraju uzeti u obzir kako se opremom koristi i mora pokriti sve aspekte rada s opremom uključujući čišćenje i održavanje.

Općenito, norme za emisiju pokušavaju osigurati da je ukupno izlaganje emisiji iz uređaja dovoljno nisko da njegovo korištenje, čak i u blizini drugih uređaja koji emitiraju elektromagnetska polja, neće uzrokovati prekoračenje granica izloženosti.

Valja napomenuti da se ove norme tiču procjene zasebnih dijelova opreme, dok se Direktiva o elektromagnetskim poljima tiče izloženosti radnika iz svih izvora. Moguće je da izloženost više od jednom izvoru koji je usklađen sam po sebi može za posljedicu imati kombiniranu osobnu izloženost koja premašuje AL ili ELV. Međutim, polja općenito brzo opadaju s udaljenošću tako da gdje je oprema udaljena jedna od druge rezultirajuća će polja obično biti usklađena.

U CENELEC-u se trenutno radi na razvoju novih tehničkih normi koje će biti usredotočene na postizanje usklađenosti s trenutnom Direktivom o elektromagnetskim poljima. Te će norme biti objavljene kada se donesu, ali vjerojatno će proći dosta vremena do razvoja opsežnog kompleta normi. Unatoč tome, svatko tko treba provesti procjenu mora provjeriti dostupnost norme koja se tiče trenutne Direktive o elektromagnetskim poljima.

Unutar CENELEC-a rad na razvoju novih normi za procjenu izloženosti provodi Tehnički odbor CLC/TC106X: elektromagnetska polja u ljudskom okruženju. Napredak na razvoju novih normi može se provjeriti na TC106X dijelu CENELEC-ove internetske stranice.

DODATAK I

IZVORI

I.1. Savjetodavno/regulatorno

I.1.1. Europska unija

Država	Organizacija	Internetska stranica
Austrija	Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz	www.bmask.gv.at/site
Belgija	Savezna javna služba zapošljavanja, rada i socijalnog dijaloga	www.employment.belgium.be
Bugarska	Nacionalni centar javnog zdravlja i analiza	ncphp.government.bg/en
Cipar	Ministarstvo rada i društvenog osiguranja	www.mlsi.gov.cy
Češka	Ministarstvo rada i socijalne politike	www.mpsv.cz/cs
Danska	Dansko državno tijelo za radno okruženje	www.at.dk
Estonija	Estonski inspektorat rada	www.ti.ee
Finska	Ministarstvo socijalne politike i zdravlja	www.riskithaltuun.fi
Francuska	Ministère du Travail, de l'Emploi, et du Dialogue social	www.travail.gouv.fr
Grčka	Ministarstvo rada i socijalne politike	www.mathra.gr
Hrvatska	Ministarstvo rada i mirovinskog sustava	www.mrms.hr
Irska	Državno tijelo za zdravlje i sigurnost	www.hsa.ie
Italija	Nacionalni institut za osiguranje od nezgoda na poslu	www.inail.it
Latvija	Državni inspektorat rada Republike Latvije	www.vdi.gov.lv
Litva	Odjel rada, Ministarstvo socijalne sigurnosti i rada	www.socmin.lt/en
Luksemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/de/home.html
Mađarska	Nacionalni istraživački institut za radiobiologiju	www.osski.hu
Malta	Državno tijelo za zdravlje i sigurnost na radu	www.ohsa.org.mt
Nizozemska	Nacionalni institut za javno zdravlje i okoliš	www.rivm.nl
Njemačka	Savezno ministarstvo rada i socijalne politike	www.bmas.bund.de
Poljska	Središnji institut za zaštitu rada	www.ciop.pl
Portugal	Autoridade para as Condições de Trabalho	www.act.gov.pt
Rumunjska	Nacionalni istraživački i razvojni institut za sigurnost na radu	www.protectiamuncii.ro
Slovačka	Ministarstvo rada, socijalne politike i obitelji	www.employment.gov.sk/en
Slovenija	Ministarstvo rada, obitelji i socijalne politike	www.gov.si
Španjolska	Nacionalni institut za sigurnost i higijenu na radu	www.meyss.es
Švedska	Švedsko tijelo za radno okruženje	www.av.se
Ujedinjena Kraljevina	Organizacija za zaštitu na radu Englesko javno zdravstvo	www.hse.gov.uk www.gov.uk/government/organisations/public-health-england

I.1.2. Međunarodne organizacije

Organizacija	Internetska stranica
Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja	www.icnirp.de
Svjetska zdravstvena organizacija	www.who.int
Europska konfederacija sindikata	www.etuc.org
Europski savez za javno zdravstvo	www.epha.org
Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu	osha.europa.eu
Međunarodna komisija za medicinu rada	www.icohweb.org

I.2. Trgovačka udruženja

Organizacija	Internetska stranica
Europska udruga poslodavaca u metalnoj, inženjerskoj i tehnološkoj industriji	www.ceemet.org
Europsko udruženje proizvođača automobila	www.acea.be
Euro Chlor	www.eurochlor.org
Europska mreža operatera prijenosnih sustava za električnu energiju – ENTSO-E	www.entsoe.eu
Europski koordinacijski odbor radioloških, elektromedicinskih i medicinskih IT industrija (COCIR)	www.cocir.org
Europska udruga elektroprivrednih organizacija – EURELECTRIC	www.eurelectric.org

I.3. Nacionalne smjernice

Država	Smjernice
Belgija	Pravilnik br. 7 o minimalnim zahtjevima za sigurnost i zdravlje na radu, Službeni list br. 88, 1999.
Danska	Izvršni nalog br. 559 o „Obavljanju poslova” Izvršni nalog br. 513 o izmjeni izvršnog naloga br. 559 o „Obavljanju poslova” Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, Maj 2002 At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING – A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø
Estonija	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piinormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finska	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa yllälistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN) Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (tiskano) ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN) Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0 Sähkömagneettiset kentät työympäristössä — Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311 Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311 Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen — Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.) ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
Francuska	Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (Otporno zavarivanje) INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Grčka	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Latvija	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā
Litva	Litavska higijenska norma (HN) 110: 2001 Elektromagnetska polja frekvencije 50 Hz na radnome mjestu. Dopuštene vrijednosti parametara i mjernih zahtjeva i rada br. 660/174 od 21. prosinca 2001. Litavska higijenska norma (HN) 80: 2011 Elektromagnetska polja na radnim mjestima i u životnoj okolini. Dopuštene vrijednosti parametara i mjernih zahtjeva u rasponu radio frekvencije od 10 kHz do 300 GHz, odobrene nalogom ministra zdravstva i br. V-199 od 2. ožujka 2011. Pravila određivanja dopuštenih razina jakosti elektrostatičkih polja na radnim mjestima odobrena nalogom ministra zdravstva i br. 28 od 18. siječnja 2001.

Luksemburg	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4
Njemačka	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten Izveštaj IFA-e 2/2009, Elektromagnetska polja kod ručnih aparata za točkasto zavarivanje Hannah Heinrich (2007.). Procjena nesinusoidne, pulsne ili isprekidane izloženosti električnim i magnetskim poljima niske frekvencije, <i>Health Physics</i> , 92, (6) BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Elektromagnetska polja na radnome mjestu, ISSN 0174-4992
Poljska	Direktiva Europske unije, smjernice ICNIRP-a i poljsko zakonodavstvo o elektromagnetskim poljima, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)</i> , 12(2), 125.-136. Izloženost radnika elektromagnetskim poljima. Pregled otvorenih pitanja o tehnikama za procjenu izloženosti, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)</i> , 15(1), 3.-33.
Rumunjska	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) — Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007

I.4. Industrijske smjernice

Organizacija	Smjernice
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. 3. izdanje, 2014.

DODATAK J

POJMOVNIK I KRATICE

J.1. Pojmovnik

Blokada (vidjeti sigurnosnu blokadu)	Mehanički, električni ili uređaj druge vrste čija je svrha spriječiti rad opreme u određenim uvjetima
Dielektrik	Električni izolator koji se može polarizirati pomoću primijenjenog električnog polja
Dipol	Antena koja se sastoji od vodljive šipke u čijem je središtu žica za spajanje
Dodirna struja	Električna struja koja protječe kroz osobu kada dodirne vodljivi predmet unutar elektromagnetskog polja
Dozimetrija	Izračun ili procjena depozicije energije unutar ljudskog tijela
Džul	Mjerna jedinica za energiju, jednaka radu koji napravi sila od jednog njutna koja pomiče predmet na putu od jednog metra. Oznaka: J
Elektromagnetski spektar	Elektromagnetski spektar je opseg svih mogućih frekvencija elektromagnetskog zračenja. Spektar se proteže od kraćih valnih duljina poput rendgenskih zraka, preko vidljivog zračenja do većih valnih duljina zračenja mikrovalova, televizije i radio valova
Elektromagnetsko zračenje	Elektromagnetsko zračenje je oblik zračenja s komponentama električnih i magnetskih polja, koja se može opisati kao valovi koji se šire brzinom svjetlosti. U nekim okolnostima može se smatrati da elektromagnetsko zračenje postoji u obliku čestica zvanih fotoni
Fosfeni	Bljeskovi svjetla koje osobe osjete bez padanja svjetlosti na njihove oči
Frekvencija	Broj titraja u jedinici vremena. Oznaka: f Jedinica: Hz
Gustoća snage (S)	Snaga zračenja po jedinici površine (Wm ⁻²)
Gustoća struje	Električna struja ili protok električnog naboja kroz vodljivi medij, poput tkiva, po jedinici područja poprečnog presjeka. Jedinica: amper po metru kvadratnom. Oznaka: A/m ²
Indeks izloženosti	Uočena izloženost podijeljena s graničnom vrijednosti. Ako je indeks izloženosti manji od jedan, izloženost je usklađena
Indukcija	Indukcija (elektromagnetska) je stvaranje napona na električnom vodiču kada se izloži vremenski promjenjivom magnetskom polju
Industrijska elektroliza	Široko korišten postupak u kojem se električnom strujom potiče kemijska reakcija koja nije spontana
Magnetska rezonancija	Medicinska tehnika snimanja koja koristi jaka magnetska polja i elektromagnetska polja visoke frekvencije za stvaranje detaljnih slika unutrašnjosti tijela
Magnetski pregled čestica	Metoda za otkrivanje pukotina i drugih oštećenja na magnetiziranim materijalima pomoću magnetskog praha i magnetskih polja
Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja (ICNIRP)	Tijelo sastavljeno od nezavisnih stručnjaka čiji je cilj prosljeđivanje informacija i savjeta o potencijalnim štetnim učincima izloženosti neionizirajućem zračenju na zdravlje
Napon	Mjerna veličina za razliku električnog potencijala, oznaka: V
Neionizirajuće zračenje	Zračenje koje ne proizvodi ionizaciju u biološkom tkivu. Primjer su ultraljubičasto zračenje, svjetlost, infracrveno zračenje i radiofrekventno zračenje
Norma za proizvode	Dokument koji određuje bitne značajke proizvoda koje omogućuju usklađenost proizvodnje i interoperabilnost
Odstupanje	Djelomično ukidanje zakona ili propisa u određenim okolnostima
Opasnost	Nešto s potencijalom nanošenja štete. Šteta može biti nanosena ljudima, imovini ili okruženju.
Ortogonalno	Pod pravim kutom (90 stupnjeva)

Prijenos	Prolaz zračenja kroz medij. Ako se sve zračenje ne apsorbira, za dio koji prođe kaže se da je prenesen. Ovisi o valnoj duljini, polarizaciji, jačini zračenja i prijenosnom materijalu
Radiofrekventno zračenje	Elektromagnetsko zračenje koje se često definira s frekvencijama između 100 kHz i 300 GHz
Razumno predvidljivi događaj	Pojava događaja koji se u određenim okolnostima može prilično točno predvidjeti, a čija vjerojatnost ili frekvencija pojave nije mala ili jako mala
Rizični faktor	Proizvod vjerojatnosti pojavljivanja opasnog događaja te ishod ili šteta do koje taj događaj dovodi
Rizik	Vjerojatnost ozljeda, štete ili oštećenja
Ručna radiostanica	Ručni dvosmjerni uređaj za komunikaciju koji radi na nelicenciranim pojasevima radijskih frekvencija. Formalnije poznat kao ručni odašiljač-prijamnik
Sigurnosna blokada	Mehanički, električni ili uređaj druge vrste čija je svrha spriječiti rad opreme u određenim uvjetima
Sigurnosno	Sigurnosna komponenta je ona čiji kvar ne povećava opasnost, tj. kvari se u sigurnom stanju. U načinu rada u slučaju kvara sustav je isključen ili neopasan
Sinusoidno	Varying in a way that can be represented by the trigonometrical sine function Promjenjivo na način koji se može prikazati trigonometrijskom sinusnom funkcijom
Stručna kontrola	Sigurnosne mjere ciljanog stručnog dizajna koje bi se trebale koristiti kao osnovna metoda za smanjenje izloženosti zračenju. Fizički način sprječavanja pristupa zračenju
Tehničke norme	Dokument koji određuje standardizirani pristup nekom postupku
Upaljači s mostićem	Detonator koji koristi električnu struju da vaporizira žicu: nastali strujni udar i toplina koji dovode do paljenja eksplozivnog materijala iz okruženja
Upravne mjere	Sigurnosne mjere koje nisu inženjerske vrste, npr.: kontrola ključeva, sigurnosno osposobljavanje i obavijesti upozorenja
Valna duljina	Udaljenost između sličnih točki na uzastopnim ciklusima vala. Jedinica metar, oznaka: m
Vat	Jedinica za snagu, jednaka jednom džulu u sekundi. Oznaka: W
Wi-Fi	Sustav za spajanje elektroničke opreme poput računala na lokalnu mrežu pomoću komunikacije radiofrekvencijom

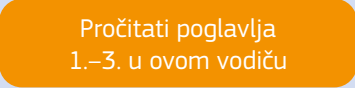

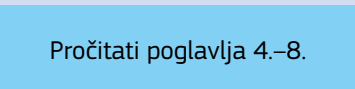
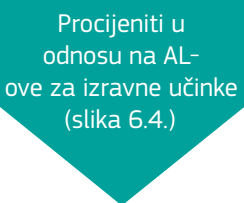

J.2. Kratice

AIMD	Aktivni ugrađeni medicinski proizvod
AL	Vrijednost upozorenja
AM	Modulacija amplitude
BSS	Osnovni sigurnosni standardi
CENELEC	Europski odbor za elektrotehničku normizaciju
DECT	Usavršeni sustav digitalnih bežičnih telekomunikacija
DVD	Digitalni višenamjenski disk
EI	Indeksi izloženosti
ELF	Izrazito niska frekvencija
ELV	Granična vrijednost izloženosti
EMF	Elektromagnetska polja
ERP	Efektivna izračena snaga
FD	Konačna razlika

FDTD	Konačna razlika u vremenskoj domeni
FEM	Metoda konačnih elemenata
HF	Visoka frekvencija
ICNIRP	Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja
IR	Infracrveno
IT	Informacijska tehnologija
LF	Niska frekvencija
MF	Srednja frekvencija
MFR	Pravilo višestrukih frekvencija
MRI	Magnetska rezonancija
NMR	Nuklearna magnetska rezonancija
OiRA	Internetska interaktivna procjena rizika
RC	Otpornik i kondenzator
RF	Radiofrekvencija
RFID	Identifikacija putem radijske frekvencije
RMS	Efektivna vrijednost
SA	Specifična apsorpcija
SAR	Specifična apsorbirana snaga
SHF	Supervisoka frekvencija
SPFD	Skalarni potencijal konačne razlike
STD	Oblikovana vremenska domena
SŽS	Središnji živčani sustav
TV	Televizija
UHF	Ultravisoka frekvencija
UV	Ultraljubičasto
VHF	Vrlo visoka frekvencija
VLF	Vrlo niska frekvencija
WBSAR	Prosječan SAR preko cijelog tijela
WLAN	Bežična lokalna mreža
WPM	Metoda ponderirane vršne vrijednosti
WPM	Weighted peak method

J.3. Simboli blok-shema

Tablica J.3. – Simboli blok-shema korišteni u ovom vodiču

Simbol	Opis	Značenje u ovom vodiču
 Pročitati poglavlja 1.–3. u ovom vodiču	Graničnik	Označava početak i kraj postupka
 Dokazana usklađenost?	Odluka	Postavlja se pitanje kojim se korisnik navodi na odabir jedne od dviju mogućnosti označene kao da ili ne
 Pročitati poglavlja 4.–8.	Proces	Označava proces koji se mora provesti radi napretka
 Procijeniti u odnosu na AL-ove za izravne učinke (slika 6.4.)	Poveznik nije na stranici	Koristi se za povezivanje s drugim blok-dijagramom. Označeni su bojom da bi se označile točke ulaska i izlaska.
 Vidjeti Prilog II., tablicu B.2.	Priprema	Upućuje korisnika da treba poduzeti pripremne radnje za ovaj odjeljak blok-sheme. Odnosi se na okvir označen bojom.

DODATAK K

BIBLIOGRAFIJA

K.1. Poglavlje 5. – Procjena rizika u kontekstu Direktive o elektromagnetskim poljima

Sustavi upravljanja zdravljem i sigurnošću na radu – smjernice za provođenje specifikacije OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Elektromagnetska polja na radnim mjestima – novi znanstveni pristup zdravlju i sigurnosti na radu. ISSN 0174-4992.

K.2. Poglavlje 9. – Zaštitne i preventivne mjere

ISO (International Organization for Standardization) (2011). Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs. ISO7010.

Melton, G., and Shaw, R. (2014), *Electromagnetic fields in the welding environment*, RR1018, HSE, London.

K.3. Poglavlje 11. – Rizici, simptomi i zdravstveni nadzor

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M., i Hietanen, M. (2014.), *Operating model for managing accidental overexposure to RF- fields*, Helsinki, Finski institut za zdravlje na radu. ISBN 978-952-261-393-6.

K.4. Dodatak D – Procjena izloženosti

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I., i Hirata, A. (2013.), „On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines”, *Phys Med Biol*, svezak 58, str. 8597-8607.

HVBG (2001), Accident Prevention Regulation Electromagnetic Fields. BGVB11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), ‘Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields’, *Health Phys*, Vol. 92, No 6, pp. 541-6.

ICNIRP(1998), ‘ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300GHz)’, *Health Phys*, Vol. 74, No 4, pp. 494-522.

ICNIRP(2010), ‘ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz — 100 kHz)’, *Health Phys*, Vol. 99, No 6, pp. 818-836.

ICNIRP (2014) , ‘ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz’, *Health Phys*, Vol. 106, No 3, pp. 418-425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), 'Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields', *Health Phys*, Vol. 79, No 4, pp. 373-88.

K.5. Dodatak E – Neizravni učinci i radnici izloženi posebnom riziku

Njemačko udruženje za socijalno osiguranje od nezgoda (2012.). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004.), „Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0–300 GHz)”, *Documents of the NRPB*, svezak 15, br. 3.

K.6. Dodatak F – Magnetska rezonancija

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G. i van den Brink, J.S. u ime Odbora za sigurnost Međunarodnog društva za magnetsku rezonanciju (2014.), „MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting”, *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M. i Kuster, N. (2008.), „An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment”, Project Report VT/2007/017.

CENELEC (Europski odbor za elektrotehničku normizaciju) (2010.) Medical electrical equipment – Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN60601-2-33.

ICNIRP (Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja) (2004.), „Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients”, *Health Phys*, svezak 87, str. 197-216.

ICNIRP (2009.), „Amendment to the ICNIRP “statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients””, *Health Phys*, svezak 97, br. 3, str. 259-261.

McRobbie, DW (2012.), „Occupational exposure in MRI”, *Br J Radiol*, svezak. 85, str. 293-312.

Radna grupa za MR (2008.), *Using MRI safely – practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Nizozemska.

Stam, R. (2008.), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, RIVM Report 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Nizozemska.

Stam, R. (2014.), „The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities”, *Ann Occup Hyg*, svezak 58, br. 5, str. 529-541.

DODATAK L

DIREKTIVA 2013/35/EU

32013L0035

29.6.2013.

SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE

L 179/1

DIREKTIVA 2013/35/EU EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA**od 26. lipnja 2013.****o minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim fizikalnim čimbenicima (elektromagnetska polja) (dvadeseta pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ) te stavljanju izvan snage Direktive 2004/40/EZ**

EUROPSKI PARLAMENT I VIJEĆE EUROPSKE UNIJE,

uzimajući u obzir Ugovor o funkcioniranju Europske unije, a posebno njegov članak 153. stavak 2.,

uzimajući u obzir prijedlog Europske komisije,

nakon prosljeđivanja nacrtu zakonodavnog akta nacionalnim parlamentima,

uzimajući u obzir mišljenje Europskoga gospodarskog i socijalnog odbora ⁽¹⁾,

nakon konzultacija s Odborom regija,

djelujući u skladu s redovnim zakonodavnim postupkom ⁽²⁾,

budući da:

(1) Na temelju Ugovora, Europski parlament i Vijeće mogu pomoću direktiva donijeti minimalne zahtjeve za poticanje poboljšanja, posebno u radnom okruženju, kako bi se jamčila viša razina zaštite zdravlja i sigurnosti radnika/radnica. Takvim direktivama ne smiju se nametati administrativna, financijska i zakonska ograničenja koja bi mogla ometati osnivanje i razvoj malog i srednjeg poduzetništva.

(2) Člankom 31. stavkom 1. Povelje Europske unije o temeljnim pravima utvrđuje se pravo svakog radnika/radnice na radne uvjete kojima se poštuje njihovo zdravlje, sigurnost i dostojanstvo.

(3) Nakon stupanja na snagu Direktive 2004/40/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o minimalnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim fizikalnim čimbenicima (elektromagnetska polja) (osamnaesta pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ ⁽³⁾), dionici, posebno iz medicinske zajednice, izrazili su ozbiljnu zabrinutost u pogledu mogućih učinaka provedbe navedene Direktive na uporabu medicinskih postupaka koji se temelje na medicinskim snimanjima. Zabrinutost je izražena i u pogledu učinka navedene Direktive na određene industrijske djelatnosti.

(4) Komisija je pažljivo proučila argumente koje su dionici izložili te je nakon nekoliko savjetovanja odlučila ponovno temeljito razmotriti neke odredbe Direktive 2004/40/EZ u smislu novih znanstvenih informacija međunarodno priznatih stručnjaka.

(5) Direktiva 2004/40/EZ izmijenjena je Direktivom 2008/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća ⁽⁴⁾, kojom se rok za prijenos Direktive 2004/40/EZ odgodio za četiri godine, a nakon toga Direktivom 2012/11/EU Europskog parlamenta i Vijeća ⁽⁵⁾, kojom se taj rok za prijenos odgodio do 31. listopada 2013. To je Komisiji omogućilo predstavljanje novog prijedloga, a suzakonodavcima donošenje nove direktive na temelju novijih i pouzdanijih dokaza.

(6) Direktivu 2004/40/EZ trebalo bi staviti izvan snage te usvojiti primjerenije i razmjernije mjere za zaštitu radnika/radnica od rizika povezanih s elektromagnetskim poljima. Tom se Direktivom nisu uzeli u obzir dugoročni učinci, uključujući moguće kancerogene učinke, izloženosti periodički promjenljivim električnim, magnetskim

⁽¹⁾ SL C 43, 15.2.2012., str. 47.

⁽²⁾ Stajalište Europskog parlamenta od 11. lipnja 2013. (još nije objavljeno u Službenom listu) i Odluka Vijeća od 20. lipnja 2013.

⁽³⁾ SL L 159, 30.4.2004., str. 1.

⁽⁴⁾ SL L 114, 26.4.2008., str. 88.

⁽⁵⁾ SL L 110, 24.4.2012., str. 1.

- i elektromagnetskim poljima, za koje trenutačno ne postoje čvrsti znanstveni dokazi kojima bi se utvrdila uzročno posljedična veza. Svrha je ove Direktive uzeti u obzir sve poznate izravne biofizikalne učinke kao i neizravne učinke prouzročene elektromagnetskim poljima, kako bi se osiguralo zdravlje i sigurnost svakog pojedinog radnika/radnice te utvrdila minimalna osnova zaštite svih radnika u Uniji istodobno smanjujući moguća narušavanja tržišnog natjecanja.
- (7) Ovom Direktivom ne uzimaju se u obzir dugoročni učinci, uključujući moguće kancerogene učinke, izloženosti elektromagnetskim poljima budući da trenutačno ne postoje čvrsti znanstveni dokazi o njihovoj uzročnoj povezanosti. Međutim, ako se pojave takvi čvrsti znanstveni dokazi, Komisija bi trebala razmotriti najbolji način kako bi te učinke uzela u obzir te bi u tom pogledu trebala u svom izvješću o praktičnoj provedbi ove Direktive obavješćivati Europski parlament i Vijeće. Pritom bi Komisija, uz odgovarajuće informacije koje prima od država članica, trebala uzeti u obzir i najnovija istraživanja i nova znanstvena saznanja iz dostupnih podataka u tom području.
- (8) Trebalo bi utvrditi minimalne zahtjeve ostavljajući državama članicama mogućnost da zadrže ili donesu povoljnije odredbe za zaštitu radnika/radnica, posebno utvrđivanjem nižih vrijednosti za vrijednosti upozorenja (ALs) ili graničnih vrijednosti izloženosti (ELVs) za elektromagnetska polja. Međutim, provedba ove Direktive ne smije služiti kao opravdanje za nazadovanje u odnosu na situaciju koja trenutačno prevladava u svakoj državi članici.
- (9) Sustav zaštite od štetnosti elektromagnetskih polja trebao bi se bez prekomjernih detalja ograničiti na definiciju ciljeva koje bi trebalo ostvariti, načela koja bi trebalo poštovati i temeljnih vrijednosti koje se moraju primjenjivati, kako bi se državama članicama omogućilo da na jednaki način primjenjuju minimalne zahtjeve.
- (10) S ciljem zaštite radnika/radnica izloženih elektromagnetskim poljima potrebno je provesti djelotvornu i učinkovitu procjenu rizika. Međutim, ova bi obveza trebala biti razmjerna situaciji na radnom mjestu. Stoga je primjereno osmisliti sustav zaštite kojim se grupiraju različiti rizici na jednostavan, postupan i lako razumljiv način. Stoga, upućivanje na brojne pokazatelje i standardne situacije, koje treba navesti u praktičnim smjernicama, mogu biti korisna pomoć poslodavcima kod izvršavanja njihovih obveza.
- (11) Neželjeni učinci na ljudsko tijelo ovise o frekvenciji elektromagnetskog polja ili zračenju kojemu je izloženo. Stoga sustavi ograničenja izloženosti trebaju ovisiti o uzorku izloženosti i frekvenciji kako bi se na odgovarajući način zaštitili radnici izloženi elektromagnetskim poljima.
- (12) Razina izloženosti elektromagnetskim poljima može se učinkovitije smanjiti primjenom preventivnih mjera u planiranju radnih stanica te odabiru radne opreme, postupaka i metoda kako bi smanjenje rizika na izvoru postalo prioritetno. Odredbe koje se odnose na radnu opremu i metode stoga doprinose zaštiti radnika/radnica koji ih koriste. Međutim, treba izbjeći dvostruke procjene kada radna oprema ispunjava zahtjeve odgovarajućeg prava Unije o proizvodima kojima se utvrđuju strože razine sigurnosti od razina utvrđenih ovom Direktivom. Ovim se dopušta jednostavnija procjena u velikom broju slučajeva.
- (13) S obzirom na tehnički napredak i znanstvene spoznaje o rizicima povezanim s izloženošću elektromagnetskim poljima, poslodavci bi trebali provesti prilagodbe s ciljem poboljšanja sigurnosti i zaštite zdravlja radnika/radnica.
- (14) Budući da je ova Direktiva pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ od 12. lipnja 1989. o uvođenju mjera za poticanje poboljšanja sigurnosti i zdravlja radnika na radu ⁽¹⁾, Direktiva 89/391/EEZ primjenjuje se na izloženost radnika elektromagnetskim poljima, ne dovodeći u pitanje strože i/ili posebne odredbe iz ove Direktive.
- (15) Fizikalne veličine, granične vrijednosti izloženosti (ELVs) i vrijednosti upozorenja (ALs) utvrđene ovom Direktivom temelje se na preporukama Međunarodne komisije za zaštitu od neionizirajućeg zračenja te bi ih trebalo razmotriti sukladno konceptima ICNIRP-a, osim ako ovom Direktivom nije drukčije utvrđeno.
- (16) Kako bi se osiguralo da ova Direktiva ostane ažurirana, na Komisiju bi trebalo u skladu s člankom 290. Ugovora o funkcioniranju Europske unije prenijeti ovlasti za donošenje isključivo tehničkih izmjena priloga, kako bi oni odražavali donošenje uredbi i direktiva u području tehničkog usklađivanja i normizacije, tehničkog napretka, promjena najrelevantnijih normi ili specifikacija i novih znanstvenih otkrića u pogledu opasnosti koje predstavljaju elektromagnetska polja te kako bi prilagodili vrijednosti upozorenja. Od posebne je važnosti da Komisija u okviru svog rada na pripremama održava odgovarajuće konzultacije, uključujući i one na stručnoj razini. Prilikom pripreme i sastavljanja delegiranih akata Komisija bi trebala osigurati istovremenu, pravodobnu i odgovarajuću dostavu odgovarajućih dokumenata Europskom parlamentu i Vijeću.

⁽¹⁾ SL L 183, 29.6.1989., str. 1.

- (17) U slučaju potrebe za izmjenama isključivo tehničke prirode priloga, Komisija bi trebala raditi u uskoj suradnji sa Savjetodavnim odborom za sigurnost i zdravlje na radu osnovanim Odlukom Vijeća od 22. srpnja 2003. ⁽¹⁾
- (18) Iznimno, kada se radi o hitnim slučajevima kao što su mogući neposredni rizici za zdravlje radnika i sigurnost koji proizlaze iz njihove izloženosti elektromagnetskim poljima, trebalo bi omogućiti primjenu hitnih postupaka u okviru delegiranih akata koje donosi Komisija.
- (19) U skladu sa Zajedničkom političkom deklaracijom od 28. rujna 2011. država članica i Komisije o dokumentima za pojašnjenje ⁽²⁾, države članice su se obvezale, u opravdanim slučajevima, priložiti jedan ili više dokumenta u kojima se objašnjava odnos između sastavnih dijelova Direktive i odgovarajućih dijelova nacionalnih instrumenata za prenošenje obavijesti o svojim mjerama za prenošenje. Zakonodavac smatra da je dostavljanje takvih dokumenta u slučaju ove Direktive opravdano.
- (20) Sustav koji uključuje granične vrijednosti izloženosti (ELVs) i vrijednosti upozorenja (ALs) trebao bi se smatrati sredstvom koje olakšava osiguravanje visokih razina zaštite od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika koje može prouzročiti izloženost elektromagnetskim poljima. Međutim, takav sustav može biti u suprotnosti s posebnim uvjetima kod određenih aktivnosti, kao što je uporaba tehnike magnetske rezonance u medicinskom sektoru. Stoga je potrebno uzeti u obzir te posebne uvjete.
- (21) S obzirom na posebnosti oružanih snaga te kako bi im se omogućilo učinkovito djelovanje i međudjelovanje, uključujući i zajedničke međunarodne vojne vježbe, državama članicama trebalo bi omogućiti provedbu istovrijednih ili specifičnih sustava zaštite kao što su međunarodno dogovorene norme, kao na primjer norme NATO, pod uvjetom da se spriječe štetni učinci na zdravlje.
- (22) Od poslodavaca bi se trebalo zahtijevati da osiguraju otklanjanje ili smanjenje na minimum rizika od elektromagnetskih polja na radnom mjestu. Unatoč tome u posebnim slučajevima i pod u potpunosti opravdanim okolnostima postoji mogućnost da se granične vrijednosti izloženosti (ELVs) utvrđene u ovoj Direktivi samo privremeno prekorače. U takvim bi slučajevima od poslodavaca trebalo zahtijevati da poduzmu potrebne mjere s ciljem ponovnog usklađivanja s graničnim vrijednostima izloženosti (ELVs) što je prije moguće.
- (23) Sustav kojim se osigurava visoka razina zaštite u pogledu štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika koji mogu biti posljedica izloženosti elektromagnetskim poljima trebao bi u obzir uzeti posebne skupine radnika koji su posebno ugroženi te izbjeći probleme interferencije ili

učinke na funkcioniranje medicinskih pomagala kao što su metalne proteze, elektronički srčani stimulatori (pejsmejkeri) i defibrilatori, implantati pužnice i drugi implantati ili medicinska pomagala koja se nose na tijelu. Problemi interferencije, posebno s elektroničkim srčanim stimulatorima (pejsmejkerima) mogu se pojaviti na razinama ispod vrijednosti upozorenja (ALs) te bi stoga trebali biti predmetom odgovarajućih mjera opreza i zaštite,

DONIJELI SU OVU DIREKTIVU:

POGLAVLJE I.

OPĆE ODREDBE

Članak 1.

Predmet i područje primjene

1. Ovom Direktivom, koja je dvadeseta pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ, utvrđuju se minimalni zahtjevi za zaštitu radnika od rizika za njihovo zdravlje i sigurnost, koji su posljedica ili bi mogli biti posljedica izloženosti elektromagnetskim poljima tijekom rada.
 2. Ovom se Direktivom obuhvaćaju svi poznati izravni biofizikalni učinci i neizravni učinci uzrokovani elektromagnetskim poljima.
 3. Granične vrijednosti izloženosti (ELVs) utvrđene u ovoj Direktivi obuhvaćaju samo čvrste znanstveno dokazane veze između kratkotrajnih izravnih biofizikalnih učinaka i izloženosti elektromagnetskim poljima.
 4. Ova Direktiva ne obuhvaća moguće dugoročne učinke.
- Komisija prati napredak u pogledu najnovijih znanstvenih spoznaja. Ako se pojave čvrsti znanstveni dokazi o mogućim dugotrajnim učincima, Komisija razmatra odgovarajući odgovor politike, uključujući prema potrebi pripremu zakonodavnog prijedloga kojim će obuhvatiti te učinke. Komisija u tom pogledu izvješćuje Europski parlament i Vijeće putem izvješća iz članka 15.
5. Ova Direktiva ne obuhvaća rizike uzrokovane kontaktom s aktivnim provodnicima.
 6. Neovisno o strožim ili specifičnijim odredbama ove Direktive, Direktiva 89/391/EEZ primjenjuje se i dalje u cijelosti na cijelo područje iz stavka 1.

Članak 2.

Definicije

Za potrebe ove Direktive primjenjuju se sljedeće definicije:

- (a) „elektromagnetska polja” znači statička električna, statička magnetska i periodički izmjenična električna, magnetska i elektromagnetska polja s frekvencijama do 300 GHz;

⁽¹⁾ SL C 218, 13.9.2003., str. 1.

⁽²⁾ SL C 369, 17.12.2011., str. 14.

(b) „izravni biofizikalni učinci” znači učinci na ljudsko tijelo koji su izravna posljedica izloženosti elektromagnetskom polju uključujući:

i. toplinske učinke, kao što su grijanje tkiva apsorpcijom energije iz elektromagnetskih polja u tkivo;

ii. netoplinski učinci, kao stimulacija mišića, živaca ili osjetilnih organa. Ti učinci mogu imati štetan učinak na mentalno i fizičko zdravlje izloženih radnika. Nadalje, stimulacija osjetilnih organa može dovesti do kratkotrajnih simptoma kao što su vrtoglavica ili fotopsije (bljeskanje pred očima). Ti učinci mogu predstavljati privremenu smetnju ili utjecati na kogniciju ili druge funkcije mozga ili mišića te stoga mogu utjecati na sposobnost radnika da radi sigurno (što predstavlja sigurnosne rizike); i

iii. struje u ekstremitetima;

(c) „neizravni učinci” znači učinci prouzročeni izloženosti predmeta elektromagnetskom polju, koji mogu postati uzrokom štetnog učinka na sigurnost ili zdravlje, kao što su:

i. interferencija s medicinskom elektroničkom opremom i pomagalicama, uključujući elektroničke srčane stimulatore (pejsmejkere) i druge implantate ili medicinska pomagala koja se nose na tijelu;

ii. opasnost od projektila feromagnetskih predmeta u statičkim magnetskim poljima;

iii. detoniranje elektro-eksplozivnih naprava (detonatori);

iv. požari i eksplozije uzrokovani zapaljenjem zapaljivih materijala iskrama koje uzrokuju inducirana polja, dodirne struje ili pražnjenja iskrom; i

v. dodirne struje;

(d) „granične vrijednosti izloženosti (ELVs)” znači vrijednosti utvrđene na temelju biofizikalnih i bioloških saznanja, posebno na temelju znanstveno dokazanih kratkoročnih i akutnih izravnih učinaka, tj. toplinskih učinaka i električne stimulacije tkiva;

(e) „granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje” znači one granične vrijednosti izloženosti iznad kojih bi radnici mogli biti izloženi štetnih učincima na zdravlje, kao što su toplinsko grijanje ili stimulacije živčanog i mišićnog tkiva;

(f) „granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila” znači granične vrijednosti izloženosti iznad kojih bi radnici mogli biti izloženi kratkotrajnim poremećajima osjetilnih percepcija i manjim promjenama moždanih funkcija;

(g) „vrijednosti upozorenja (ALs)” znači operativne razine utvrđene s ciljem pojednostavnjivanja procesa dokazivanja sukladnosti s odgovarajućim graničnim vrijednostima

izloženosti (ELVs) ili, prema potrebi, poduzimanja odgovarajućih zaštitnih ili preventivnih mjera navedenih u ovoj Direktivi.

U Prilogu II. koristi se sljedeća terminologija za vrijednosti upozorenja (ALs):

i. za električna polja, „niske vrijednosti upozorenja” i „visoke vrijednosti upozorenja” znači vrijednosti koje se odnose na posebne zaštitne ili preventivne mjere utvrđene u ovoj Direktivi; i

ii. za magnetska polja, „niske vrijednosti upozorenja” znači vrijednosti koje se odnose na granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila i „visoke vrijednosti upozorenja” koje se odnose na granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje.

Članak 3.

Granične vrijednosti izloženosti i vrijednosti upozorenja

1. Fizikalne veličine u pogledu izloženosti elektromagnetskim poljima utvrđene su u Prilogu I. U prilogima II. i III. utvrđene su granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje, granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila i vrijednosti upozorenja.

2. Države članice od poslodavaca zahtijevaju da osiguraju ograničenu izloženost radnika/radnica elektromagnetskim poljima koja nije veća od graničnih razina izloženosti za učinke na zdravlje i graničnih razina izloženosti za učinke na osjetila utvrđenih u Prilogu II. za netoplinske učinke te u Prilogu III. za toplinske učinke. Sukladnost s graničnim razinama izloženosti za učinke na zdravlje i graničnim razinama izloženosti za učinke na osjetila mora se utvrditi uporabom odgovarajućih postupaka za procjenu izloženosti iz članka 4. Kada izloženost radnika/radnica elektromagnetskim poljima prekorači granične vrijednosti izloženosti, poslodavac odmah poduzima mjere iz članka 5. stavka 8.

3. Za potrebe ove Direktive, ako se dokaže da relevantne vrijednosti upozorenja iz priloga II. i III. nisu prekoračene, smatra se da poslodavac poštuje granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila. Ako izloženost prekorači vrijednosti upozorenja, poslodavac djeluje sukladno članku 5. stavku 2., osim ako procjena provedena sukladno članku 4. stavcima 1., 2. i 3. dokaže da nisu prekoračene relevantne granične vrijednosti izloženosti te se sigurnosni rizici mogu isključiti.

Neovisno o prvom podstavku, izloženost može prekoračiti:

(a) niske vrijednosti upozorenja za električna polja (Prilog II. tablica B1), ako je to opravdano praksom ili procesom, pod uvjetom da nisu prekoračene granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (Prilog II. tablica A3); ili

i. nisu prekoračene granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje (Prilog II., tablica A2);

- ii. spriječeno je prekomjerno pražnjenje iskrom i dodirne struje (Prilog II., tablica B3) primjenom zaštitnih mjera utvrđenih u članku 5. stavku 6.; i
 - iii. radnici su obaviješteni o situacijama iz točke (f) članka 6.
- (b) niske vrijednosti upozorenja za magnetska polja (Prilog II. tablica B2) ako je to opravdano praksom ili procesom, uključujući u glavi i trupu, tijekom smjene, pod uvjetom da nisu prekoračene granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (Prilog II. tablica A3); ili
- i. granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila prekoračene su samo privremeno;
 - ii. granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje (Prilog II. tablica A2) nisu prekoračene;
 - iii. poduzete su mjere sukladno članku 5. stavku 9., ako postoje kratkotrajni simptomi iz točke (a) tog stavka; i
 - iv. radnici su obaviješteni o situacijama iz točke (f) članka 6.
4. Neovisno o stavcima 2. i 3. izloženost može prekoračiti:
- (a) granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (Prilog II., tablica A1) tijekom smjene, ako je to opravdano praksom ili procesom, pod uvjetom da:
- i. vrijednosti su prekoračene samo privremeno;
 - ii. granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje (Prilog II. tablica A1) nisu prekoračene;
 - iii. poduzete su posebne mjere zaštite sukladno članku 5. stavku 7.;
 - iv. poduzete su mjere sukladno članku 5. stavku 9., ako postoje kratkotrajni simptomi iz točke (b) tog stavka; i
 - v. radnici su obaviješteni o situacijama iz točke (f) članka 6.;
- (b) granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (Prilog II., tablica A3 i Prilog III., tablica A2) tijekom smjene, ako je to opravdano praksom ili procesom, pod uvjetom da:
- i. vrijednosti su prekoračene samo privremeno;
 - ii. granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje (Prilog II. tablica A2 i Prilog III., tablice A1 i A3) nisu prekoračene;
 - iii. poduzete su mjere sukladno članku 5. stavku 9., ako postoje kratkotrajni simptomi iz točke (a) tog stavka; i
 - iv. radnici su obaviješteni o situacijama iz točke (f) članka 6.

POGLAVLJE 2.

OBVEZE POSLODAVACA

Članak 4.

Procjena rizika i određivanje izloženosti

1. Kako bi ispunio obveze utvrđene člankom 6. stavkom 3. i člankom 9. stavkom 1. Direktive 89/391/EEZ, poslodavac procjenjuje sve rizike za radnike uzrokovane elektromagnetskim poljima na radnom mjestu i prema potrebi mjeri ili izračunava vrijednosti elektromagnetskih polja kojima su radnici ili radnice izloženi.

Neovisno o članku 10. Direktive 89/391/EEZ i članku 6. ove Direktive, ta se procjena može objaviti na zahtjev sukladno relevantnom pravu Unije i nacionalnom pravu. U slučaju obrade osobnih podataka zaposlenika tijekom takve procjene, svako objavljivanje posebno mora biti sukladno Direktivi 95/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 24. listopada 1995. o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom prijenosu takvih podataka⁽¹⁾ i nacionalnom pravu država članica za provedbu navedene Direktive. Osim ako ne prevlada interes javnosti za objavu, javna tijela koja imaju presliku procjene mogu odbiti zahtjev za pristup procjeni ili objavom procjene kada bi objavljivanje narušilo zaštitu poslovnih interesa poslodavca, uključujući i intelektualno vlasništvo. Poslodavci mogu odbiti otkrivanje ili objavljivanje procjene pod istim uvjetima sukladno odgovarajućem pravu Unije i nacionalnom pravu.

2. U svrhu procjene iz stavka 1. ovog članka poslodavac utvrđuje i procjenjuje elektromagnetska polja na radnom mjestu, uzimajući u obzir odgovarajuće praktične smjernice iz članka 14. i druge odgovarajuće norme ili smjernice dotične države članice, uključujući baze podataka izloženosti. Neovisno o obvezi poslodavca iz ovog članka, poslodavac je također obavezan, kada je to primjereno, uzeti u obzir vrijednosti radijacije i druge odgovarajuće sigurnosne podatke proizvođača ili distributera za opremu, sukladno odgovarajućem pravu Unije, uključujući prema potrebi procjenu rizika za uvjete izloženosti na radnom mjestu ili mjestu postavljanja opreme.

3. Ako se sukladnost s graničnim vrijednostima izloženosti ne može pouzdano odrediti na temelju već dostupnih informacija, procjena izloženosti izvodi se na temelju mjerenja i izračuna. U tom slučaju, procjena uzima u obzir odstupanja u pogledu mjerenja ili izračuna kao što su numeričke pogreške, modeliranje izvora, geometrija modela i električna svojstva tkiva i materijala, utvrđena u skladu s odgovarajućom dobrom praksom.

⁽¹⁾ SL L 281, 23.11.1995., str. 31.

4. Procjenu, mjerenje i izračune iz stavaka 1., 2. i 3. ovog članka planiraju i provode nadležne službe ili osobe u odgovarajućim razmacima uzimajući u obzir smjernice iz ove Direktive i posebno uzimajući u obzir članke 7. i 11. Direktive 89/391/EEZ o potrebnim stručnim službama ili osobama te o savjetovanju i sudjelovanju radnika/radnica. Podaci o izloženosti dobiveni procjenom, mjerenjem ili izračunom čuvaju se u odgovarajućem obliku koji se može slijediti, kako bi se omogućilo njihovo naknadno korištenje sukladno nacionalnom pravu i praksi.

5. U skladu s člankom 6. stavkom 3. Direktive 89/391/EEZ, poslodavac posvećuje posebnu pozornost prilikom procjene rizika na:

- (a) granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i vrijednosti upozorenja iz članka 3. priloga II. i III. ove Direktive;
- (b) frekvenciju, vrijednosti, trajanje i vrstu izloženosti, uključujući distribuciju po tijelu radnika/radnice i prostoru radnog mjesta;
- (c) sve izravne biofizikalne učinke;
- (d) sve učinke na zdravlje i sigurnost radnika koji su izloženi posebnom riziku, posebno radnika/radnica koji nose aktivna ili pasivna ugrađena medicinska pomagala kao što su elektronički srčani stimulatori (pejsmejkeri), radnika s medicinskim pomagalima koja se nose na tijelu, kao što su inzulinske pumpe, i trudnim radnicama;
- (e) sve izravne učinke;
- (f) postojanje zamjenske opreme namijenjene smanjenju razina izloženosti elektromagnetskim poljima;
- (g) odgovarajuće informacije zdravstvenog nadzora iz članka 8.;
- (h) informacije koje osigurava proizvođač opreme;
- (i) ostale odgovarajuće zdravstvene i sigurnosne informacije;
- (j) istovremenu izloženost raznim izvorima;
- (k) istovremenu izloženost poljima različite frekvencije.

6. Na radnim mjestima dostupnima javnosti nije potrebno provesti procjenu izloženosti ako je već poduzeto ocjenjivanje sukladno odredbama o ograničenju izloženosti opće javnosti elektromagnetskim poljima, ako se ograničenja navedena u tim odredbama poštuju za radnike te ako su zdravstveni i sigurnosni rizici isključeni. Smatra se da su ovi uvjeti ispunjeni kada se oprema namijenjena javnoj uporabi koristi sukladno svojoj namijeni te je sukladna pravu Unije o proizvodima koje utvrđuje strože razine sigurnosti od razina iz ove Direktive, te kada se ne koristi druga oprema.

7. Poslodavac mora posjedovati procjenu rizika u skladu s člankom 9. stavkom 1. točkom (a) Direktive 89/391/EEZ te utvrditi mjere koje je potrebno primijeniti u skladu s člancima 5. i 6. ove Direktive. Procjena rizika može sadržavati obrazloženje poslodavca prema kojem zbog prirode i raspona rizika koji se odnose na elektromagnetska polja nije potrebna daljnja detaljnija procjena rizika. Procjena rizika se redovito ažurira, posebno ako je došlo do značajnih promjena zbog kojih može zastarjeti, ili ako rezultati zdravstvenog nadzora iz članka 8. pokažu da je to potrebno.

Članak 5.

Odredbe za izbjegavanje ili smanjivanje rizika

1. Uzimajući u obzir tehnički napredak i dostupnost mjera za nadzor proizvodnje elektromagnetskih polja na izvoru, poslodavac poduzima potrebne mjere kako bi osigurao da su rizici uzrokovani elektromagnetskim poljima na radom mjestu uklonjeni ili smanjeni na minimum.

Smanjenje rizika zbog izloženosti elektromagnetskim poljima temelji se na općim načelima prevencije utvrđenima u članku 6. stavku 2. Direktive 89/391/EEZ.

2. Ako se na temelju procjene rizika provedene u skladu s člankom 4. prekorače vrijednosti upozorenja iz članka 3. i priloga II. i III., osim ako se procjenom provedenom sukladno članku 4. stavcima 1., 2. i 3. dokaže da odgovarajuće granične vrijednosti izloženosti nisu prekoračene te da se sigurnosni rizici mogu isključiti, poslodavac izrađuje i provodi akcijski plan koji uključuje tehničke i/ili organizacijske mjere, s ciljem sprečavanja izloženosti iznad graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila, uzimajući u obzir posebno:

- (a) druge radne metode čija je posljedica manja izloženost elektromagnetskim poljima;
- (b) izbor opreme koja emitira elektromagnetska polja manjeg intenziteta, uzimajući u obzir rad koji treba obaviti;
- (c) tehničke mjere za smanjenje emisije elektromagnetskih polja, uključujući prema potrebi uporabu sigurnosnih sklopki, zaštitne opreme ili sličnih mehanizama za zaštitu zdravlja;
- (d) odgovarajuće mjere ograničenja i pristupa kao što su upozorenja, oznake, oznake na podu, ograde s ciljem ograničenja ili nadzora pristupa;
- (e) kod izloženosti električnim poljima, mjere i postupke za sprečavanje pražnjenja iskrama i dodirnih struja tehničkim sredstvima i obukom radnika;

- (f) odgovarajuće programe održavanja radne opreme, sustava radnih mjesta i radnih stanica;
- (g) projektiranje i raspored radnih mjesta i radnih stanica;
- (h) ograničenje trajanja i intenziteta izloženosti; i
- (i) dostupnost odgovarajuće osobne zaštitne opreme.

3. Sukladno procjeni rizika iz članka 4., poslodavac izrađuje i provodi akcijski plan koji obuhvaća tehničke i/ili organizacijske mjere za sprečavanje svih rizika za radnike/radnice koji su posebno izloženi riziku, te svih rizika uzrokovanih neizravnim učincima iz članka 4.

4. Uz pružanje informacija iz članka 6. ove Direktive, poslodavac, sukladno članku 15. Direktive 89/391/EEZ, prilagođava mjere iz ovog članka zahtjevima radnika koji su izloženi posebnom riziku i prema potrebi pojedinačnim procjenama rizika, posebno za radnike koji su prijavili da koriste aktivna ili pasivna ugrađena medicinska pomagala kao što su elektronički srčani stimulatori (pejsmejkeri) ili medicinska pomagala koja se nose na tijelu, kao što su inzulinske pumpe, te za trudne radnice koje su poslodavca obavijestile o svom stanju.

5. Na temelju procjene rizika iz članka 4., radna mjesta na kojima bi radnici mogli biti izloženi elektromagnetskim poljima izvora, koji prelaze vrijednosti upozorenja, označuju se odgovarajućim oznakama u skladu s prilogima II. i III. te Direktivom Vijeća 92/58/EEZ od 24. lipnja 1992. o minimalnim zahtjevima za postavljanje sigurnosnih znakova i/ili znakova za zaštitu zdravlja na radu (deveta pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ) ⁽¹⁾. Takva se područja označuju i njima se prema potrebi ograničava pristup. Kada je pristup tim područjima na odgovarajući način ograničen iz drugih razloga, a radnici ili radnice su informirani o rizicima koji su posljedica elektromagnetskih polja, ne zahtijevaju se posebni znakovi i ograničenje pristupa za elektromagnetska polja.

6. Kod primjene članka 3. stavka 3. točke (a), poduzimaju se posebne mjere zaštite kao što su obuka radnika sukladno članku 6. i uporaba tehničkih sredstava i osobne zaštite, na primjer, uzemljenje radnih predmeta, povezivanje radnika s radnim predmetima (izjednačavanje potencijala) i, prema potrebi te sukladno članku 4. stavku 1. točki (a) Direktive Vijeća 89/656/EEZ od 30. studenoga 1989. o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtjevima za uporabu osobne zaštitne opreme na radnom mjestu (treća pojedinačna direktiva u smislu članka 16. stavka 1. Direktive 89/391/EEZ) ⁽²⁾, uporaba izolacijske obuće, rukavica i zaštitne odjeće.

7. Kod primjene članka 3. stavka 4. točke (a) primjenjuju se posebne mjere zaštite kao što je kontrola kretanja.

8. Radnici ne smiju biti izloženi višim vrijednostima od graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila, osim ako nisu ispunjeni uvjeti iz članka 10. stavka 1. točaka (a) ili (c) ili članka 3. stavaka 3. i 4. Ako se unatoč mjerama koje je poduzeo poslodavac prekorače granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila, poslodavac odmah poduzima mjere za smanjenje izloženosti ispod graničnih vrijednosti. Poslodavac utvrđuje razloge zbog kojih je došlo do prekoračenja graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje i učinke na osjetila i sukladno uzrocima prilagođava zaštitne i preventivne mjere, kako bi spriječio ponovno prekoračenje graničnih vrijednosti. Podaci o prilagodbi zaštitnih i preventivnih mjera čuvaju se u odgovarajućem obliku koji se može slijediti, kako bi se omogućilo njihovo naknadno korištenje sukladno nacionalnom pravu i praksi.

9. Kod primjene stavaka 3. i 4. članka 3. te kada radnici prijave kratkotrajne simptome, poslodavac, ako je potrebno, ažurira procjenu rizika i preventivne mjere. Kratkotrajni simptomi mogu uključivati:

- (a) osjetilne percepcije i učinke na funkcioniranje središnjeg živčanog sustava u glavi prouzročene periodički promjenljivim magnetskim poljima; i
- (b) učinke statičkog magnetskog polja kao što su vrtoglavica i mučnina.

Članak 6.

Informiranje i osposobljavanje radnika

Ne dovodeći u pitanje članke 10. i 12. Direktive 89/391/EEZ, poslodavac osigurava da radnici koji su izloženi riziku od elektromagnetskih polja na radu i/ili njihovi predstavnici budu informirani i osposobljeni u pogledu rezultata procjene rizika iz članka 4. ove Direktive, što se posebno odnosi na:

- (a) mjere poduzete za primjenu ove Direktive;
- (b) vrijednosti i koncepte graničnih vrijednosti izloženost i vrijednosti upozorenja, s njima povezane moguće rizike i poduzete preventivne mjere;
- (c) moguće neizravne učinke izloženosti;
- (d) rezultate procjene, mjerenja ili izračuna razina izloženosti elektromagnetskim poljima provedenima sukladno članku 4. ove Direktive;
- (e) načine otkrivanja i prijavljivanja štetnih utjecaja na zdravlje koji su posljedica izloženosti;
- (f) mogućnost kratkotrajnih simptoma i osjećaja povezanih s učincima na središnji ili periferni živčani sustav;

⁽¹⁾ SL L 245, 26.8.1992., str. 23.

⁽²⁾ SL L 393, 30.12.1989., str. 18.

- (g) okolnosti u kojima radnici imaju pravo na zdravstveni nadzor;
- (h) sigurne radne prakse za smanjivanje rizika zbog izloženosti;
- (i) radnike koji su izloženi posebnom riziku iz članka 4. stavka 5. točke (d) i članka 5. stavaka 3. i 4. ove Direktive.

Članak 7.

Savjetovanje i sudjelovanje radnika

Savjetovanje i sudjelovanje radnika i/ili njihovih povjerenika predstavnika odvija se u skladu s člankom 11. Direktive 89/391/EEZ.

POGLAVLJE III.

OSTALE ODREDBE

Članak 8.

Zdravstveni nadzor

1. S ciljem prevencije i rane dijagnostike svih štetnih učinaka na zdravlje koji su posljedica izloženosti elektromagnetskim poljima, provodi se odgovarajući zdravstveni nadzor sukladno članku 14. Direktive 89/391/EEZ. Zdravstvena dokumentacija i njezina dostupnost utvrđuju se sukladno nacionalnom pravu i praksi.

2. Sukladno nacionalnom pravu i praksi, rezultati zdravstvenog nadzora čuvaju se u obliku koji omogućuje naknadnu uporabu, vodeći računa o njihovoj tajnosti. Svaki od radnika na vlastiti zahtjev ima pravo pristupa svojoj osobnoj zdravstvenoj dokumentaciji.

Ako radnik prijavi bilo koji neželjeni ili neočekivani učinak ili, u svakom slučaju kada se utvrdi izloženost iznad graničnih vrijednosti izloženosti, poslodavac dotičnom radniku/radnicima mora osigurati odgovarajući liječnički pregled ili individualni zdravstveni nadzor u skladu s nacionalnim pravom i praksom.

Ti se pregledi ili nadzor osiguravaju u vrijeme koje je odabrao radnik, koji za navedeno ne snosi nikakve troškove.

Članak 9.

Kazne

Države članice predviđaju odgovarajuće kazne koje se primjenjuju u slučaju kršenja nacionalnog zakonodavstva donesenog na temelju ove Direktive. Te kazne moraju biti učinkovite, razmjerne i odvraćajuće.

Članak 10.

Odstupanja

1. Odstupajući od stavka 3., ali neovisno o članku 5. stavku 1., primjenjuje se sljedeće:

- (a) izloženost može prekoračiti granične vrijednosti izloženosti ako je povezana s postavljanjem, uporabom, razvojem ili istraživanjima opreme za snimanje uporabom magnetske rezonance (MRI) za pacijente u zdravstvenom sektoru, pod uvjetom da su zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- i. procjena rizika provedena sukladno članku 4. dokazala je da su granične vrijednosti izloženosti prekoračene;

- ii. s obzirom na razvoj tehnologije, primijenjene su sve tehničke i/ili organizacijske mjere;

- iii. okolnosti u potpunosti opravdavaju prekoračene granične vrijednosti izloženosti;

- iv. u obzir su uzeta obilježja radnog mjesta, radne opreme ili radne prakse; i

- v. poslodavac dokazuje da su radnici još uvijek zaštićeni od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika, jer je osigurano poštivanje uputa za sigurnu uporabu koje osiguravaju proizvođači sukladno Direktivi Vijeća 93/42/EEZ od 14. lipnja 1993. o medicinskim proizvodima ⁽¹⁾;

- (b) države članice mogu dozvoliti da se za osoblje koje radi u operativnim vojnim objektima ili je uključeno u vojne aktivnosti, uključujući zajedničke međunarodne vojne vježbe, uvede istovjetni ili specifičniji sustav zaštite, pod uvjetom da su spriječeni štetni učinci za zdravlje i sigurnosni rizici;

- (c) države članice mogu dozvoliti da se granične vrijednosti izloženosti privremeno prekorače, pod u potpunosti opravdanim okolnostima te samo tako dugo dok su okolnosti i dalje u potpunosti opravdane, u posebnim sektorima i za posebne aktivnosti izvan područja uporabe iz točaka (a) i (b). U smislu ove točke, „u potpunosti opravdane okolnosti” znači okolnosti u kojima su zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- i. procjena rizika provedena sukladno članku 4. pokazala je da su granične vrijednosti izloženosti prekoračene;

- ii. s obzirom na razvoj tehnologije, primijenjene su sve tehničke i/ili organizacijske mjere;

- iii. u obzir su uzeta posebna obilježja radnog mjesta, radna oprema ili radne prakse; i

- iv. poslodavac dokazuje da su radnici još uvijek zaštićeni od štetnih učinaka na zdravlje i sigurnosnih rizika, uključujući i uporabu usporedivih, specifičnijih i međunarodno priznatih normi i smjernica.

⁽¹⁾ SL L 169, 12.7.1993., str. 1.

2. Države članice obavješćuju Komisiju o svim odstupanjima na temelju točaka (b) i (c) stavka 1. i navode razloge koji ih opravdavaju u izvješću iz članka 15.

Članak 11.

Tehničke izmjene priloga

1. Komisija je ovlaštena donijeti delegirane akte sukladno članku 12. o isključivo tehničkim izmjenama priloga kako bi se:

- (a) uzelo u obzir donošenje uredbi i direktiva u području tehničkog usklađivanja i normizacije u pogledu projektiranja, izgradnje, proizvodnje ili sastavljanja radne opreme ili radnih mjesta;
- (b) uzeo u obzir tehnički napredak, promjene najrelevantnijih normi ili specifikacija i nova znanstvena saznanja koja se odnose na elektromagnetska polja;
- (c) izvršilo prilagodbe vrijednosti upozorenja kada se pojave novi znanstveni dokazi, pod uvjetom da poslodavce i dalje obvezuju postojeće granične vrijednosti izloženosti iz priloga II. i III.

2. Komisija donosi delegirane akte, sukladno članku 12., kako bi se u Prilog II. uvrstile ICNIRP smjernice za ograničavanje izloženosti električnom polju induciranom kretanjem ljudskog tijela u statičkom magnetskom polju i periodički promjenljivim magnetskim poljima ispod 1 Hz čim one budu dostupne.

3. Kada u slučaju izmjena iz stavaka 1. i 2. to zahtijevaju hitni slučajevi, postupak utvrđen u članku 13. primjenjuje se na akte donesene na temelju ovog članka.

Članak 12.

Izvršavanje delegiranja

1. Ovlasti za donošenje delegiranih akata dodjeljuju se Komisiji u skladu s uvjetima utvrđenim u ovom članku.

2. Ovlasti za donošenje delegiranih akata iz članka 11. dodjeljuju se Komisiji na razdoblje od pet godina od 29. lipnja 2013. Komisija sastavlja izvješće o delegiranju ovlasti najkasnije devet mjeseci prije isteka petogodišnjeg razdoblja. Delegiranje ovlasti automatski se produžuje za jednako duga razdoblja, osim ako Europski parlament ili Vijeće to produženje ne ukinu najkasnije tri mjeseca prije isteka svakog razdoblja.

3. Europski parlament ili Vijeće mogu u bilo kojem trenutku opozvati delegiranje ovlasti iz članka 11. Odlukom o opozivu okončava se delegiranje ovlasti navedenih u toj odluci. Odluka proizvodi pravne učinke prvog dana od dana njezine objave u *Službenom listu Europske unije* ili na kasniji datum utvrđen u toj odluci. Ona nema utjecaja na valjanost bilo kojeg delegiranog akta koji je već na snazi.

4. Čim donese delegirani akt, Komisija ga istodobno dostavlja Europskom parlamentu i Vijeću.

5. Delegirani akt donesen u skladu s člankom 11. stupa na snagu samo ako Europski parlament ili Vijeće ne izraze nikakve primjedbe u roku dva mjeseca od obavješćivanja Europskog parlamenta i Vijeća o tom aktu ili ako prije isteka navedenog roka Europski parlament i Vijeće obavijeste Komisiju da nemaju primjedba. Na zahtjev Europskog parlamenta ili Vijeća taj se rok produžuje za dva mjeseca.

Članak 13.

Postupanje u hitnim slučajevima

1. Delegirani akti doneseni na temelju ovog članka stupaju na snagu bez odgode i primjenjuju se tako dugo dok nema primjedbi iz stavka 2. U obavijesti o delegiranom aktu Europskom parlamentu i Vijeću navode se razlozi za uporabu hitnog postupanja koje se odnosi na zdravlje i zaštitu radnika.

2. Europski parlament i Vijeće mogu izraziti primjedbe na delegirani akt sukladno postupku iz članka 12. stavka 5. U tom slučaju Komisija ukida akt bez odgode nakon obavijesti Europskog parlamenta ili Vijeća o odluci o iznošenju prigovora.

POGLAVLJE IV.

ZAVRŠNE ODREDBE

Članak 14.

Praktične smjernice

Kako bi se olakšala provedba ove Direktive, Komisija osigurava neobvezujuće praktične smjernice najkasnije šest mjeseci prije 1. srpnja 2016. Te se praktične smjernice posebno odnose na sljedeće stavke:

- (a) određivanje izloženosti uzimajući u obzir odgovarajuće europske ili međunarodne norme uključujući:
 - metode izračuna za procjenu graničnih vrijednosti izloženosti,
 - prostorno usrednjavanje vanjskih električnih i magnetskih polja,
 - upute za postupanje s odstupanjima mjerenja i izračuna;
- (b) smjernice za dokazivanje sukladnosti kod posebnih vrsta neravnomjernih izloženosti u posebnim situacijama, na temelju priznate dozimetrije;
- (c) opis „weighted peak method” metode ponderiranog vrha za niskofrekventna polja i „zbrajanja polja različite frekvencije” za visokofrekventna polja;

- (d) provođenje procjene rizika i, po mogućnosti, osiguranje pojednostavnjenih tehnika, posebno uzimajući u obzir potrebe malog i srednjeg poduzetništva;
- (e) mjere namijenjene izbjegavanju ili smanjivanju rizika uključujući posebne preventivne mjere ovisno o vrijednosti izloženosti i obilježjima radnog mjesta;
- (f) utvrđivanje dokumentiranih radnih postupaka kao i posebnih mjera informiranja i obuke radnika izloženih elektromagnetskim poljima tijekom uporabe magnetske rezonance iz članka 10. stavka 1. točke (a);
- (g) ocjenu izloženosti u rasponu frekvencije od 100 kHz do 10 MHz, kada je potrebno razmotriti i toplinske i netoplinke učinke;
- (h) upute u pogledu liječničkih pregleda i zdravstvenog nadzora koje poslodavac treba osigurati sukladno članku 8. stavku 2.

Komisija u svom radu usko surađuje sa Savjetodavnim odborom za sigurnost i zdravlje na radu. O tome se izvješćuje Europski parlament.

Članak 15.

Revizija i izvješćivanje

Uzimajući u obzir članak 1. stavak 4., izvješće o praktičnoj provedbi ove Direktive utvrđuje se sukladno članku 17.a Direktive 89/391/EEZ.

Članak 16.

Prenošenje

1. Države članice donose potrebne zakone i druge propise potrebne za usklađivanje s ovom Direktivom do 1. srpnja 2016.

Kada države članice donesu ove odredbe, te odredbe prilikom njihove službene objave sadržavaju uputu na ovu Direktivu ili se uz njih navodi takva uputa. Načine tog upućivanja određuju države članice.

2. Države članice Komisiji dostavljaju tekst glavnih odredaba nacionalnog prava koje donesu u području na koje se odnosi ova Direktiva.

Članak 17.

Stavljanje izvan snage

1. Direktiva 2004/40/EZ stavlja se izvan snage od 29. lipnja 2013.

2. Upućivanje na Direktivu stavljenju izvan snage smatraju se upućivanjima na ovu Direktivu i čitaju se u skladu s korelacijskom tablicom u Prilogu IV.

Članak 18.

Stupanje na snagu

Ova Direktiva stupa na snagu na dan objave u *Službenom listu Europske unije*.

Članak 19.

Upućivanja

Ova je Direktiva upućena državama članicama.

Sastavljeno u Bruxellesu 26. lipnja 2013.

Za Europski parlament

Predsjednik

M. SCHULZ

Za Vijeće

Predsjednik

A. SHATTER

PRILOG I.

FIZIKALNE VELIČINE ZA IZLAGANJE ELEKTROMAGNETSKIM POLJIMA

Sljedeće se fizikalne veličine koriste za opisivanje izlaganja elektromagnetskim poljima:

Jakost električnog polja (E) je vektorska veličina koja je jednaka sili koja djeluje na nabijenu česticu bez obzira na njezino gibanje u prostoru. Izražava se voltom po metru (Vm^{-1}). Treba razlikovati električno polje u okolišu od električnog polja koje se javlja u tijelu (*in situ*) kao posljedica izloženosti električnom polju u okolišu.

Struja u ekstremitetima (I_L) je struja u ekstremitetima osobe izložene elektromagnetskim poljima u rasponu frekvencije od 10 MHz do 110 MHz kao posljedica dodira s predmetom u elektromagnetskom polju ili tok kapacitivnih struja induciranih u izloženom tijelu. Izražava se u amperima (A).

Dodirna je struja (I_C) struja koja se pojavljuje kod dodira osobe s predmetom u elektromagnetskom polju. Izražava se u amperima (A). Stalna se dodirna struja pojavljuje kada je osoba u neprestanom dodiru s predmetom u elektromagnetskom polju. Kod uspostavljanja takvog dodira može doći do pražnjenja iskrom s povezanim prolaznim strujama.

Električni naboj (Q) je odgovarajuća veličina koja se koristi za pražnjenje iskrom i izražava se u kulonima (C).

Jakost magnetskog polja (H) je vektorska veličina, koja s gustoćom magnetskog toka određuje magnetsko polje u svim točkama u prostoru. Izražava se u amperima po metru (Am^{-1}).

Gustoća je magnetskog toka (B) vektorska veličina određena silom koja djeluje na naboje u gibanju, izražava se u teslama (T). U slobodnom prostoru i biološkim materijalima, gustoća magnetskog polja i jakost magnetskog polja mogu se međusobno izmjenjivati uporabom ekvivalentne jednadžbe: jakost magnetskog polja $H = 1 \text{ Am}^{-1}$ jednaka je gustoći magnetskog polja $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ (približno 1,25 mikrotlesli).

Gustoća toka snage (S) je odgovarajuća veličina koja se koristi za vrlo visoke frekvencije, kada je dubina prodiranja u tijelo niska. To je snaga izvora zračenja okomita na površinu, podijeljena s veličinom površine. Izražava se vatima po kvadratnom metru (Wm^{-2}).

Specifična je apsorbirana energija (SA) energija apsorbirana po jedinici mase biološkog tkiva, izražava se džulima po kilogramu (Jkg^{-1}). U ovoj Direktivi, koristi se za utvrđivanje ograničenja za učinke koji su posljedica impulsnog mikrovalnog zračenja.

Specifična je apsorbirana snaga (SAR), uprosječena po cijelom tijelu ili po dijelovima tijela, brzina kojom se energija apsorpira po jedinici mase tjelesnog tkiva, izražava se vatima po kilogramu (Wkg^{-1}). SAR cijelog tijela opće je prihvaćena veličina kojom se izražava povezanost štetnih toplinskih učinaka s izloženošću radijskim frekvencijama (RF). Uz uprosječeni SAR cijelog tijela, potrebne su i SAR lokalizirane vrijednosti za ocjenu i ograničavanje apsorpcije u malim dijelovima tijela koja je posljedica posebnih uvjeta izloženosti. Primjeri su takvih uvjeta: pojedinac izložen RF u niskom rasponu MHz (npr. od dielektričnih grijača) i pojedinci izloženi u bližem polju antene.

Od ovih se veličina izravno mogu mjeriti gustoća magnetskog toka (B), dodirna struja (I_C), jakost električnog polja (E), jakost magnetskog polja (H) i gustoća toka snage (S).

PRILOG II.

NETOPLINSKI UČINCI

GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI I VRIJEDNOSTI UPOZORENJA U RASPONU FREKVENCIJA OD 0 Hz to 10 MHz

A. GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI (ELVs)

Granične su vrijednosti izloženosti ispod 1 Hz (tablica A1) ograničenja za statičko magnetsko polje na koje tjelesno tkivo nema učinka.

Granične su vrijednosti izloženosti od 1 Hz do 10 MHz (tablica A2) ograničenja za električna polja inducirana u tijelu zbog izloženosti periodički promjenljivim električnim i magnetskim poljima.

Granične vrijednosti izloženosti za gustoću vanjskog magnetskog toka od 0 do 1 Hz.

Granična je vrijednost izloženosti za učinke na osjetila granična vrijednost izloženosti za uobičajene radne uvjete (tablica A1) i povezana je s vrtoglavicom i ostalim fiziološkim učincima povezanim s poremećajem ljudskog organa ravnoteže uglavnom zbog kretanja u statičkom magnetskom polju.

Granična se vrijednost izloženosti na učinke na zdravlje za kontrolirane uvjete rada (tablica A1) primjenjuje privremeno tijekom smjene kada je to opravdano zbog prakse ili procesa, pod uvjetom da su donesene preventivne mjere, kao što je nadzor kretanja i informiranje radnika/radnica.

Tablica A1

Granične vrijednosti izloženosti za gustoću magnetskog toka (B_0) od 0 do 1 Hz.

	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila
Uobičajeni radni uvjeti	2 T
Lokalizirana izloženost ekstremiteta	8 T
	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje
Kontrolirani radni uvjeti	8 T

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za unutarnju jakost električnog polja od 1 Hz do 10 MHz

Granične su vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje (tablica A2) povezane s električnom stimulacijom svih tkiva perifernog i središnjeg živčanog sustav u tijelu, uključujući i glavu.

Tablica A2

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za unutarnju jakost električnog polja od 1 Hz do 10 MHz

Raspon frekvencije	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (najviša vrijednost)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (najviša vrijednost)

Napomena A2-1: f je frekvencija izražena u hercima (Hz).

Napomena: A2-2: Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje su prostorne najviše vrijednosti u cijelom tijelu izloženog pojedinca.

Napomena A2-3: Granične su vrijednosti izloženosti najviše vrijednosti u vremenu koje su jednake efektivnim vrijednostima (RMS) pomnoženima s $\sqrt{2}$ za sinusna polja. Kod nesinusnih polja, ocjena izloženosti provedena sukladno članku 4. temelji se na metodi ponderirane najviše vrijednosti (filtriranje u vremenskoj domeni), objašnjenju u praktičnim smjernicama iz članka 14., no mogu se koristiti i drugi znanstveno dokazani i provjereni postupci ocjene izloženosti, pod uvjetom da su dobiveni rezultati približno istovrijedni i usporedivi.

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila za unutarnju jakost električnog polja od 1 Hz do 400 Hz

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (tablica A3) povezane su s učincima električnog polja na središnji živčani sustav u glavi, tj. fotopsije i manje kratkotrajne promjene nekih moždanih funkcija.

Tablica A3

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila za unutarnju jakost električnog polja od 1 do 400 Hz

Raspon frekvencije	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila
$1 \leq f < 10$ Hz	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (najviša vrijednost)
$10 \leq f < 25$ Hz	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (najviša vrijednost)
$25 \leq f \leq 400$ Hz	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (najviša vrijednost)

Napomena A3-1: f je frekvencija izražena u hercima (Hz).

Napomena: A3-2: Granične su vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila prostorne najviše vrijednosti u glavi izloženog pojedinca.

Napomena A3-3: Granične su vrijednosti izloženosti najviše vrijednosti u vremenu koje su jednake efektivnim vrijednostima (RMS) pomnoženima s $\sqrt{2}$ za sinusna polja. Kod nesinusnih polja ocjena izloženosti provedena sukladno članku 4. temelji se na metodi ponderirane najviše vrijednosti (filtriranje u vremenskoj domeni), objašnjenom u praktičnim smjernicama iz članka 14., no mogu se koristiti i drugi znanstveno dokazani i provjereni postupci ocjene izloženosti, pod uvjetom da su dobiveni rezultati približno istovrijedni i usporedivi.

B. VRIJEDNOSTI UPOZORENJA (ALs)

Sljedeće se fizikalne veličine i vrijednosti koriste za utvrđivanje vrijednosti upozorenja (ALs), čije se magnitude utvrđuju s ciljem pojednostavnjivanja procesa dokazivanja sukladnosti s odgovarajućim graničnim vrijednostima izloženosti ili poduzimanja odgovarajućih zaštitnih ili preventivnih mjera navedenih u članku 5.

- Niske vrijednosti upozorenja (ALs(E)) i visoke vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnih polja (E) periodički promjenljivih/izmjeničnih električnih polja kako su utvrđene u tablici B1,
- Niske vrijednosti upozorenja (ALs(E)) i visoke vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za gustoću magnetskog toka (B) periodički promjenljivih/izmjeničnih električnih polja kako su utvrđene u tablici B2,
- Vrijednosti upozorenja (I_C) za dodirnu struju kako su utvrđene u tablici B3,
- Vrijednosti upozorenja (B_0) za gustoću magnetskog toka statičkih magnetskih polja kako su utvrđene u tablici B4.

Vrijednosti upozorenja odgovaraju izračunanim ili izmjerenim vrijednostima električnih i magnetskih polja na radnom mjestu u odsutnosti radnika/radnice.

Vrijednosti upozorenja (ALs) za izloženost električnim poljima

Niske vrijednosti upozorenja (tablica B1) za vanjska električna polja temelje se na ograničavanju unutarnjih električnih polja ispod graničnih vrijednosti izloženosti (tablice A2 i A3) i ograničavanju pražnjenja iskrom u radnom okruženju.

Ispod visokih vrijednosti upozorenja, unutarnje električno polje ne prekoračuje granične vrijednosti izloženosti (tablice A2 i A3) te se sprečavaju neželjena pražnjenja iskrom, pod uvjetom da su poduzete zaštitne mjere iz članka 5. stavka 6.

Tablica B1

Vrijednosti upozorenja izloženosti za unutarnja električna polja od 1 Hz do 10 MHz

Raspon frekvencije	Niske vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm^{-1}] (RMS)	Visoke vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm^{-1}] (RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Raspon frekvencije	Niske vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm ⁻¹] (RMS)	Visoke vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm ⁻¹] (RMS)
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Napomena B1-1: f je frekvencija izražena u hercima (Hz).

Napomena B1-2: Granične su vrijednosti izloženosti najviše vrijednosti u vremenu koje su jednake efektivnim vrijednostima (RMS) pomnoženima s $\sqrt{2}$ za sinusna polja. Kod nesinusnih polja, ocjena izloženosti provedena sukladno članku 4. temelji se na metodi ponderirane najviše vrijednosti (filtriranje u vremenskoj domeni), objašnjenom u praktičnim smjernicama iz članka 14., no mogu se koristiti i drugi znanstveno dokazani i provjereni postupci ocjene izloženosti, pod uvjetom da su dobiveni rezultati približno istovrijedni i usporedivi.

Napomena B1-3: Vrijednosti upozorenja predstavljaju najviše vrijednosti proračunane ili izmjerene s obzirom na položaj tijela radnika/radnice. To omogućuje konzervativnu procjenu izloženosti i automatsku sukladnost s graničnim vrijednostima izloženosti u svim nejednakim uvjetima izloženosti. Kako bi se pojednostavnila procjena sukladnosti s graničnim vrijednostima izloženosti, koja se provodi sukladno članku 4., u posebnim nejednakim uvjetima, u praktičnim smjernicama iz članka 14. utvrdit će se kriteriji za prostorno usrednjavanje izmjerenih polja na temelju priznate dozimetrije. U slučaju vrlo lokaliziranog izvora udaljenom nekoliko centimetara od tijela, inducirano električno polje određuje pomoću dozimetrije, posebno za svaki pojedinačni slučaj.

Vrijednosti upozorenja (ALs) za izloženost magnetskim poljima

Niske vrijednosti upozorenja (tablica B2), za frekvencije niže od 400 Hz, izvedene su iz graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila (tablica A3) i, za frekvencije više od 400 Hz, iz graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za unutarnja električna polja (tablica A2).

Visoke vrijednosti upozorenja (tablica B2) izvedene su iz graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje povezane s električnom stimulacijom tkiva perifernog i središnjeg živčanog sustava u glavi i tijelu (tablica A2). Sukladnost s visokim vrijednostima upozorenja osigurava da granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje nisu prekoračene, ali mogući su učinci povezani s fotopsijama i manjim kratkotrajnim promjenama moždane aktivnosti, ako izloženost glave prekorači niske vrijednosti upozorenja za izlaganja do 400 Hz. U tom se slučaju primjenjuje članak 5. stavak 6.

Visoke su vrijednosti upozorenja za izloženost ekstremiteta izvedene iz graničnih vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za unutarnje električno polje povezane s električnom stimulacijom tkiva u ekstremitetima uzimajući u obzir da magnetsko polje slabije utječe na ekstremitete nego na cijelo tijelo.

Tablica B2

Vrijednosti upozorenja izloženosti magnetskim poljima od 1 Hz do 10 MHz

Raspon frekvencije	Niske vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog toka (B) [μT] (RMS)	Visoke vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog toka (B) [μT] (RMS)	Vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog toka za izloženost ekstremiteta lokaliziranom magnetskom polju [μT] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
300 Hz $\leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
3 kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Napomena B2-1: f je frekvencija izražena u hercima (Hz).

Napomena B2-2: Granične su vrijednosti izloženosti najviše vrijednosti u vremenu koje su jednake efektivnim vrijednostima (RMS) pomnoženima s $\sqrt{2}$ za sinusna polja. Kod nesinusnih polja, ocjena izloženosti provedena sukladno članku 4. temelji se na metodi ponderirane najviše vrijednosti (filtriranje u vremenskoj domeni), objašnjenom u praktičnim smjernicama iz članka 14., no mogu se koristiti i drugi znanstveno dokazani i provjereni postupci ocjene izloženosti, pod uvjetom da su dobiveni rezultati približno istovrijedni i usporedivi.

Napomena B2-3: Vrijednosti upozorenja predstavljaju najviše vrijednosti proračunane ili izmjerene s obzirom na položaj tijela radnika. To omogućuje konzervativnu procjenu izloženosti i automatsku sukladnost s graničnim vrijednostima izloženosti u svim nejednakim uvjetima izloženosti. Kako bi se pojednostavnila procjena sukladnosti s graničnim vrijednostima izloženosti, koja se provodi sukladno članku 4., u posebnim nejednakim uvjetima, u praktičnim smjernicama iz članka 14. utvrdit će se kriteriji za prostorno usrednjavanje izmjerenih polja na temelju priznate dozimetrije. U slučaju vrlo lokaliziranog izvora udaljenom nekoliko centimetara od tijela, inducirano električno polje određuje pomoću dozimetrije, posebno za svaki pojedinačni slučaj.

Tablica B3

Vrijednosti upozorenja za dodirnu struju (I_C)

Frekvencija	Vrijednosti upozorenja za stalnu dodirnu struju (I_C) [mA] (RMS)
do 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \leq f < 10\ 000$ kHz	40

Napomena B3-1: f je frekvencija izražena u kilohercima (kHz).

Vrijednosti upozorenja (ALs) za gustoću magnetskog toka statičkih magnetskih polja

Tablica B4

Vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog toka statičkih magnetskim polja

Opasnosti	Vrijednosti upozorenja (B_0)
Interferencija s aktivnim ugrađenim pomagalima, npr. elektroničkim srčanim stimulatorima (pejsmejkerima).	0,5 mT
Privlačenje i rizik od projektila u graničnom polju izvora polja visoke jakosti (> 100 mT)	3 mT

PRILOG III.

TOPLINSKI UČINCI

GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI I VRIJEDNOSTI UPOZORENJA U RASPONU FREKVENCIJA OD 100 kHz DO 300 GHz

A. GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI (ELVs)

Granične su vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za frekvencije od 100 kHz do 6 GHz (tablica A1) ograničenja za energiju i snagu koje se apsorbiraju po jedinici mase tjelesnog tkiva kao posljedica izloženosti električnim i magnetskim poljima.

Granične su vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila za frekvencije od 0,3 do 6 GHz (tablica A2) ograničenja za apsorbiranu energiju u tkiva glave male mase koja je posljedica izloženosti elektromagnetskim poljima.

Granične su vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za frekvencije iznad 6 GHz (tablica A3) ograničenja za energiju i gustoću snage elektromagnetskih valova na površini tijela.

Tablica A1

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za elektromagnetska polja od 100 kHz do 6 GHz

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje	Vrijednosti specifične apsorbirane snage (SAR) uprosječene kroz bilo koji 6-minutni interval
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje cijelog tijela izražene kao specifična apsorbirana snaga (SAR) uprosječena u tijelu	0,4 Wkg ⁻¹
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje glave i trupa izražene kao specifična apsorbirana snaga (SAR) uprosječena u tijelu	10 Wkg ⁻¹
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje ekstremiteta izražene kao specifična apsorbirana snaga (SAR) lokalizirana u ekstremitetima	20 Wkg ⁻¹

Napomena A1-1: Masa za uprosječenje lokalnog SAR-a iznosi 10 g okolnog tkiva, na ovaj način dobivene najviše SAR vrijednosti koriste se za procjenu izloženosti. Ovih 10 g tkiva predstavlja masu okolnog tkiva s otprilike homogenim električnim svojstvima. Kod utvrđivanja okolne mase tkiva, smatra se da se ovaj koncept može koristiti u računalnoj dozimetriji dok može prouzročiti poteškoće kod izravnih fizikalnih mjerenja. Može se koristiti i jednostavna geometrija poput mase tkiva u obliku kocke ili kugle.

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila od 0,3 GHz do 6 GHz

Ove granične vrijednosti za učinke na osjetila (tablica A2) odnose se na izbjegavanje učinaka na sluh prouzročenih izloženosti glave pulsirajućem mikrovalnom zračenju.

Tablica A2

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za elektromagnetska polja od 0,3 do 6 GHz

Raspon frekvencije	Lokalizirana specifična apsorbirana energija (SA)
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10 mJkg ⁻¹

Napomena A2-1: Masa za uprosječivanje lokalizirane specifične apsorbirane energije je 10 g tkiva.

Tablica A3

Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za elektromagnetska polja od 6 do 300 GHz

Raspon frekvencije	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje povezane s gustoćom toka snage
6 ≤ f ≤ 300 GHz	50 Wm ⁻²

Napomena A3-1: Gustoća toka snage uprosječuje se preko bilo kojih 20 cm² izloženog područja. Najviše prostorne gustoće toka snage uprosječene preko 1 cm² ne bi trebale prekoračiti vrijednosti 20 puta veće od vrijednosti 50 Wm⁻². Gustoće toka snage od 6 do 10 GHz moraju se uprosječiti kroz 6-minutni interval. Iznad 10 GHz, gustoća toka snage mora se uprosječiti preko 68/f^{1,05}-minutnog intervala (kod čega je f frekvencija u GHz) kako bi se kompenzirala progresivno kraća dubina prodiranja povećanjem frekvencije.

B. VRIJEDNOSTI UPOZORENJA (ALs)

Sljedeće se fizikalne veličine i vrijednosti koriste za utvrđivanje vrijednosti upozorenja (ALs), čije su magnitude utvrđene s ciljem pojednostavnjivanja procesa dokazivanja sukladnosti s odgovarajućim graničnim vrijednostima izloženosti ili poduzimanja odgovarajućih zaštitnih ili preventivnih mjera navedenih u članku 5:

- Vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnih polja E periodično promjenljivih/izmjeničnih električnih polja kako su utvrđene u tablici B1,
- Vrijednosti upozorenja (ALs(B)) za gustoću magnetskog toka B periodično promjenljivih/izmjeničnih električnih polja kako su utvrđene u tablici B1,
- Vrijednosti upozorenja (ALs(S)) za gustoću elektromagnetskih valova polja kako su utvrđene u tablici B1,
- Vrijednosti upozorenja (AL(I_C)) za dodirnu struju kako su utvrđene u tablici B2,
- Vrijednosti upozorenja (AL(I_L)) za struju u ekstremitetima, kako su utvrđene u tablici B2,

Vrijednosti upozorenja odgovaraju izračunanim ili izmjerenim vrijednostima polja na radnom mjestu u odsutnosti radnika, kao najviše vrijednosti s obzirom na položaj tijela ili pojedini dio tijela.

Vrijednosti upozorenja (ALs) za izloženost električnim i magnetskim poljima

Vrijednosti upozorenja (ALs(E)) i vrijednosti upozorenja (ALs(B)) izvedene su iz specifične apsorbirane snage (SAR) ili graničnih vrijednosti izloženosti za gustoću toka snage (tablice A1 i A3) na temelju pragova koji se odnose na unutarnje toplinske učinke koji su posljedica (vanjskih) električnih i magnetskih polja.

Tablica B1

Vrijednosti upozorenja izloženosti električnim poljima od 100 kHz do 300 GHz

Raspon frekvencije	Vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja [Vm ⁻¹] (RMS)	Vrijednosti upozorenja (ALs(B)) za gustoću magnetskog toka [μT] (RMS)	Vrijednosti upozorenja (ALs(S)) za gustoću toka snage [Vm ⁻¹] (RMS)
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 × 10 ²	2,0 × 10 ⁶ /f	—
1 ≤ f < 10 MHz	6,1 × 10 ⁸ /f	2,0 × 10 ⁶ /f	—
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	—
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3 × 10 ⁻³ f ^{1/2}	1,0 × 10 ⁻⁵ f ^{1/2}	—
2 ≤ f < 6 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	—
6 ≤ f ≤ 300 GHz	1,4 × 10 ²	4,5 × 10 ⁻¹	50

Napomena B1-1: f je frekvencija izražena u hertzima (Hz).

Napomena B1-2: [ALs(E)] i [ALs(B)] moraju se uprosječiti kroz 6-minutni interval. Za RF impulse, najviša vrijednost gustoće toka snage uprosječena kroz širinu impulsa ne smije prekoračiti vrijednost koja je 1 000 puta veća od odgovarajuće vrijednosti upozorenja (ALs(S)). Za multifrekvencijska polja analiza se temelji za zbrajanju, prema objašnjenjima iz praktičnih smjernica iz članka 14.

Napomena B1-3: Vrijednosti upozorenja (ALs(E)) i (ALs(B)) predstavljaju najviše vrijednosti proračunane ili izmjerene s obzirom na položaj tijela radnika. To omogućuje konzervativnu procjenu izloženosti i automatsku sukladnost s graničnim vrijednostima izloženosti u svim nejednakim uvjetima izloženosti. Kako bi se pojednostavnila procjena sukladnosti s graničnim vrijednostima izloženosti, koja se provodi sukladno članku 4., u posebnim nejednakim uvjetima, u praktičnim smjernicama iz članka 14. utvrdit će se kriteriji za prostorno usrednjavanje izmjerenih polja na temelju priznate dozimetrije. U slučaju vrlo lokaliziranog izvora udaljenom nekoliko centimetara od tijela, inducirano električno polje određuje pomoću dozimetrije, posebno za svaki pojedinačni slučaj.

Napomena B1-4: Gustoća toka snage uprosječuje se preko bilo kojih 20 cm^2 izloženog područja. Najviše prostorne gustoće toka snage uprosječene preko 1 cm^2 ne bi trebale biti 20 puta veće od vrijednosti 50 Wm^{-2} . Gustoće toka snage od 6 do 10 GHz moraju se uprosječiti kroz 6-minutni interval. Iznad 10 GHz, gustoća toka snage mora se uprosječiti preko $68/f_{1,05}$ -minutnog intervala (kod čega je f frekvencija u GHz) kako bi se kompenzirala progresivno kraća dubina penetracije povećanjem frekvencije.

Tablica B2

Vrijednosti upozorenja za stalne dodirne struje i struje u ekstremitetima

Raspon frekvencije	Vrijednosti upozorenja za stalnu dodirnu struju (I_c) [mA] (RMS)	Inducirana struja u ekstremitetima u bilo kojem ekstremitetu, $ALs(I_T)$ [mA] (RMS)
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	40	—
$10 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	40	100

Napomena B2-1: $[ALs(I_T)]^2$ mora se uprosječiti kroz 6-minutni interval.

PRILOG IV.

Korelacijska tablica

Direktiva 2004/40/EZ	Ova Direktiva
Članak 1. stavak 1.	Članak 1. stavak 1.
Članak 1. stavak 2.	Članak 1. stavci 2. i 3.
Članak 1. stavak 3.	Članak 1. stavak 4.
Članak 1. stavak 4.	Članak 1. stavak 5.
Članak 1. stavak 5.	Članak 1. stavak 6.
Članak 2. točka (a)	Članak 2. točka (a)
—	Članak 2. točka (b)
—	Članak 2. točka (c)
Članak 2. točka (b)	Članak 2. točke (d), (e) i (f)
Članak 2. točka (c)	Članak 2. točka (g)
Članak 3. stavak 1.	Članak 3. stavak 1.
Članak 3. stavak 2.	Članak 3. stavak 1.
—	Članak 3. stavak 2.
Članak 3. stavak 3.	Članak 3. stavci 2. i 3.
—	Članak 3. stavak 4.
Članak 4. stavak 1.	Članak 4. stavak 1.
Članak 4. stavak 2.	Članak 4. stavci 2. i 3.
Članak 4. stavak 3.	Članak 4. stavak 3.
Članak 4. stavak 4.	Članak 4. stavak 4.
Članak 4. stavak 5. točka (a)	Članak 4. stavak 5. točka (b)
Članak 4. stavak 5. točka (b)	Članak 4. stavak 5. točka (a)
—	Članak 4. stavak 5. točka (c)
Članak 4. stavak 5. točka (c)	Članak 4. stavak 5. točka (d)
Članak 4. stavak 5. točka (d)	Članak 4. stavak 5. točka (e)
Članak 4. stavak 5. točka (d) podtočka i.	—
Članak 4. stavak 5. točka (d) podtočka ii.	—
Članak 4. stavak 5. točka (d) podtočka iii.	—

Direktiva 2004/40/EZ	Ova Direktiva
Članak 4. stavak 5. točka (d) podtočka iv.	—
Članak 4. stavak 5. točka (e)	Članak 4. stavak 5. točka (f)
Članak 4. stavak 5. točka (f)	Članak 4. stavak 5. točka (g)
—	Članak 4. stavak 5. točka (h)
—	Članak 4. stavak 5. točka (i)
Članak 4. stavak 5. točka (g)	Članak 4. stavak 5. točka (j)
Članak 4. stavak 5. točka (h)	Članak 4. stavak 5. točka (k)
—	Članak 4. stavak 6.
Članak 4. stavak 6.	Članak 4. stavak 7.
Članak 5. stavak 1.	Članak 5. stavak 1.
Članak 5. stavak 2. uvodni tekst	Članak 5. stavak 2. uvodni tekst
Članak 5. stavak 2. točke od (a) do (c)	Članak 5. stavak 2. točke od (a) do (c)
—	Članak 5. stavak 2. točka (d)
—	Članak 5. stavak 2. točka (e)
Članak 5. stavak 2. točke od (d) do (g)	Članak 5. stavak 2. točke od (f) do (i)
—	Članak 5. stavak 4.
Članak 5. stavak 3.	Članak 5. stavak 5.
—	Članak 5. stavak 6.
—	Članak 5. stavak 7.
Članak 5. stavak 4.	Članak 5. stavak 8.
—	Članak 5. stavak 9.
Članak 5. stavak 5.	Članak 5. stavak 3.
Članak 6., uvodni tekst	Članak 6., uvodni tekst
Članak 6. točka (a)	Članak 6. točka (a)
Članak 6. točka (b)	Članak 6. točka (b)
—	Članak 6. točka (c)
Članak 6. točka (c)	Članak 6. točka (d)
Članak 6. točka (d)	Članak 6. točka (e)
—	Članak 6. točka (f)

Direktiva 2004/40/EZ	Ova Direktiva
Članak 6. točka (e)	Članak 6. točka (g)
Članak 6. točka (f)	Članak 6. točka (h)
—	Članak 6. točka (i)
Članak 7.	Članak 7.
članak 8. stavak 1.	članak 8. stavak 1.
Članak 8. stavak 2.	—
članak 8. stavak 3.	Članak 8. stavak 2.
Članak 9.	Članak 9.
—	Članak 10.
članak 10. stavak 1.	Članak 11. stavak 1. točka (c)
Članak 10. stavak 2. točka (a)	Članak 11. stavak 1. točka (a)
Članak 10. stavak 2. točka (b)	Članak 11. stavak 1. točka (b)
Članak 11.	—
—	Članak 12.
—	Članak 13.
—	Članak 14.
—	Članak 15.
Članak 13. stavak 1.	Članak 16. stavak 1.
Članak 13. stavak 2.	Članak 16. stavak 2.
—	Članak 17.
Članak 14.	Članak 18.
Članak 15.	Članak 19.
Prilog	Prilog I., Prilog II., Prilog III.
—	Prilog IV.

Direktivom 2013/35/EU utvrđuju se minimalni sigurnosni zahtjevi u odnosu na izloženost radnika rizicima uzrokovanim elektromagnetskim poljima. Ovaj praktični vodič pripremljen je da bi poslodavci, pogotovo mala i srednja poduzeća, shvatili što moraju učiniti kako bi se uskladili s Direktivom. Međutim, vodič također može biti koristan radnicima, predstavnicima radnika i regulatornim tijelima u državama članicama. Sastoji se od dva sveska i posebnog vodiča za mala i srednja poduzeća.

U svesku 1. praktičnog vodiča daju se savjeti o provođenju procjene rizika i daljnji savjeti o eventualnim mogućnostima dostupnima poslodavcu ako je potrebno provesti dodatne zaštitne ili preventivne mjere.

Svezak 2. sadržava dvanaest studija slučaja kojima se poslodavcima pokazuje kako pristupiti procjenama te se navode primjeri nekih zaštitnih ili preventivnih mjera koje se mogu odabrati i provesti. Studije slučaja predstavljene su u kontekstu općenitih radnih mjesta, ali su odabrane na temelju stvarnih radnih situacija.

Vodič za mala i srednja poduzeća pomoći će vam u provođenju početne procjene rizika od elektromagnetskih polja na vašemu radnome mjestu. Na temelju rezultata te procjene pomoći će vam odlučiti trebate li poduzeti daljnje korake u vezi s direktivom o elektromagnetskim poljima.

Ova je publikacija dostupna u elektroničkom obliku na svim službenim jezicima Europske unije.

Možete preuzeti naše publikacije ili se besplatno pretplatiti na

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Ako biste željeli redovito dobivati ažurirane informacije o Glavnoj upravi za zapošljavanje, socijalna pitanja i uključivanje, prijavite se da biste dobivali besplatni elektronički bilten *Social Europe* na internetskoj stranici

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/socialeurope>



https://twitter.com/EU_Social

