



Europska
komisija



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

Elektromagnetska polja

Svezak 2: Studije slučaja

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 2: Studije slučaja

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 kad je tekst dovršen.

Fotografija na naslovnici: © corbis

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

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

Besplatan broj telefona (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* Prružene su informacije besplatne, kao i većina poziva (iako se usluge nekih operatera, govornih automata ili hotela mogu naplaćivati).

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

Luksemburg: Ured za publikacije Europske unije, 2015.

ISBN 978-92-79-45941-2

doi:10.2767/78529

© Europska unija, 2015.

Umnožavanje je dopušteno uz navođenje izvora.

SADRŽAJ

Studije slučaja	7
1. Ured	9
1.1. Radno mjesto	9
1.2. Priroda posla	9
1.3. Pristup procjeni	10
1.4. Rezultati procjene	10
1.5. Procjena rizika	10
1.6. Mjere opreza koje su već na snazi	11
1.7. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene	11
2. Spektrometar nuklearne magnetske rezonancije (NMR)	12
2.1. Radno mjesto	12
2.2. Priroda posla	12
2.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja	12
2.4. Pristup procjeni izloženosti	13
2.5. Rezultati procjene izloženosti	14
2.6. Procjena rizika	14
2.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi	15
2.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene	16
3. Elektroliza	17
3.1. Radno mjesto	17
3.2. Priroda posla	17
3.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja	17
3.3.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora	17
3.3.2. Polje ormara ispravljača	18
3.4. Primjena u praksi	20
3.5. Pristup procjeni izloženosti	20
3.5.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora	21
3.5.2. Polje ormara ispravljača	21
3.6. Rezultati procjene izloženosti	22
3.6.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora	23
3.6.2. Polje ispravljača	27
3.7. Procjena rizika	29
3.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi	31
3.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene	31
3.10. Svi izvori za dodatne informacije	31
4. Medicina	32
4.1. Radno mjesto	32
4.2. Priroda posla	32
4.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja	32
4.3.1. Jedinice za elektrokirurgiju	32
4.3.2. Transkranijalna magnetska stimulacija (TMS)	33
4.3.3. Kratkovalna dijatermija	34

4.4.	Primjena u praksi	34
4.4.1.	Jedinice za elektrokirurgiju	34
4.4.2.	Transkranijalna magnetska stimulacija (TMS)	34
4.4.3.	Kratkovalna dijatermija	35
4.5.	Pristup procjeni izloženosti	35
4.6.	Rezultati procjene izloženosti	36
4.6.1.	Jedinica za elektrokirurgiju	36
4.6.2.	TMS uređaj	39
4.6.3.	Kratkovalna dijatermija	43
4.7.	Procjena rizika	43
4.7.1.	Jedinica za elektrokirurgiju	43
4.7.2.	TMS uređaj	43
4.8.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	46
4.9.	Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene	46
4.9.1.	Jedinica za elektrokirurgiju	46
4.9.2.	TMS uređaj	46
4.9.3.	Kratkovalna dijatermija	47
5.	Inženjerska radionica	48
5.1.	Radno mjesto	48
5.2.	Priroda posla	48
5.3.	Primjena u praksi	48
5.3.1.	Magnetski pregled čestica	48
5.3.2.	Demagnetizator	49
5.3.3.	Planska brusilica	50
5.3.4.	Drugi alati kojima se koristi u radionici	50
5.4.	Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja	51
5.5.	Pristup procjeni izloženosti	51
5.6.	Rezultati procjene izloženosti	51
5.6.1.	Magnetski pregled čestica	51
5.6.2.	Demagnetizator	52
5.6.3.	Planska brusilica	54
5.6.4.	Drugi alati kojima se koristi u radionici	54
5.7.	Procjena rizika	55
5.8.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	59
5.9.	Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene	59
5.10.	Upućivanje na izvore za dodatne informacije	61
6.	Automobilska industrija	63
6.1.	Radno mjesto	63
6.2.	Priroda posla	63
6.3.	Primjena u praksi	63
6.4.	Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja	65
6.5.	Pristup procjeni izloženosti	67
6.6.	Rezultati procjena izloženosti	68
6.6.1.	Rezultati procjene izloženosti radioničkih aparata za točkasto zavarivanje	69
6.6.2.	Rezultati procjene izloženosti indukcijskih grijača korištenih u radionici	71
6.7.	Zaključci procjene izloženosti	72
6.8.	Procjena rizika	74
6.9.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	74
6.10.	Dodatne mjere opreza kao rezultat procjena	75
6.11.	Aparati za točkasto zavarivanje u proizvodnji vozila	76
6.11.1.	Procjena tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje	76
6.11.2.	Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje	78

6.11.3.	Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje u kontekstu AL-ova	80
6.11.4.	Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje u kontekstu ELV-ova.....	80
7.	Zavarivanje.....	83
7.1.	Radno mjesto	83
7.2.	Priroda posla.....	83
7.3.	Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja.....	83
7.3.1.	Aparati za točkasto zavarivanje.....	83
7.3.2.	Aparat za šavno zavarivanje.....	84
7.4.	Primjena u praksi	85
7.5.	Pristup procjeni izloženosti	85
7.6.	Rezultati procjene izloženosti.....	86
7.6.1.	Stolni aparat za točkasto zavarivanje	86
7.6.2.	Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje.....	87
7.6.3.	Aparat za šavno zavarivanje.....	89
7.7.	Procjena rizika.....	90
7.8.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	94
7.9.	Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	94
7.10.	Upućivanje na izvore za dodatne informacije.....	95
7.10.1.	Stolni aparat za točkasto zavarivanje.....	95
7.10.2.	Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje.....	96
7.10.3.	Aparat za šavno zavarivanje.....	96
8.	Metalurška proizvodnja	98
8.1.	Radno mjesto	98
8.2.	Priroda posla.....	98
8.3.	Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja i načinu uporabe.....	98
8.3.1.	Postrojenje za proizvodnju malih količina slitina	98
8.3.2.	Postrojenje za proizvodnju ferotitanija	99
8.3.3.	Veliko postrojenje za električno taljenje.....	99
8.3.4.	Postrojenje s lučnom peći.....	100
8.3.5.	Laboratorij za analitičke usluge	100
8.4.	Rezultati procjene izloženosti.....	101
8.4.1.	Postrojenje za proizvodnju malih količina slitina	101
8.4.2.	Postrojenje za proizvodnju ferotitanija	101
8.4.3.	Veliko postrojenje za električno taljenje.....	101
8.4.4.	Postrojenje s lučnom peći.....	102
8.4.5.	Laboratorij za analitičke usluge.....	102
8.5.	Rezultati procjene izloženosti.....	102
8.5.1.	Početna procjena izloženosti	102
8.5.2.	Detaljna procjena izloženosti za indukcijsku peć u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina	104
8.6.	Procjena rizika.....	106
8.7.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	108
8.8.	Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	108
8.9.	Upućivanje na izvore za dodatne informacije.....	109
9.	Uređaji s radiofrekventnom plazmom (RF).....	112
9.1.	Priroda posla.....	112
9.2.	Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja.....	112
9.3.	Primjena u praksi	113
9.4.	Pristup procjeni izloženosti	113
9.5.	Rezultati procjene izloženosti.....	115
9.6.	Procjena rizika.....	116
9.7.	Mjere opreza koje su već bile na snazi	117

9.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	118
9.9. Dodatne informacije.....	119
10. Krovne antene.....	120
10.1. Radno mjesto	120
10.2. Priroda posla.....	120
10.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja.....	121
10.4. Primjena u praksi	123
10.5. Pristup procjeni izloženosti.....	123
10.6. Rezultati procjene izloženosti.....	124
10.7. Procjena rizika.....	125
10.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi.....	126
10.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	127
11. Ručne radiostanice.....	128
11.1. Radno mjesto	128
11.2. Priroda posla.....	128
11.3. Primjena u praksi	130
11.4. Pristup procjeni izloženosti.....	130
11.5. Rezultati procjene izloženosti.....	130
11.6. Procjena rizika.....	130
11.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi.....	131
11.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	131
12. Zračne luke.....	132
12.1. Radno mjesto	132
12.2. Priroda posla.....	132
12.2.1. Radar.....	132
12.2.2. Neusmjereni radiofar.....	132
12.2.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	133
12.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja.....	133
12.3.1. Radar.....	133
12.3.2. Neusmjereni radiofar.....	134
12.3.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	134
12.4. Primjena u praksi	134
12.5. Pristup procjeni izloženosti.....	134
12.5.1. Radar.....	134
12.5.2. Neusmjereni radiofar.....	136
12.5.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	136
12.6. Rezultati procjene izloženosti.....	136
12.6.1. Radar.....	137
12.6.2. Neusmjereni radiofar.....	137
12.6.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	138
12.7. Procjena rizika.....	138
12.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi.....	141
12.8.1. Radar.....	141
12.8.2. Neusmjereni radiofar.....	142
12.8.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	142
12.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene.....	142
12.9.1. Radar.....	142
12.9.2. Neusmjereni radiofar.....	143
12.9.3. Oprema za mjerenje udaljenosti.....	143

STUDIJE SLUČAJA

Svezak 2. neobvezujućeg vodiča o dobroj praksi za provedbu Direktive o elektromagnetskim poljima (2013/35/EU) posvećen je sastavljanju studija slučaja. Mora se čitati zajedno s glavnim tekstom vodiča koji se nalazi u svesku 1.

Sljedeće studije slučajeva razvijene su za niz različitih radnih sektora koji uglavnom uključuju radnike iz malih i srednjih poduzeća. Temelje se na stvarnim procjenama u stvarnim životnim situacijama. No zbog kompleksnosti nekih od ovih procjena one su pojednostavljene ili sažete kako bi bile korisnije čitatelju te kako bi se smanjila ukupna duljina ovog sveska. Namijenjene su ilustriranju mnoštva praktičnih pristupa kojima poslodavci mogu upravljati rizicima povezanim s izloženošću elektromagnetskim poljima. Uključuju primjere dobre prakse.

Neke od studija slučajeva sadržavaju crteže obrisa koji su namijenjeni za shematski prikaz (u tlocrtu) mjenjenih (ili izračunatih) razina izloženosti oko predmetne opreme.

Neke od studija slučajeva uključuju rezultate računalnog modeliranja koje predstavljaju crteži distribucije boje maksimalnog induciranog električnog polja ili specifične apsorbirane snage u voksela od 2 mm^3 koji sačinjavaju model ljudskog tijela. Svrha tih crteža je pružiti shematski prikaz gdje se u ljudskom tijelu apsorbira polje, a ne precizne informacije o veličini tih polja. U crtežima niske frekvencije prikazana su maksimalna inducirana električna polja, a ne inducirana električna polja u 99. percentilu (rabljena za usporedbu s ELV-ovima).

Studije slučajeva uključene u ovaj svezak su :

1. **Ured**
2. **Spektrometar nuklearne magnetske rezonancije (NMR)**
3. **Elektroliza**
4. **Medicina**
5. **Inženjerska radionica**
6. **Automobilska industrija**
7. **Zavarivanje**
8. **Metalurška proizvodnja**
9. **Uređaji s radiofrekventnom plazmom (RF)**
10. **Krovne antene**
11. **Ručne radiostanice**
12. **Zračne luke**

1. URED

1.1. Radno mjesto

Ova studija slučaja odnosi se na grupu ureda u inženjerskom društvu srednje veličine. Uredi obično sadržavaju električnu uredsku opremu koju napaja elektroenergetska mreža. Računala su kombinacija stolnih računala spojenih na lokalnu mrežu (LAN), prijenosnih računala Wi-Fi sustava i mrežnih poslužitelja. Također postoji i malena kuhinja kojom se radnici mogu koristiti. Električna oprema u kuhinji uključuje kuhalo za vodu, hladnjak i mikrovalnu pećnicu. Također postoji i veći središnji mrežni poslužitelj koji je smješten u zasebnoj sobi. Uredsko područje osigurava se sustavom upravljanja pristupom s identifikacijom putem radijske frekvencije (RFID) pri čemu svaki uredski radnik ima pristupni token. Uredski je upravitelj odlučio pregledati procjenu rizika u uredu nakon što je od kolega čuo o novom zakonodavstvu kojim se provodi Direktiva o elektromagnetskim uređajima.

1.2. Priroda posla

Uredski radnici provode mnogo vremena na svojim računalima i obavljajući telefonske pozive na bežičnim (DECT) i mobilnim telefonima. Pristupni tokeni na uzicima daju pristup uredima kad se prislone na brave vrata s identifikacijom putem radijske frekvencije (RFID). Neki od tih izvora elektromagnetskih polja prikazani su na slici 1.1. Svi su radnici mogli rabiti kuhinju za pripremu toplih napitaka i podgrijavanje obroka u mikrovalnoj pećnici.

Slika 1.1. – Izvori elektromagnetskih polja u uredu



1.3. Pristup procjeni

Uredski upravitelj hodao je uredom radeći bilješke o opremi koja upotrebljava električnu energiju, uključujući onu koja stvara elektromagnetska polja, te je razgovarao s radnicima kako bi bio siguran da nijedan predmet nije preskočen. Nakon čitanja prvog dijela neobvezujućeg vodiča kroz dobru praksu za provođenje Direktive 2013/35/EU „Elektromagnetska polja”, upravitelj je shvatio da je najbolji pristup procjeni rizika vidjeti pojavljuju li se identificirani predmeti u tablici 3.2. u poglavlju 3. sveska 1. vodiča. Ako neki predmet nije naveden u toj tablici, možda će biti potrebna dodatna procjena.

1.4. Rezultati procjene

Uredski upravitelj naveo je svu električnu opremu (tablica 1.1.) te zabilježio pojavljuje li se u tablici 3.2. u poglavlju 3. sveska 1. vodiča.

Tablica 1.1. – Popis električne opreme u području ureda

Stavka	Nizak rizik za bilo kojeg radnika (tablica 3.2., poglavlje 3.)	Procjena potrebna za radnike koji nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD) ili medicinske proizvode koji se nose na tijelu (tablica 3.2., poglavlje 3.)	Napomene
Računala	✓		
Mrežni poslužitelj s vezanim UPS-om i mrežnim ožičenjem	✓		Izlaz UPS-a bit će sličan onome normalnog napajanja strujom
Prijenosna računala (podržavaju Wi-Fi)		✓	
Bežični (DECT) telefoni		✓	
Električne instalacije glavnog napajanja	✓		
Mobilni telefoni		✓	
Stroj za fotokopiranje	✓		
Pristupna čvorišta za Wi-Fi		✓	
Kuhalo za vodu	✓		
Hladnjak	✓		
Mikrovalna pećnica	✓		Pećnicu treba dobro održavati
Sigurnosni pristup koji koristi RFID		✓	

1.5. Procjena rizika

Rezultati procjene ukazuju na to da uporaba uredske opreme opisane u tablici 3.2. poglavlja 3. sveska 1. ovog vodiča neće premašiti vezane relevantne ELV-ove za učinke na zdravlje iz Direktive o elektromagnetskim poljima. Međutim, postoji mogućnost da druga oprema u tablici 3.2. kod radnika može izazvati interferencije s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (AIMD-ovima) ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu. Procjena rizika specifična za elektromagnetska polja prikazana u tablici 1.2. dodana je općoj procjeni rizika u uredu.

1.6. Mjere opreza koje su već na snazi

Periodičke provjere općeg stanja mikrovalne pećnice obavljaju se tijekom rutinskih anketa o sigurnosti u uredu.

1.7. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Upravitelj ureda utvrdio je nekoliko jednostavnih mjera:

- bilo koju novu opremu drukčijeg tipa treba pregledati s obzirom na Direktivu o elektromagnetskim poljima kako bi se vidjelo mijenja li rezultat procjene rizika;
- kad bilo koji od uredskih radnika prijavi da je izložen osobitom riziku zbog aktivnog ugrađenog medicinskog uređaja, uredski će upravitelj s njim pregledati informacije koje mu je pružio zdravstveni stručnjak odgovoran za njegovu skrb.

Tablica 1.2. – Dodaci općoj procjeni rizika u uredu specifični za elektromagnetska polja

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Elektromagnetsko zračenje iz mikrovalne pećnice	Periodičke provjere općeg stanja pećnice uključujući štetu na brtvama vrata, prozorskoj rešetki i radu blokada	Svi radnici	✓			✓			Nizak	Nisu potrebne
Interferencije s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (AIMD-ovima) ili medicinskim proizvodima koji se nose na tijelu zbog elektromagnetskog zračenja	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓			Nizak	Osigurati da su radnici s medicinskim električnim proizvodima ili uređajima podvrgnuti individualnoj procjeni rizika pri povratku na posao gdje se mogu identificirati i provesti bilo kakve mjere opreza koje preporučiti njihov zdravstveni savjetnik Svu novu opremu treba procijeniti

2. SPEKTROMETAR NUKLEARNE MAGNETSKE REZONANCIJE (NMR)

2.1. Radno mjesto

Spektrometri nuklearne magnetske rezonancije (NMR) mogu predstavljati opasnost zbog snažnih statičkih magnetskih polja. Rabe se za istraživanje svojstava materijala, na primjer u proizvođačkim industrijama za analizu kemijskih spojeva. Ova studija slučaja odvija se u farmaceutskoj tvrtki gdje se unutar namjenskog laboratorija za spektroskopiju nalaze jedinice NMR-a. Postojali su planovi za kupnju nove jedinice te je službenik za sigurnost htio pregledati procjenu rizika prije razvijanja akcijskog plana.

2.2. Priroda posla

Mali uzorci materijala koje treba analizirati postavljeni su jedan po jedan rukom ili automatski u skupinama putem vrtuljka u vertikalni provrt jedinice NMR-a (slika 2.1.).

Slika 2.1. – Jedinica NMR-a, s vrtuljkom za uzorke i platformom za postavljanje



2.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

U pripremi za pregled službenik za sigurnost prikupio je opće informacije o jedinicama NMR-a i primijetio da:

- Elektromagnet stvara snažno statičko (0 Hz) magnetsko polje, gustoće toka imaju raspon od otprilike 0,5 do 20 T, ovisno o jedinici. Malene stolne jedinice uglavnom rabe rijetke trajne zemne magnete, dok veće samostalne jedinice rabe supravodljive magnete.

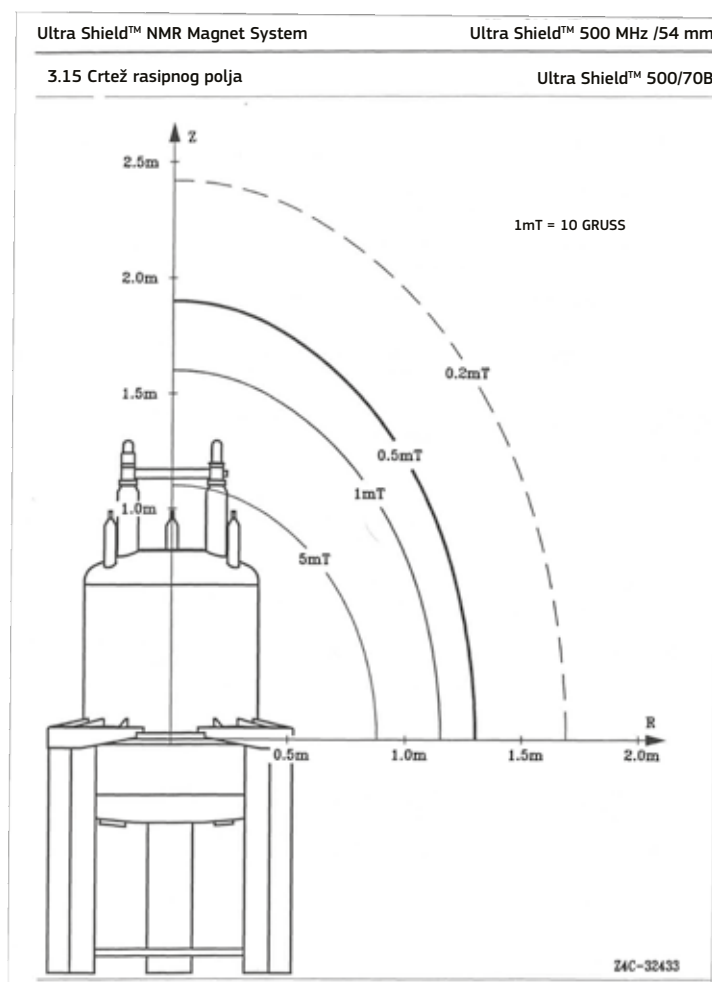
Magneti ostaju potpuno energizirani tijekom dugih razdoblja kako bi poboljšali stabilnost polja te nije izvedivo smanjiti snagu polja kad se radnici približe.

- Proizvođači sve više poboljšavaju dizajn svojih jedinica tako da sadržavaju pasivni i aktivni oklop za smanjivanje snage statičkog magnetskog polja koje dopire do radnika. Stoga može biti moguće gotovo u potpunosti obuzdati opasno magnetsko polje unutar kriostata. U starijim, manje oklopljenim jedinicama, opasno magnetsko polje može postojati nekoliko metara unutar radnog područja.
- Čelične strukture (tj. grede) unutar zgrade često distorziraju i usmjeravaju ta vanjska magnetska polja.

2.4. Pristup procjeni izloženosti

Službenik za sigurnost bio je svjestan da je proizvođač nove jedinice isporučio informacije o snazi statičkog magnetskog polja razumljive radnicima. Što je još važnije, proizvođač je opisao opseg bilo kakve opasnosti od neizravnih učinaka, kao što su rizik od projektila od feromagnetskih predmeta ili interferencija s medicinskim elektroničkim uređajima i proizvodima. U skladu s dobrom praksom proizvođač je dostavio crtež rasipnih statičkih magnetskih polja oko jedinice (slika 2.2.).

Slika 2.2. – Crtež rasipnih statičkih magnetskih polja oko jedinice NMR-a



Službenik za sigurnost bio je svjestan da bi također bilo moguće procijeniti snagu statičkog magnetskog polja oko jedinice s prikladnim magnetometrom te da bi bilo mnogo lakše dobiti pouzdani rezultat s izotropnom sondom (s tri osi) nego sa sondom s jednom osi. Međutim, taj bi pristup zahtijevao ulaganje vremena i novca te razmatranje opasnosti povezanih s izradom mjerenja, osobito ako je uređaj obložen metalom. U procjeni je službenik za sigurnost isključio mjerenje na temelju toga da će proizvođač pružiti dobre informacije.

Službenik za sigurnost također je razmotrio koje grupe radnika imaju pristup laboratoriju NMR-a i zadatke koje vjerojatno obavljaju. Utvrdio je da će servisnim inženjerima proizvođača jedinica NMR-a dopustiti povremeni pristup te će oni pristupati područjima velike snage polja, na primjer postolju kriostata za radnje podešavanja spektrometra. Međutim, utvrdio je da će njegovu društvu biti potrebno da ti inženjeri predaju pismenu procjenu rizika i sigurnosne postupke za njihov rad te da će prije posjeta također morati prikazati svoju stručnost (npr. kroz dokaze o prikladnoj obuci i praktičnom iskustvu). Na tom je temelju procijenio da su rizici povezani s njihovim poslom niski. Također je zaključio da čistačima neće biti dopušten pristup laboratoriju.

2.5. Rezultati procjene izloženosti

Iz procjene postojećih jedinica unutar laboratorija NMR-a službenik za sigurnost bio je svjestan da mogu postojati znatne razlike u udaljenosti od opasnosti, ovisno o dizajnu te osobito zaštiti: za starije nezaštićene jedinice s velikom snagom polja to može biti nekoliko metara, dok za moderne, dobro oklopljene jedinice može biti gotovo nula. Međutim, nije se očekivalo da će snaga polja premašiti granične vrijednosti izloženosti (ELV-ove) za izravne učinke na lokacijama kojima radnici društva imaju pristup. Iako je postojala znatna izlazna snaga od pojačala radiofrekvencije, očekivalo se da će radiofrekventno magnetsko polje biti potpuno obuzdano unutar jedinice te mu radnici neće imati pristup.

Iz informacija koje je pružio proizvođač (slika 2.2.) službenik za sigurnost utvrdio je da će se vrijednosti upozorenja (AL-ovi) za neizravne učinke vjerojatno premašiti unutar 1,3 m od vanjske površine kriostata.

2.6. Procjena rizika

Službenik za sigurnost bio je svjestan da već postoji procjena rizika za laboratorij NMR-a i utvrdio je da je to u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Njome se procjenjuju svi rizici za radnike u laboratoriju, uključujući one od:

- radova na visinama tijekom postavljanja uzoraka;
- kriogenih tekućina i „prigušivanja” supravodljivih magneta;
- zagušljive atmosfere dušika u zatvorenim prostorima ispod kriostata kao što su jame za mijenjanje uzoraka;
- projektilnih feromagnetskih predmeta (npr. alata i instrumenata);
- interferencije s medicinskim elektroničkim uređajima i proizvodima.

U skladu s tim, bilo bi jednostavno stvoriti novi akcijski plan na temelju trenutne provjere u postojećoj procjeni rizika. Primjer procjene rizika elektromagnetskih polja za laboratorij NMR-a za proizvodnju klora prikazan je u tablici 2.1.

2.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Službenik za sigurnost utvrdio je da je u laboratoriju NMR-a proveden niz organizacijskih mjera za sprječavanje ili ograničavanje izloženosti. Prva od tih mjera bila je odabir jedinica NMR-a s najmodernijim pasivnim ili aktivnim okloпом. Druge dobre praktične mjere uključivale su:

- lociranje jedinica NMR-a u namjenskom laboratoriju s fizičkom kontrolom pristupa u obliku pristupa putem tipkovnice;
- postavljanje obavijesti upozorenja i zabrane u skladu s Direktivom 92/58/EEZ na ulaznim vratima laboratorija (slika 2.3.). To uključuje upozorenje ljudima koji nose medicinske elektroničke proizvode;
- sprječavanje unosa feromagnetskih alata i drugih proizvoda u laboratorij;
- odvajanje jedinica NMR-a od drugih laboratorijskih proizvoda i radnih stanica;
- postavljanje žičane ograde i označavanje poda na položaju obrisa s 0,5 mT radi upravljanja pristupom (slika 2.4.);
- pružanje informacija, uputa i obuke onima koji rade u laboratoriju i osiguravanje prikladnog nadzora;
- zahtijevanje da servisni inženjeri dostavljaju pisanu sigurnosnu dokumentaciju i dokažu svoju stručnost prije posjeta.

Slika 2.3. – Obavijesti upozorenja i zabrane na ulaznim vratima laboratorija NMR-a



Slika 2.4. – Označavanje ograničenih područja žičanom ogradom i označivanjem poda



Tablica 2.1. – Procjena rizika elektromagnetskih polja za laboratorij NMR-a

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost		Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće		
Izravni učinci statičkog magnetskog polja	Namjenski laboratorij s fizičkom kontrolom pristupa	Laboratorijski radnici	✓			✓		Nizak	
	Obavijesti upozorenja i zabrane								
	Informacije, upute i obuka								Osposobljavanje za obnovu znanja Uključiti članak u sigurnosni bilten
	Potreba za pismenom sigurnosnom dokumentacijom i prikazom stručnosti	Servisni inženjeri	✓			✓		Nizak	
Zabranjen pristup čistačima		Čistači	✓			✓		Nizak	Osigurati da su čistači toga svjesni
	Sprječavanje ulaska feromagnetskih proizvoda	Sve navedeno		✓		✓		Nizak	Osigurati da su radnici na održavanju toga svjesni
Neizravni učinci statičkog magnetskog polja (interferencija s medicinskim implantatima)	Vidjeti gore	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓		Nizak	Vidjeti gore
	Radiofrekventno magnetsko polje	Potpuno unutar jedinice i nema pristupa	Sve navedeno	✓		✓		Nizak	Ne postoje

2.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Službenik za sigurnost bio je uglavnom zadovoljan ocjenjivanjem procjene rizika i procjenom opasnosti povezanih s novom jedinicom. Smatralo se da su organizacijske mjere dovoljne iako je prošlo pet godina otkad su radnici zadnji put prošli obuku o opasnostima i mjerama opreza povezanim s laboratorijem NMR-a. U skladu s tim, službenik za sigurnost razvio je akcijski plan sa sljedećim elementima:

- obnoviti obuku radnika u laboratoriju serijom kratkih sesija s ciljem podizanja svijesti, s time da novi radnici imaju prednost;
- osigurati da su radnici za održavanje svjesni opasnosti, osobito od „letećih feromagnetskih alata“;
- potvrditi da su čistači svjesni da im je zabranjen ulaz u laboratorij;
- uključiti članak o opasnostima povezanim s laboratorijem u sljedeći sigurnosni bilten društva.

3. ELEKTROLIZA

Izvori elektromagnetskih polja u ovoj studiji slučaja uključuju:

- elektrolizatore;
- tiristorske ispravljače;
- sabirnice;
- transformatore.

3.1. Radno mjesto

Oprema je postavljena u velikom postrojenju za proizvodnju klora. Radna mjesta od interesa bila su:

- prostorija s ćelijama elektrolizatora;
- polja ormara ispravljača.

3.2. Priroda posla

Većinu posla obavljenog na opremi izvodili su kvalificirani i iskusni inženjeri, od kojih bi se mogao zahtijevati rad na bilo kakvoj opremi povezanoj s postrojenjem za proizvodnju klora. To može uključivati periodično rastavljanje i servisiranje elektrolizatora dok su susjedni elektrolizatori pod naponom.

Postrojenje je bilo relativno novo i sigurnost od elektromagnetskih polja bila je uzeta u obzir tijekom faze projektiranja. Ova studija slučaja je stoga dobar primjer dobre prakse, a stavlja naglasak i na važnost uzimanja u obzir izlaganja elektromagnetskim poljima u fazama planiranja velikog projekta.

3.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

3.3.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora

Prostorija s ćelijama elektrolizatora sadržavala je 20 elektrolizatora, koji proizvode klor primjenom električne struje na slanu vodu metodom elektrolize pomoću membranskih ćelija. Na svaki elektrolizator primijenjena je istosmjerna struja od 450 V, 16,5 kA. Oko elektrolizatora ugrađeni su štitnici od pleksiglasa kako bi se spriječio pristup električnim vodovima pod naponom.

Uključujući štitnike, svaki elektrolizator bio je duljine 17,2 m i širine 4,4 m i uključivao je 138 ćelija podijeljenih u dvije grupe od 69 ćelija koje su bile povezane u nizovima. Elektrolizatori su međusobno bili udaljeni približno 1,1 m. Raspored elektrolizatora prikazan je na slici 3.1.

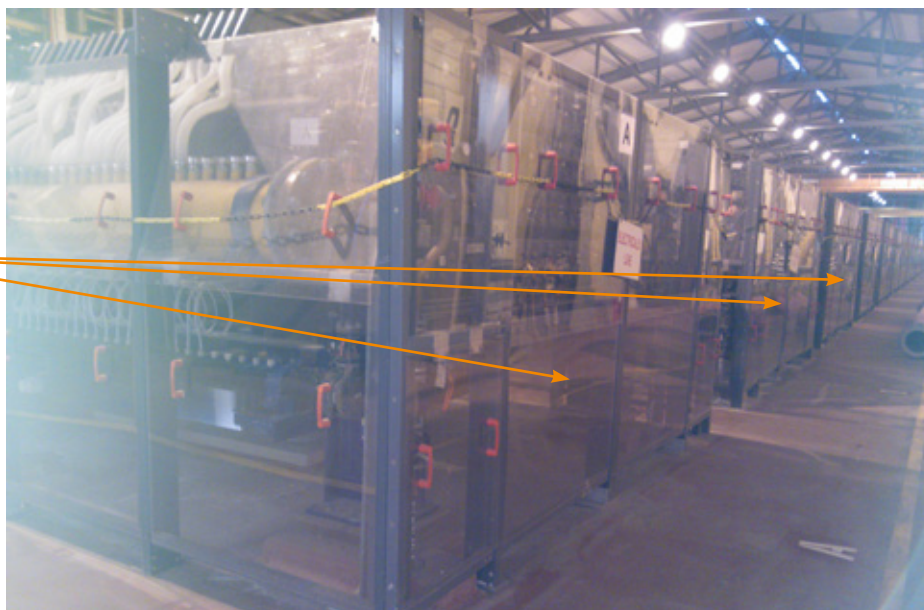
Procjena pomoću teorijskog modeliranja temeljena na izračunima magnetskih polja oko dijelova postrojenja koji provode struju izvedena je tijekom faze projektiranja kako bi se osigurala pouzdanost u pogledu minimalizacije izloženosti elektromagnetskim poljima.

Slika 3.1. – Elektrolizatori u prostoriji s ćelijama

**Jedan elektrolizator,
prikazan cijelom
duljinom**



**Nekoliko
elektrolizatora**

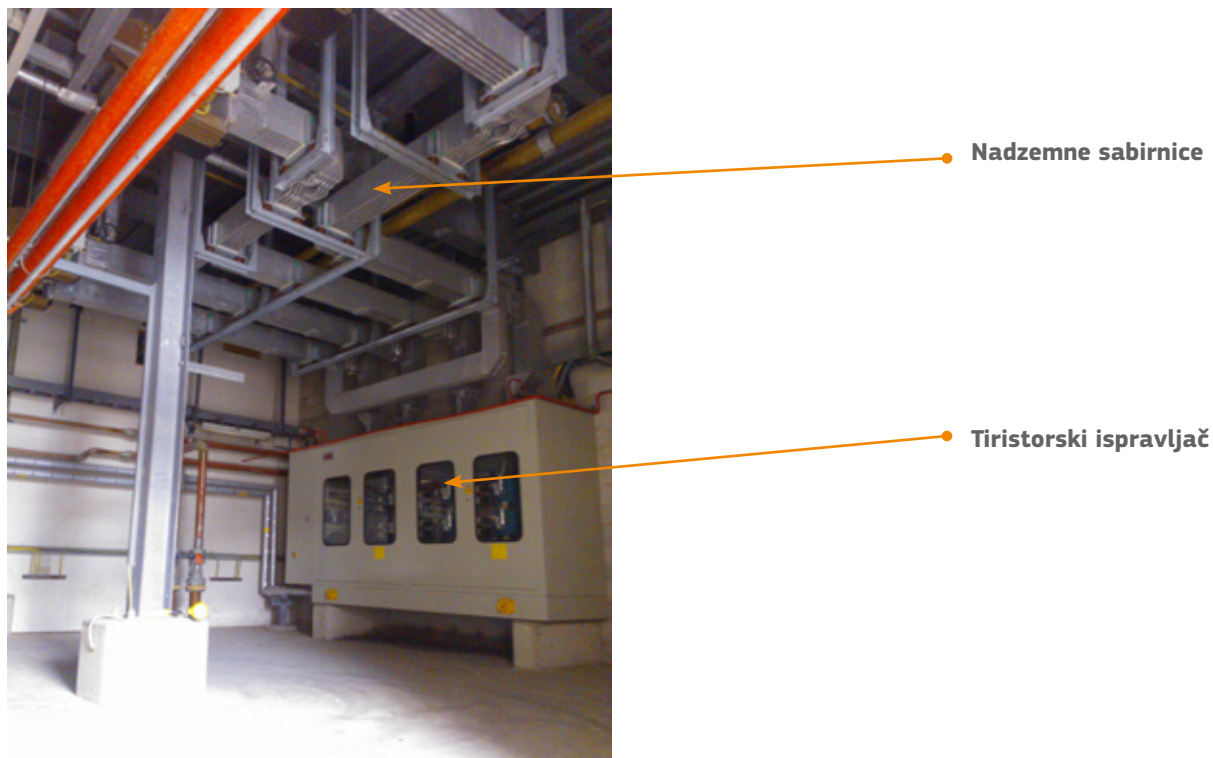


3.3.2. Polje ormara ispravljača

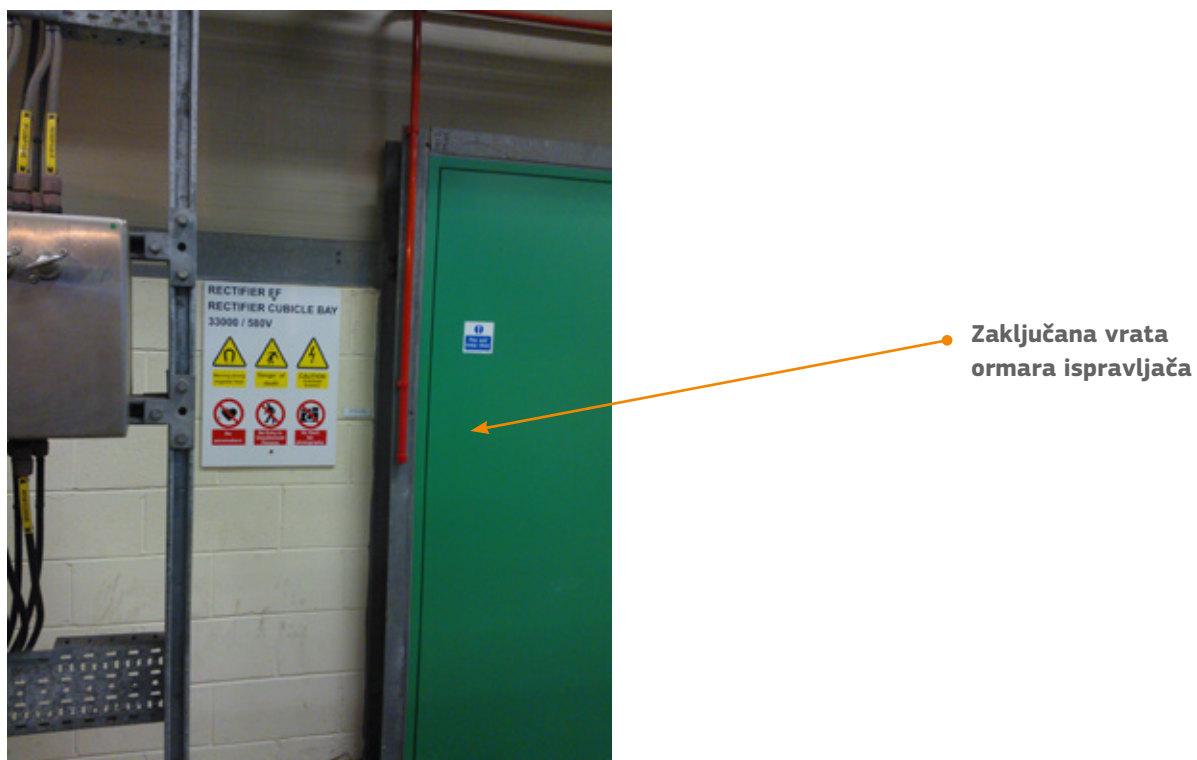
Svako polje ormara ispravljača (slika 3.2.) sadržavalo je tiristorski ispravljač, koji je dva elektrolizatora napajao istosmjernom strujom. Nadzemne sabirnice koje napajaju elektrolizatore bile su postavljene na visini od približno 4,2 m iznad razine poda. Sabirnice su bile ograđene kako bi se spriječio pristup s vanjske strane zgrade, vrata koja vode svakom polju bila su zaključana, a pored njih bio je istaknut znak upozorenja (slika 3.3.). Pristup poljima obično nije dopušten u vrijeme rada elektrolizatora.

Transformatori koji napajaju prostoriju s ćelijama bili su locirani izvan polja ormara ispravljača, s druge strane zida. Polja transformatora također su bila ograđena u svrhu sprečavanja pristupa (slika 3.4.).

Slika 3.2. – Polje ormara ispravljača



Slika 3.3. – Ograničenje pristupa polju ormara ispravljača



Slika 3.4. – Polja transformatora

3.4. Primjena u praksi

Postupak proizvodnje klora je automatiziran i njime se upravlja na daljinu iz upravljačke prostorije u obližnjoj zgradi.

3.5. Pristup procjeni izloženosti

Mjerenja izloženosti proveo je stručni konzultant koristeći se specijaliziranom instrumentacijom. S obzirom na to da je postrojenje projektirano imajući u vidu sigurnost od elektromagnetskih polja i budući da je projektiranje uključivalo procjenu pomoću teorijskog modeliranja temeljenu na izračunima magnetskih polja oko dijelova postrojenja koji provode struju, svrha mjerenja bila je dokazati da su već provedene mjere sigurnosti i prevencije učinkovite u ograničavanju izloženosti elektromagnetskim poljima.

Mjerenja su provedena za gustoću statičkog magnetskog toka, zbog istosmjerne struje kojom se napajaju elektrolizatori, i za vremenski promjenjivu gustoću magnetskog toka, zbog činjenice da se istosmjerna struja proizvodila ispravljanjem izvora naizmjenične struje, tako da je bila očekivana određena valovitost istosmjerne struje kojom se napajaju elektrolizatori. Frekvencija valovitosti također je dokazana tijekom procjene izloženosti.

Konzultant je proveo studiju o „vremenu i kretanju” prije izvođenja mjerenja kako bi osigurao da su mjerenja izvedena na lokacijama koje odgovaraju uobičajenim radnim lokacijama. Mjerenja su provedena dok su elektrolizatori radili pod stalnim opterećenjem.

Rezultati mjerenja bili su uspoređeni s odgovarajućim graničnim vrijednostima izloženosti (ELV-ovima) i vrijednostima upozorenja (AL-ovima) za izravne učinke, kao i s AL-ovima za neizravne učinke statičkih magnetskih polja (interferencija s aktivnim medicinskim proizvodima te rizik od privlačenja i projektila u graničnom polju izvora polja veće jakosti).

Prilikom procjene izloženosti radnika koji su izloženi posebnom riziku, usporedba je provedena s pomoću referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

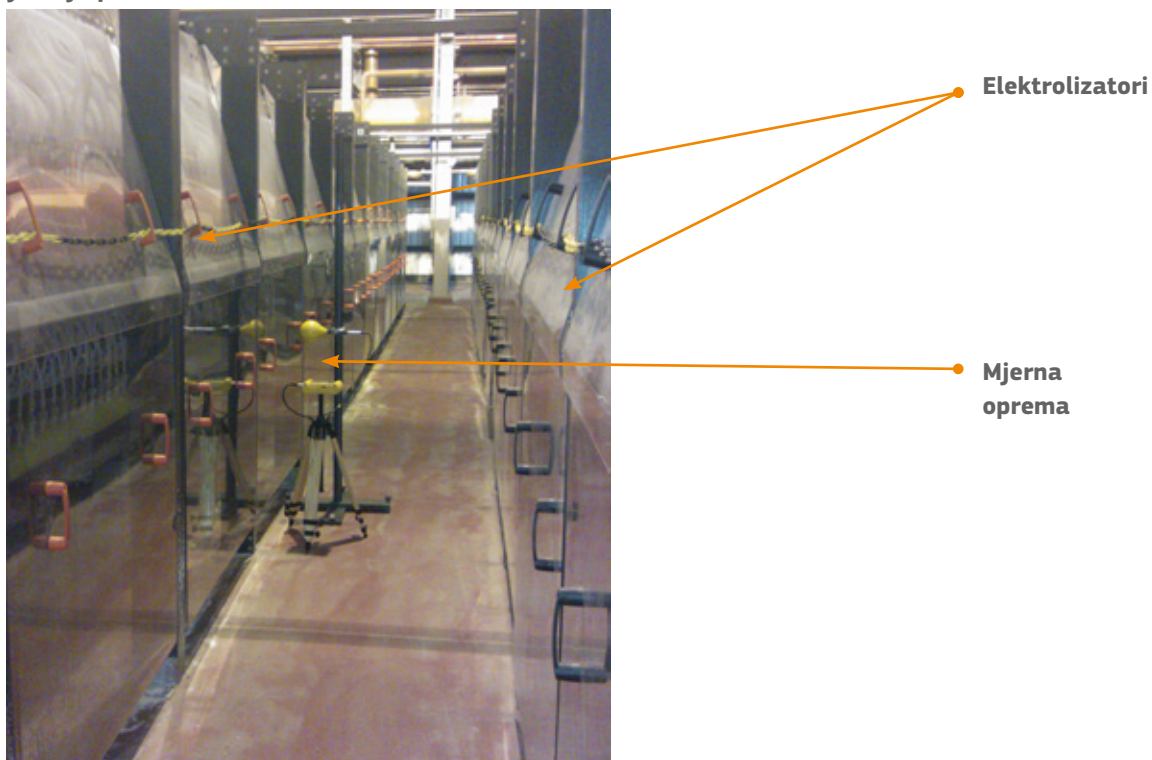
3.5.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora

Mjerenja vremenski promjenjive gustoće magnetskog toka i gustoće statičkog magnetskog toka provedena su između dva elektrolizatora (slika 3.5.). Provedene su tri serije mjerenja:

- u vremenskim intervalima po duljini razmaka između dva elektrolizatora;
- u vremenskim intervalima po cijeloj duljini središta razmaka, s jednog kraja elektrolizatora do drugog;
- po okomitoj ravnini jednog od elektrolizatora.

Ova su mjerenja omogućila reprezentaciju izloženosti radnika koji hoda između elektrolizatora u prostoriji s ćelijama, što se smatra najgorim scenarijem izloženosti.

Slika 3.5. – Mjerenja provedena između dva elektrolizatora



3.5.2. Polje ormara ispravljača

Mjerenja vremenski promjenjive gustoće magnetskog toka provedena su oko tiristorskog ispravljača (slika 3.6.), ispod sabirnica i blizu zida između ispravljača i transformatora.

Slika 3.6. – Mjerenja koja se provode u blizini tiristorskog ispravljača



3.6. Rezultati procjene izloženosti

Rezultati mjerenja izloženosti uspoređeni su s odgovarajućim ELV-ovima i AL-ovima. U slučaju elektrolize, bitne vrijednosti s kojima je potrebno usporediti rezultate mjerenja su:

- za statička magnetska polja:
 - ELV za gustoću magnetskog polja statičkih magnetskih polja (uobičajeni radni uvjeti);
 - vrijednost upozorenja za gustoću magnetskog toka statičkih magnetskih polja (interferencija s aktivnim medicinskim proizvodima kao što su elektronički srčani stimulatori);
 - vrijednost upozorenja za gustoću magnetskog toka statičkih magnetskih polja (rizik od privlačenja i projektila u graničnom polju izvora polja veće jakosti);
- za vremenski promjenjiva magnetska polja:
 - vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog toka vremenski promjenjivih polja;
 - referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) za vremenski promjenjiva magnetska polja (za radnike izložene posebnom riziku).

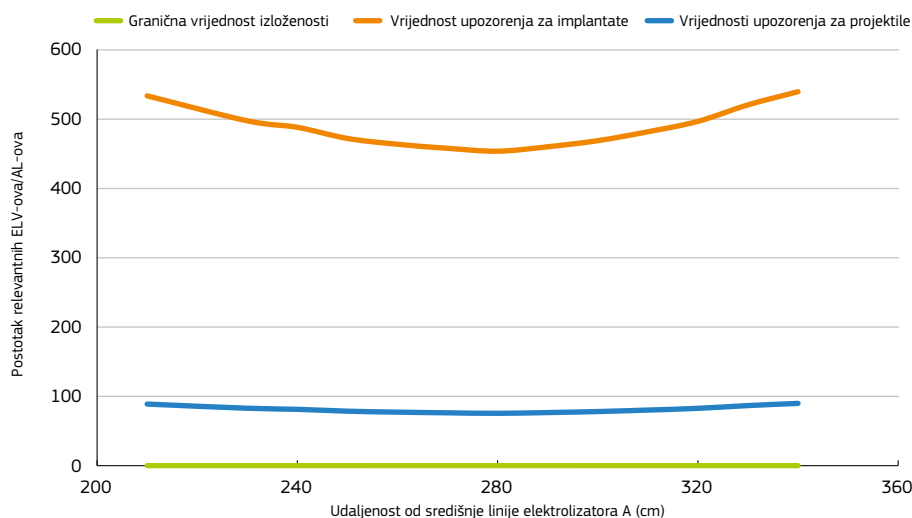
Značajni rezultati procjene izloženosti, uz neke primjere dijagrama izrađenih tijekom procjene pomoću teorijskog modeliranja, prikazani su na slikama 3.7. do 3.17.

Treba napomenuti da se rezultati procjene izloženosti ne mogu usporediti izravno s procjenom izvedenom pomoću modeliranja jer se procjena pomoću modeliranja izvodila prije objavljivanja Direktive o elektromagnetskim poljima i temeljila se na referentnim razinama na radu ICNIRP-a, koje su postavljale veća ograničenja od vrijednosti upozorenja u Direktivi o elektromagnetskim poljima.

3.6.1. Prostorija s ćelijama elektrolizatora

Sljedeći grafovi pokazuju varijaciju gustoće magnetskog toka s obzirom na gore opisane primjenjive ELV-ove i AL-ove. Dokazano je da frekvencija valovitosti pri napajanju istosmjernom strujom iznosi 300 Hz. Harmonici pri 600 Hz i 900 Hz također su detektirani pomoću uređaja za mjerenje, iako doprinos harmonika cjelokupnoj izloženosti u ovom slučaju nije značajna.

Slika 3.7. – Varijacije gustoće statičkog magnetskog toka po duljini razmaka između dva elektrolizatora



N.B.: Mjerenja su provedena na visini od 120 cm iznad razine poda.

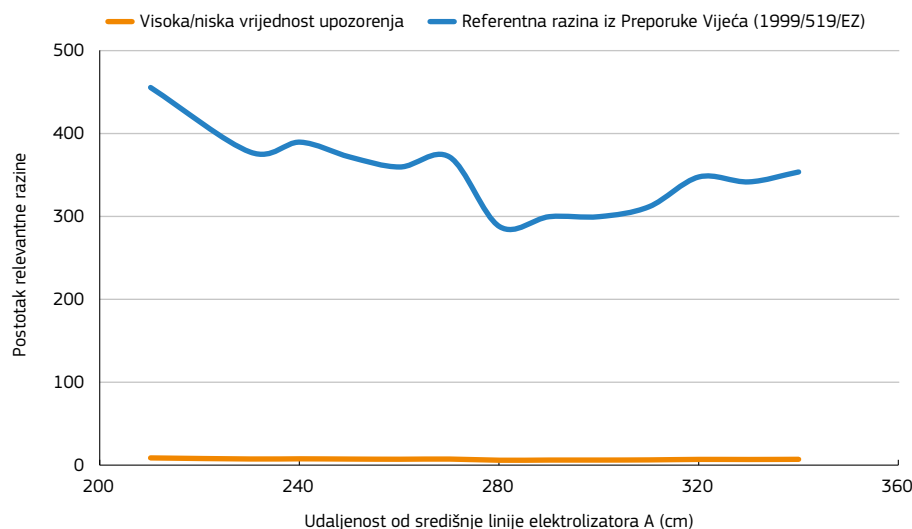
Granična vrijednost izloženosti (uobičajeni radni uvjeti): 2 T

Vrijednost upozorenja za implantate: 0,5 mT

Vrijednost upozorenja za projektil: 3 mT

Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 5\%$, a rezultati su skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci ELV-ova/AL-ova.

Slika 3.8. – Varijacije vremenski promjenjive gustoće statičkog magnetskog toka od 300 Hz po duljini razmaka između dva elektrolizatora



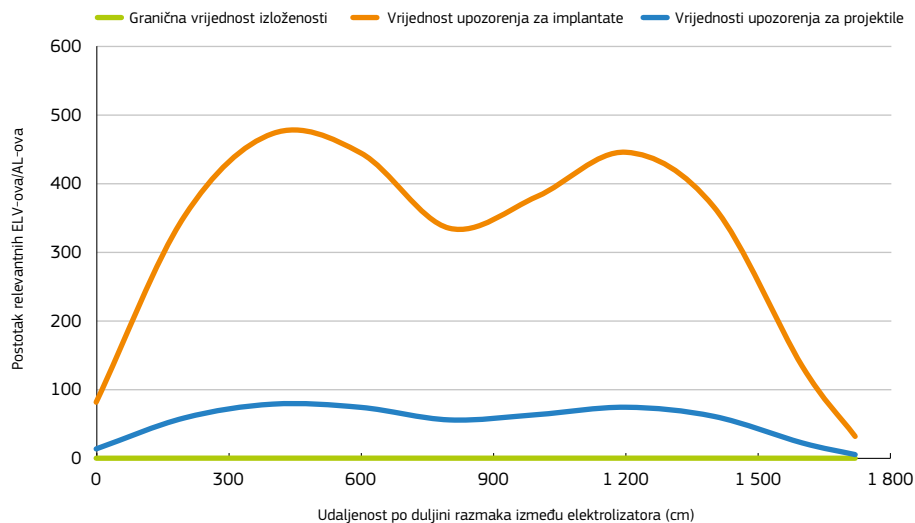
N.B.: Mjerenja su provedena na visini od 120 cm iznad razine poda.

Visoke i niske vrijednosti upozorenja za magnetsko polje od 300 Hz: 1 000 μ T

Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za magnetsko polje od 300 Hz: 16,7 μ T

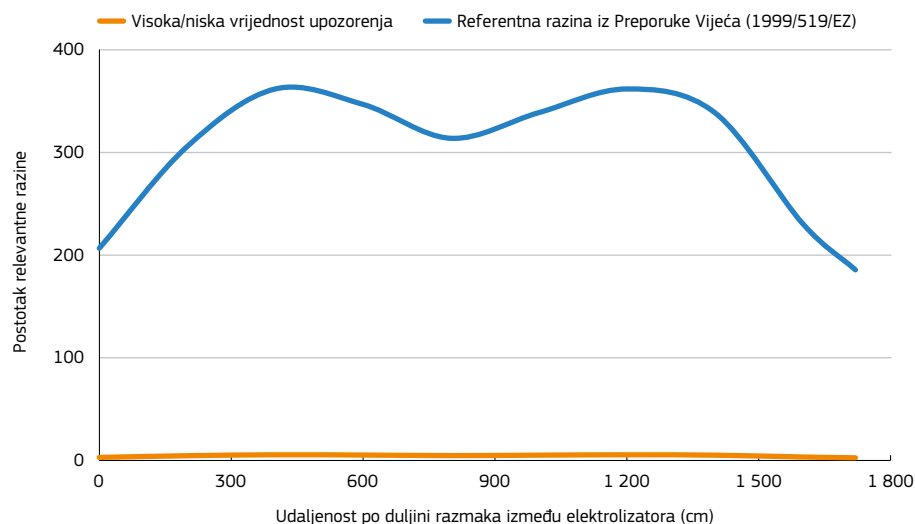
Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-a/RL-a.

Slika 3.9. – Varijacije gustoće statičkog magnetskog toka po cijeloj duljini razmaka između dva elektrolizatora



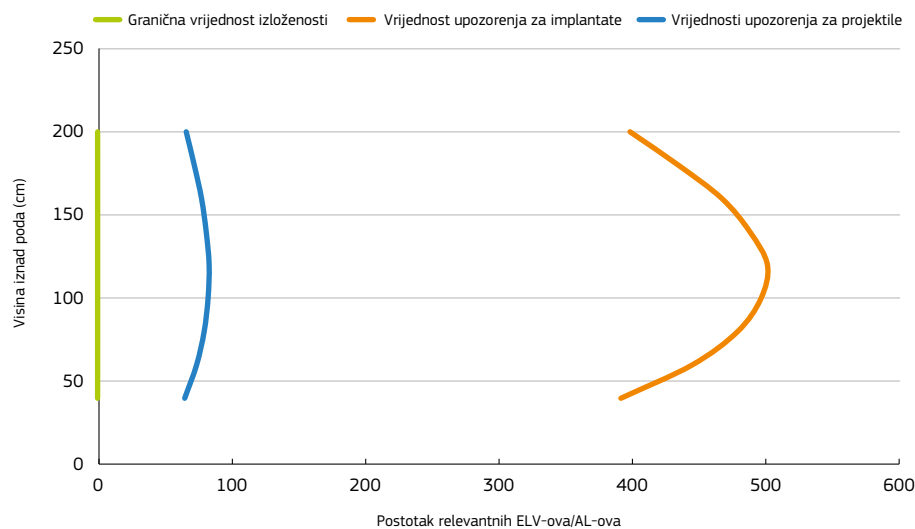
N.B.: Mjerenja su provedena na visini od 120 cm iznad razine poda.
 Granična vrijednost izloženosti (uobičajeni radni uvjeti): 2 T
 Vrijednost upozorenja za implantate: 0,5 mT
 Vrijednost upozorenja za projekte: 3 mT
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 5\%$, a rezultati su skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci ELV-ova/AL-ova.

Slika 3.10. – Varijacije promjenjive gustoće magnetskog toka od 300 Hz po duljini razmaka između dva elektrolizatora



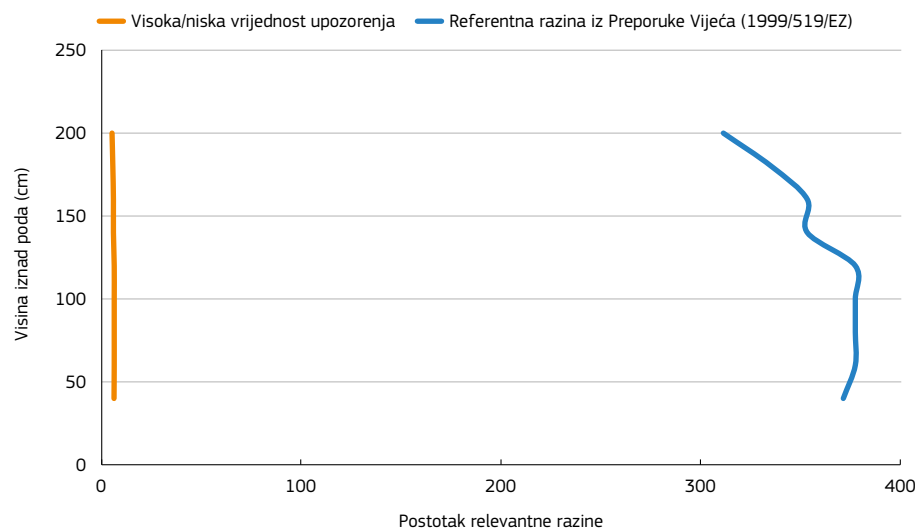
N.B.: Mjerenja su provedena na visini od 120 cm iznad razine poda.
 Visoke i niske vrijednosti upozorenja za magnetsko polje od 300 Hz: 1 000 μ T
 Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za magnetsko polje od 300 Hz: 16,7 μ T
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-a/RL-a.

Slika 3.11. – Varijacije gustoće statičnog magnetskog toka po visini duž jednog od elektrolizatora



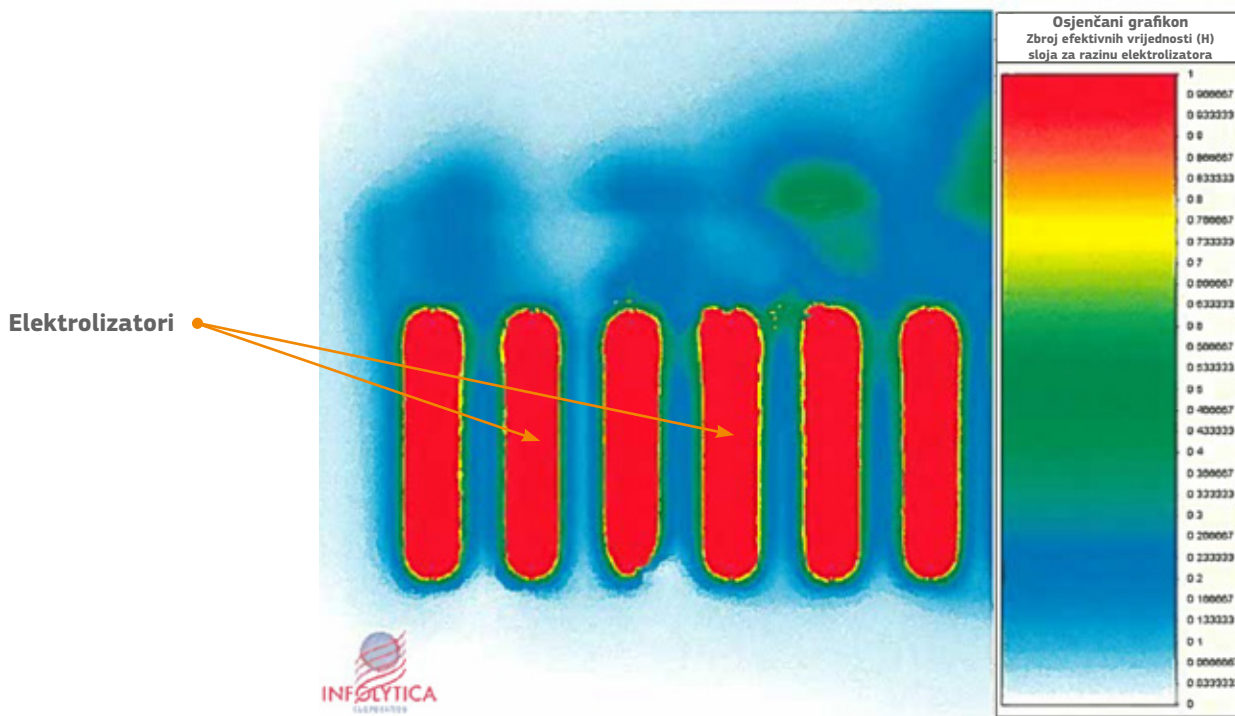
N.B.: Mjerenja su provedena na udaljenosti od 230 cm od središnje linije jednog od elektrolizatora.
 Granična vrijednost izloženosti (uobičajeni radni uvjeti): 2 T
 Vrijednost upozorenja za implantate: 0,5 mT
 Vrijednost upozorenja za projekte: 3 mT
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 5\%$, a rezultati su skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci ELV-ova/AL-ova.

Slika 3.12. – Varijacije promjenjive gustoće magnetskog toka od 300 Hz po visini duž jednog od elektrolizatora



N.B.: Mjerenja su provedena na udaljenosti od 230 cm od središnje linije jednog od elektrolizatora.
 Visoke i niske vrijednosti upozorenja za magnetsko polje od 300 Hz: 1 000 μ T
 Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za magnetsko polje od 300 Hz: 16,7 μ T
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-a/RL-a.

Slika 3.13. – Primjer dijagrama procjene pomoću teorijskog modeliranja za prostoriju s ćelijama elektrolizatora (pogled odozgo)



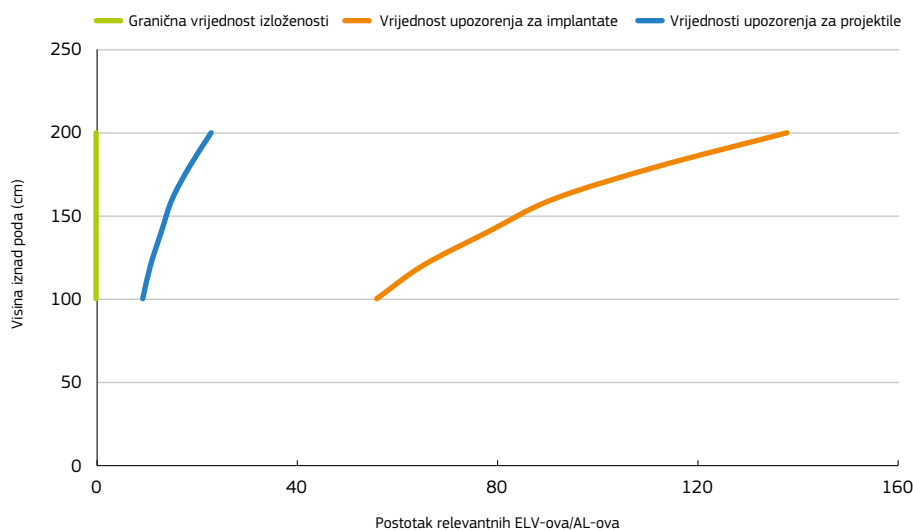
Rezultati procjene izloženosti u prostoriji s ćelijama elektrolizatora društvu su pružili sljedeće informacije:

- izloženost magnetskim poljima koja proizvode elektrolizatori bila je niža od relevantnih ELV-ova i AL-ova za izravne učinke;
- osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima mogu biti izložene opasnosti u prostoriji s ćelijama;
- referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene su po duljini elektrolizatora po pitanju vremenski promjenjivih magnetskih polja. Međutim, u prostoriji s ćelijama najvjerojatnije ne bi boravili radnici koji su izloženi posebnom riziku.

3.6.2. Polje ispravljača

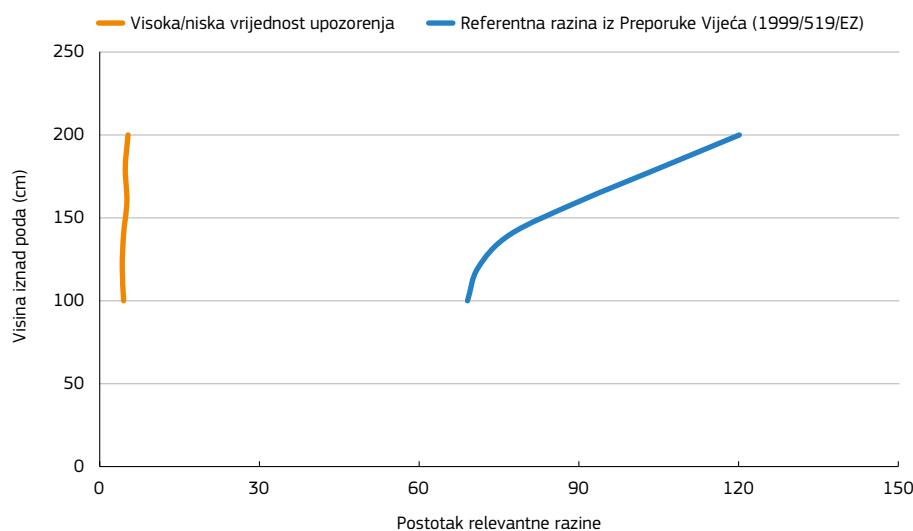
Sljedeći grafovi pokazuju varijaciju gustoće magnetskog toka s obzirom na gore opisane primjenjive ELV-ove i AL-ove. Potvrđeno jest da je frekvencija valovitosti na istosmjernom napajanju 300 Hz, te su također otkrivena polja od 50 Hz od transformatora koji se nalazio vani.

Slika 3.14. – Varijacije gustoće statičkog magnetskog toka s visinom ispod sabirničkog istosmjernog izolatora



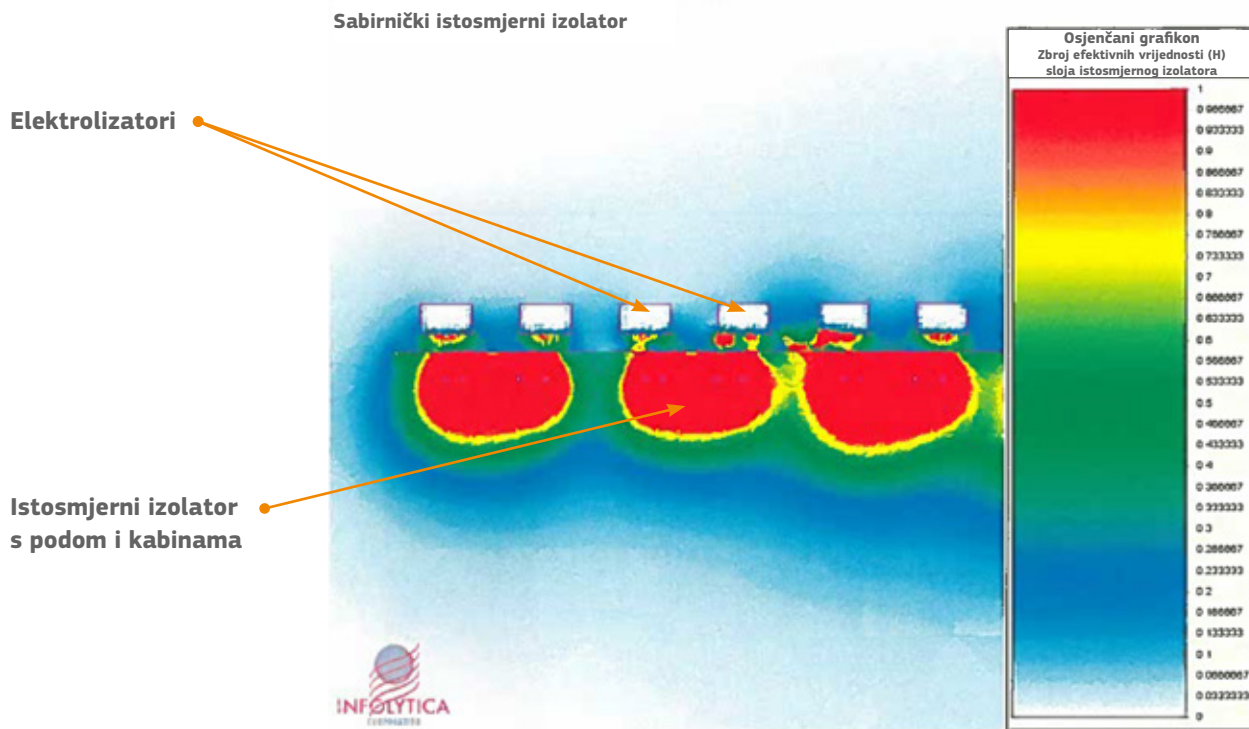
N.B.: Sabirnički istosmjerni izolator nalazio se otprilike 420 cm iznad visine tla.
 Granična vrijednost izloženosti (uobičajeni radni uvjeti): 2 T
 Vrijednost upozorenja za implantate: 0,5 mT
 Vrijednost upozorenja za projektile: 3 mT
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 5\%$, a rezultati su skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci ELV-ova/AL-ova.

Slika 3.15. – Varijacije vremenski promjenjive gustoće magnetskog toka od 300 Hz s visinom ispod sabirničkog istosmjernog izolatora

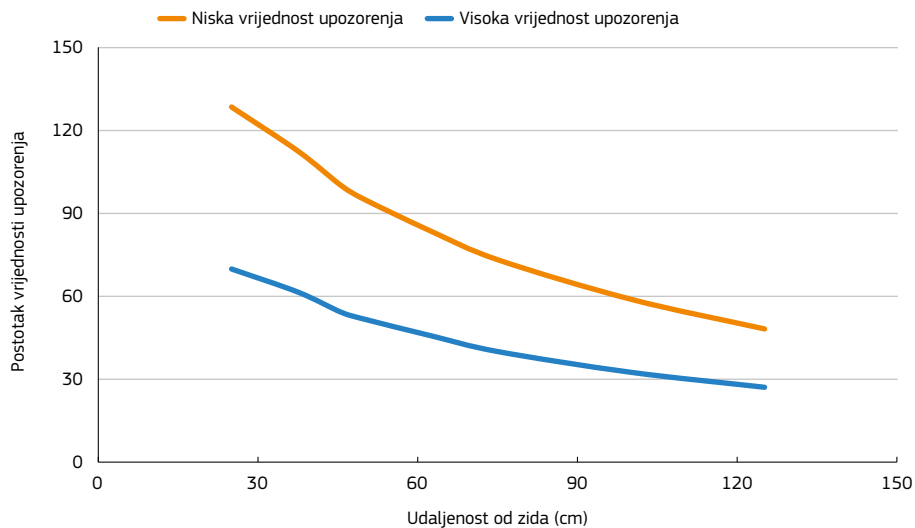


N.B.: Sabirnički istosmjerni izolator nalazio se otprilike 420 cm iznad visine tla.
 Visoke i niske vrijednosti upozorenja za magnetsko polje od 300 Hz: 1 000 μ T
 Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za magnetsko polje od 300 Hz: 16,7 μ T
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-a/RL-a.

Slika 3.16. – Primjer dijagrama procjene pomoću teorijskog modeliranja za područja oko sabirničkog istosmjernog izolatora (poprečni presjek)



Slika 3.17. – Varijacija gustoće vremenski promjenjivog protoka od 50 Hz s udaljenosti od zida između tiristoriskog ispravljača i transformatora



N.B.: Mjerenja su provedena na visini od 120 cm iznad visine tla.
 Niska vrijednost upozorenja za magnetsko polje od 50 Hz: 1 000 μ T
 Visoka vrijednost upozorenja za magnetsko polje od 50 Hz: 6 000 μ T
 Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ± 10 %, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-a/RL-a.

Rezultati procjene izloženosti u polju ispravljača društvu su pružili sljedeće informacije:

- izloženost magnetskim poljima od sabirnica i tiristorskih ispravljača bila je ispod vrijednosti upozorenja izravnih učinaka pri razini tla;
- izloženost vremenski promjenjivim magnetskim poljima od transformatora na drugoj strani zida iza ispravljača bila je veća od niske vrijednosti upozorenja za vremenski promjenjivu gustoću magnetskog toka do udaljenosti od 37 cm od površine zida unutar ispravljača polja;
- izloženost vremenski promjenjivim magnetskim poljima od transformatora bila je ispod visoke vrijednosti upozorenja za vremenski promjenjivu gustoću magnetskog toka unutar ispravljača polja;
- osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima mogu biti izložene opasnosti bilo gdje u poljima ispravljača. Međutim, obavijesti upozorenja i informacije o sigurnosti lokacije smatrale su se odgovarajućima;
- referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene su po pitanju vremenski promjenjivih magnetskih polja. Međutim, nije postojala velika vjerojatnost da će se radnici izloženi posebnom riziku nalaziti u poljima ispravljača.

3.7. Procjena rizika

Na temelju procjene izloženosti koju je proveo konzultant, društvo je izvršilo procjenu rizika postrojenja za proizvodnju klora po pitanju elektromagnetskih polja. Ovo je bilo u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjene rizika doneseni su zaključci:

- radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti u blizini elektrolizatora;
- radnici, uključujući one koji su izloženi posebnom riziku, mogu se naći u opasnosti u poljima ormara ispravljača kao posljedica izloženosti magnetskim poljima.

Primjer procjene rizika elektromagnetskih polja za postrojenje za proizvodnju klora prikazan je u tablici 3.1.

Tablica 3.1. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za postrojenje za proizvodnju klora

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci magnetskog polja	Pažljivo projektiranje postrojenja za proizvodnju klora radi svođenja jakosti magnetskih polja na minimum	Inženjeri	✓				✓		Nizak	Nisu potrebne
	Ograničavanje pristupa poljima ormara ispravljača Prikladne obavijesti upozorenja istaknute na jasno vidljivim lokacijama Obuka radnika	Radnici izloženi posebnom riziku (uključujući trudne radnice)	✓				✓		Nizak	
Neizravni učinci magnetskog polja (interferencija s medicinskim implantatima)	Sprječavanje pristupa postrojenju za proizvodnju klora radnicima s ugrađenim medicinskim implantatima Prikladne obavijesti upozorenja istaknute na jasno vidljivim lokacijama Obuka radnika	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓			✓		Nizak	Nisu potrebne

3.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Sigurnost od elektromagnetskih polja bila je visoki prioritet u ranim fazama izvedbe postrojenja, stoga je uklopljeno nekoliko mjera sigurnosti i prevencije, uključujući:

- smanjenu jakost vremenski promjenjivih magnetskih polja koje vjerojatno može stvoriti valovitost na istosmjernom napajanju elektrolizatora, primjerice uporabom ispravljača od 12 impulsa u usporedbi s ispravljačima od šest impulsa;
- dovoljno veliko postrojenje da se omogući jednostavno odvajanje područja jakih magnetskih polja od radnika;
- jasno naznačene odgovarajuće obavijesti u postrojenju koje upozoravaju na prisutnost jakih magnetskih polja;
- svijest radnika o potencijalnoj izloženosti elektromagnetskim poljima, a radnici su upućeni da obavijeste poslodavca ako im je ugrađen medicinski implantat.

3.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Procjena izloženosti potvrđena u postrojenju izvedena je u odnosu na izloženost elektromagnetskim poljima te tako nisu potrebne dodatne mjere opreza kao rezultat procjene izloženosti.

3.10. Svi izvori za dodatne informacije

Euro Chlor Publication — *Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units. Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions*, 2014.

4. MEDICINA

4.1. Radno mjesto

Zatraženo je da odjel za medicinsku fiziku u bolnici procijeni kako provedba Direktive o elektromagnetskim poljima može utjecati na rad koji se izvršava u bolnici.

4.2. Priroda posla

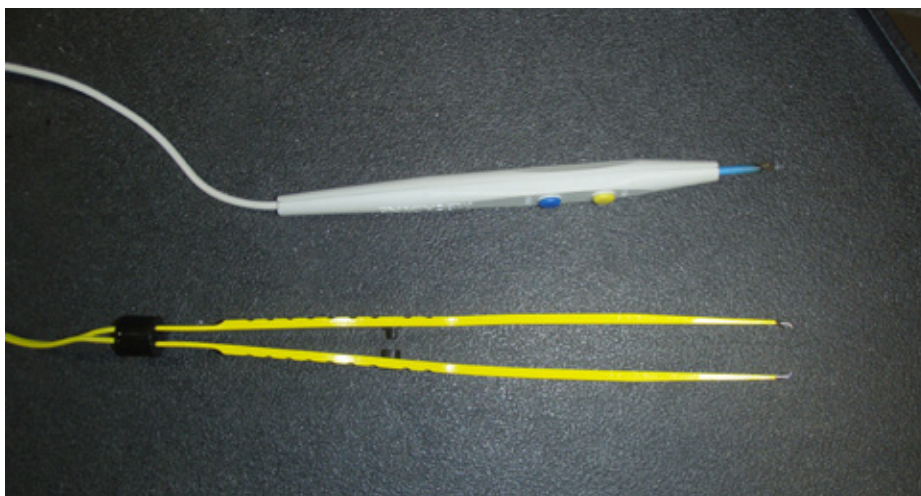
Električni uređaji uvelike se primjenjuju u liječenju, nadzoru i dijagnozi pacijenata. Tim za medicinsku fiziku započeo je procjenjivanje utvrđivanjem uređaja koji bi mogli stvarati jaka elektromagnetska polja. Pregledali su bolnički inventar uređaja te utvrdili tri uređaja za koja se zna da proizvode jaka elektromagnetska polja; to su jedinice za elektrokirurgiju, uređaji za transkranijalnu magnetsku stimulaciju (TMS) te jedinice za kratkovalnu dijatermiju. Bolnica trenutno nije upotrebljavala uređaje za kratkovalnu dijatermiju, ali su oni unatoč tome bili uključeni u procjenu. Tim je također želio razmotriti mogućnost da na osjetljive uređaje za nadzor pacijenata utječe elektromagnetska interferencija, posebno na uređaje koji se mogu upotrebljavati u blizini uređaja koji stvaraju jaka elektromagnetska polja. Utvrdili su da su elektromagnetskoj interferenciji najpodložniji osjetljivi medicinski uređaji koji se upotrebljavaju tijekom postupaka elektrokirurgije (npr. ventilatori i elektrokardiografski uređaji).

4.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

4.3.1. Jedinice za elektrokirurgiju

Uređaji za elektrokirurgiju koriste se u bolnici u svrhe rezanja i/ili koagulacije ljudskog tkiva te se koriste u značajnom broju kirurških postupaka. Djeluju tako da visokonaponska električna struja prolazi kroz tkivo koje se operira. Te jedinice obično rade u srednjem rasponu frekvencije od približno 300 kHz do 1 MHz i upotrebljavaju snage od 50 do 300 W. Jedinica za elektrokirurgiju sastoji se od aktivne elektrode, generatora, kabela koji spajaju generator s aktivnom elektrodom te povratne elektrode ili uzemljene ploče postavljene na tijelo pacijenta (slika 4.1.). Napajanje se dovodi u aktivnu elektrodu (sonda za elektrokirurgiju) putem kabela koji mogu biti neoklopljeni. Struja prolazi kroz tkivo pacijenta te se vraća do jedinice za elektrokirurgiju putem povratne elektrode.

Slika 4.1. – Aktivne i povratne elektrode i povezani kabeli



4.3.2. Transkranijalna magnetska stimulacija (TMS)

Uređaj za transkranijalnu magnetsku stimulaciju (TMS) namjerno stvara impulse elektromagnetskih polja u svrhu induciranja struja u [mozgu](#) i može se koristiti u brojnim primjenama (npr. u dijagnosticiranju bolesti i ozljeda mozga, kao lijek za depresiju i odnedavno u liječenju migrenskih glavobolja). Uobičajeni TMS uređaji sastoje se od glavne jedinice koja stvara impulse visoke struje i ručne stimulacijske zavojnice (slika 4.2.). Kod komercijalno dostupnih uređaja, energija se skladišti u velikim, visokonaponskim kondenzatorima. Ovi se kondenzatori prazne u zavojnicu pomoću tiristora kojim se velike struje mogu mijenjati unutar nekoliko sekundi. Izvedbe s dvije zavojnice u širokoj su uporabi i koriste se u bolnici; kružna zavojnica i zavojnica u obliku osmice (iako postoje i druge izvedbe zavojnica).

Slika 4.2. – TMS zavojnica u obliku osmice



4.3.3. Kratkovalna dijatermija

Uređaji za kratkovalnu dijatermiju emitiraju radiofrekventno (RF) zračenje, obično pri 27,1 MHz. Te uređaje upotrebljavaju fizioterapeuti za liječenje mišića i zglobova. Postoje dva načina rada: kapacitivni u kojem je pacijent smješten u RF polje između dvije pločaste elektrode (slika 4.3.) i induktivni u kojem se elektromagnetsko polje primjenjuje putem zavojnice.

Slika 4.3. – Kapacitivna kratkovalna dijatermija



4.4. Primjena u praksi

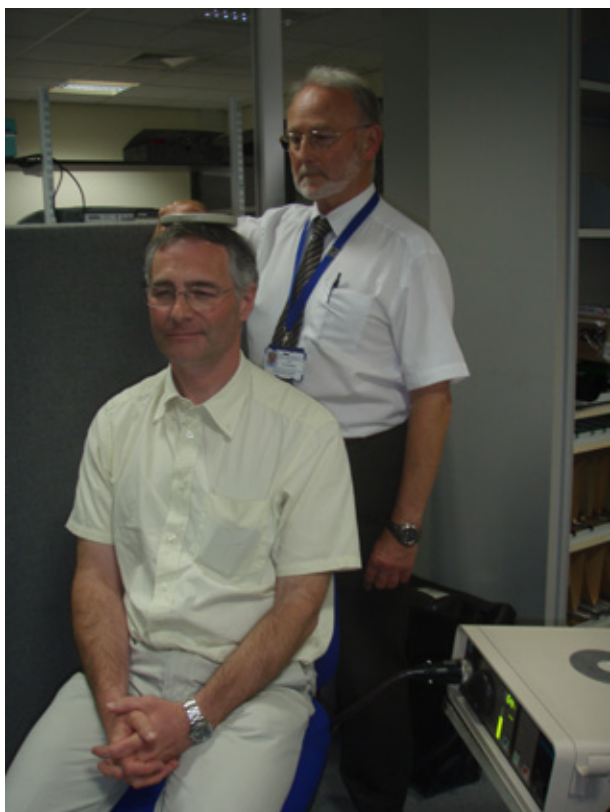
4.4.1. Jedinice za elektrokirurgiju

Kirurg tijekom uporabe obično drži sondu za liječenje u blizini gornjeg dijela tijela. Kabeli mogu biti smješteni u blizini radnika u operacijskoj sali, a posebno u blizini ruku kirurga.

4.4.2. Transkranijalna magnetska stimulacija (TMS)

Zavojnica je smještena u blizini pacijentove glave te se stvara elektromagnetski impuls ili serija impulsa da bi se inducirale struje u mozgu pacijenta. Sonda može biti učvršćena na mjestu ili ju na mjestu može držati liječnik (slika 4.4.).

Slika 4.4. – Kružna TMS zavojnica u uporabi



4.4.3. Kratkovalna dijatermija

Tim je obaviješten da se kratkovalna dijatermija trenutno ne koristi u bolnici, iako su je u prošlosti upotrebljavali psihoterapeuti. Radni postupci primjenjivani pri uporabi ovih uređaja nisu im bili u potpunosti poznati, ali odlučeno je da će se procjena provesti za slučaj da se u bolnici odluče ponovo upotrebljavati ove uređaje u budućnosti.

4.5. Pristup procjeni izloženosti

Tim za medicinsku fiziku bio je svjestan da sva tri utvrđena medicinska uređaja stvaraju jaka elektromagnetska polja. Ipak, nisu bili sigurni stvaraju li ti uređaji polja koja mogu dovesti do toga da su radnici izloženi prekoračenim graničnim vrijednostima izloženosti (ELV-ovi). Stoga je zaključeno da je daljnja procjena potrebna te da su mjerenja elektromagnetskih polja nužna. Tim je za mjerenja odabrao dva uređaja: jedinicu za elektrokirurgiju ConMed 5000 i TMS uređaj 200 MAGSTIM. Odlučeno je da se tada neće provoditi mjerenja na jedinicama za kratkovalnu dijatermiju.

Odjel za medicinsku fiziku posjeduje razne sonde za mjerenje za nadzor elektromagnetskih polja. Tim je za provođenje mjera upotrijebio izotropnu sondu (s tri osi). Svaki od uređaja iziskuje drugačije sonde zbog različitih frekvencija proizvedenih elektromagnetskih polja.

4.6. Rezultati procjene izloženosti

4.6.1. Jedinica za elektrokirurgiju

Jedinica za elektrokirurgiju ConMed 5000 pokrenuta je u monopolarnom načinu rada. Jedinica može raditi u načinu rada za rezanje i koagulaciju. Međutim preliminarna su mjerenja pokazala da su elektromagnetska polja proizvedena u načinu rada za rezanje viša nego u načinu rada za koagulaciju te je stoga većina mjerenja provedena u tom načinu rada. Frekvencija polja procijenjena je mjerenjem i prikazivanjem valnog oblika na osciloskopu te je zaključeno da ona iznosi 391 kHz. Primijenjena snaga iznosila je približno 200 W.

Mjerenja električnih i magnetskih polja provedena su oko kabela za liječenje i povratnih kabela. U pogledu usporedbe izmjerenog polja s vrijednostima upozorenja (AL-ovi) zbog srednje frekvencije polja primjenjivi su AL-ovi i za netoplinke i za toplinske učinke.

Rezultati mjerenja navedeni u tablici 4.1. prikazuju jakost magnetskog polja na brojnim točkama vodoravnih udaljenosti do polovine kabela za liječenje. Iz ovih je rezultata tim ekstrapolirao magnetsko polje na 1 cm od kabela i izračunao da je to 7 % AL-a za ekstremitete.

Procjena magnetskog polja oko opreme pokazala je timu da izloženost kirurga ili drugih medicinskih radnika u sali ne premašuje AL-ove iz Direktive o elektromagnetskim poljima ni referentne razine iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ).

Tablica 4.1. – Jakost magnetskog polja pri različitim udaljenostima od kabela za liječenje kao postotak vrijednosti upozorenja i referentnih razina danih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ)

Udaljenost od kabela (cm)	Jakost magnetskog polja (Am^{-1})	Gustoća magnetskog toka (μT)	Netoplinski učinci		Toplinski učinci	
			Postotak visokih/niskih vrijednosti upozorenja (%) ¹	Postotak vrijednosti upozorenja za ekstremitete (%) ²	Postotak vrijednosti upozorenja (%) ³	Postotak referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (%) ⁴
10	0,64	0,81	0,81	0,27	16	34
20	0,53	0,67	0,67	0,22	13	29
50	0,26	0,33	0,33	0,11	6,4	14
100	0,09	0,11	0,11	0,04	2,1	4,7
150	0,04	0,05	0,05	0,02	1,0	2,1

¹ Visoka/niska vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 391 kHz: 100 μT

² Vrijednost upozorenja za ekstremitete gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 391 kHz: 300 μT

³ Vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 391 kHz: 5,12 μT

⁴ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za gustoću magnetskog toka pri frekvenciji od 391 kHz: 2,35 μT

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 2,7$ dB te su rezultati usklađeni s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-om.

Električno polje izmjereno je u području koje zauzimaju kabel za liječenje i povratni kabel. Utvrđeno je da je električno polje koje proizvede povratni kabel znatno više od onoga koje proizvede kabel za liječenje, što označava da je kabel za liječenje oklopljen. Jakost električnog polja kao funkcija udaljenosti od povratnog kabela detaljno je opisana u tablici 4.2. Ova su mjerenja za razne vodoravne udaljenosti do polovine kabela. Najviše izmjereno polje na 10 cm od kabela niže je od vrijednosti upozorenja. Međutim, rezultati pokazuju da se referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti unutar približno 20 cm od tog kabela.

Tablica 4.2. – Jakost električnog polja pri različitim udaljenostima od povratnog kabela kao postotak vrijednosti upozorenja i referentnih razina danih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ)

Udaljenost od žice (cm)	Jakost električnog polja (Vm^{-1})	Netoplinski učinci		Toplinski učinci	
		Postotak niske vrijednosti upozorenja (%) ¹	Postotak visoke vrijednosti upozorenja (%) ²	Postotak vrijednosti upozorenja (%) ³	Postotak referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (%) ⁴
10	116	68,2	19,0	19,0	133
20	92,5	54,4	15,2	15,2	106
30	66,8	39,3	11,0	11,0	76,8
50	48,5	28,6	8,0	8,0	55,8
100	11,9	7,0	2,0	2,0	13,7
150	6,55	3,9	1,1	1,1	7,5

¹ Niska vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu 3 kHz do 10 MHz: $170 Vm^{-1}$

² Visoka vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu 3 kHz do 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

³ Visoka vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu 3 kHz do 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

⁴ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu od 150 kHz do 1 MHz: $87 Vm^{-1}$

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 0,8$ dB te su rezultati usklađeni s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-om.

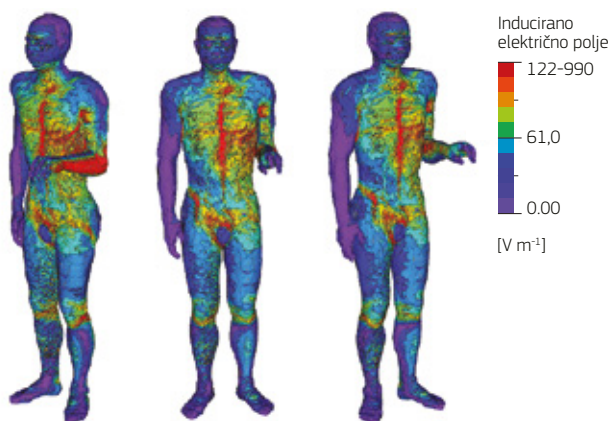
Tim je za cjelovitost potom upotrijebio svoj softver za modeliranje za predviđanje izloženosti pacijenta te ga je rekonfigurirao kao model izloženosti kirurga u pogledu ELV-ova. I inducirana električna polja i vrijednosti SAR-a izračunati su za situacije izloženosti kada je uređaj za elektrokirurgiju u uporabi, a kabeli prolaze uz ruku kirurga na razmaku od 1 cm.

Izračunata su inducirana električna polja u raznim tkivima (tablica 4.3.). Najviša izračunata vrijednost iznosi $628 mVm^{-1}$ u kosti. To je 0,6 % ELV-a za učinke na zdravlje, čime je tim potvrdio da kirurg ne prekoračuje ELV-ove za netoplinske učinke. Distribucija inducirano električnog polja na modelu čovjeka prikazana je na slici 4.5. Moguće je naravno da kabeli za jedinicu za elektrokirurgiju budu bliži od 1 cm od kirurga ili čak da ga dodiruju. Tim je ipak zaključio da niske vrijednosti inducirano električnog polja znače da ELV za učinke na zdravlje neće biti premašen oko ispitivane jedinice.

Tablica 4.3. – Inducirano električno polje kao postotak ELV-a za učinak na zdravlje

Tkivo	Inducirano električno polje (mV m^{-1}) ¹	% ELV-a za učinak na zdravlje
Kost	628	0,60
Mast	493	0,47
Koža	461	0,44
Mozak	146	0,14
Leđna moždina	275	0,26
Mrežnica	103	0,10

¹ ELV za učinak na zdravlje za jakost unutarnjeg električnog polja za frekvencije u rasponu 3 kHz do 10 MHz: 105 Vm^{-1} (RMS)

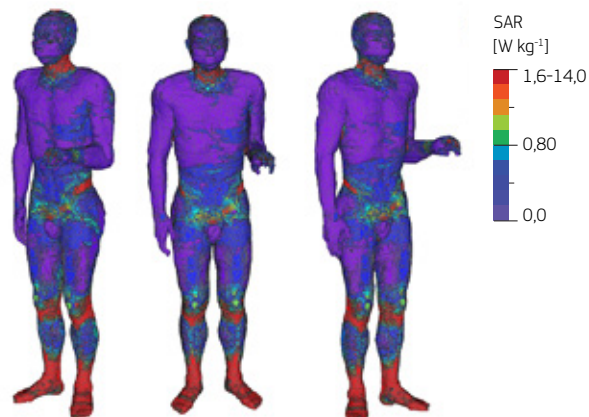
Slika 4.5. – Distribucija induciranog električnog polja u modelu čovjeka od izlaganja kablu za elektrokirurgiju od 391 kHz

Izračunate su vrijednosti SAR preko cijelog tijela i lokalizirani SAR (tablica 4.4.) i pokazuju da se ELV-ovi ne bi premašili na poziciji kirurga. Prikazana je distribucija SAR-a u modelu čovjeka (slika 4.6.).

Tablica 4.4. – Najviše vrijednosti SAR-a za poziciju izloženosti koja se razmatra i usporedbe s ELV-ovima

Pozicija	SAR (Wkg^{-1})	ELV (Wkg^{-1})	% ELV-a
Prosječan SAR preko cijelog tijela	0,0338	0,4	8,4
Vršni lokalizirani SAR na 10 g u glavi i trupu	0,780	10	7,8
Vršni lokalizirani SAR na 10 g u ekstremitetima	1,75	20	8,7

Slika 4.6. – Distribucija specifične apsorbirane snage (SAR) u modelu čovjeka od izlaganja polju od 391 kHz koje proizvodi uređaj za elektrokirurgiju



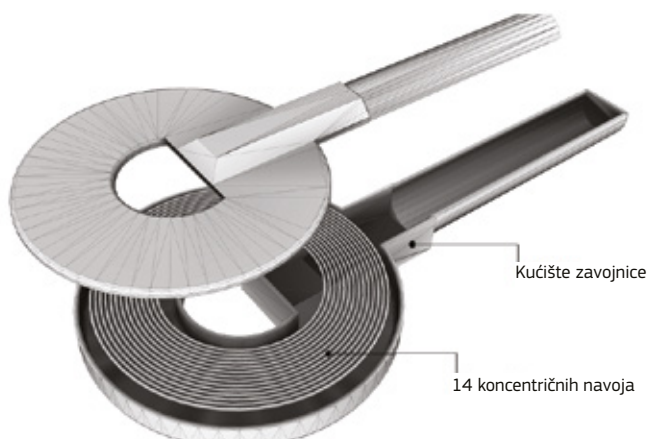
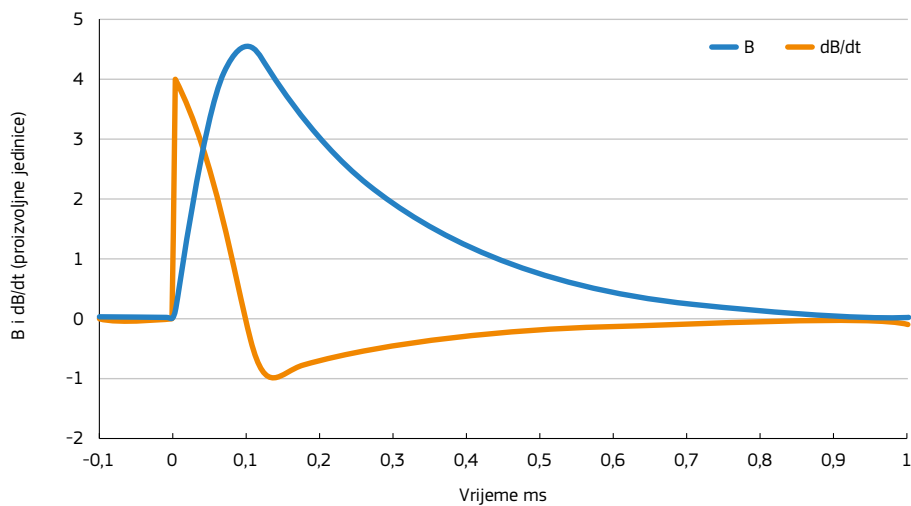
Procjena je potvrdila timu da je malo vjerojatno da će kirurg ili drugi bolnički radnici biti izloženi poljima koja premašuju ELV-ove. Međutim, prepoznali su činjenicu da pacijent može biti izložen poljima iznad referentnih razina koje su navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ), osobito blizu pozicije povratne elektrode. Ovo se uglavnom nije smatralo problemom jer je izlaganje opravdano kao dio operacije. Međutim, možda će biti potrebno uzeti u obzir je li pacijentu ugrađen aktivni medicinski proizvod (AIMD). Drugi utvrđeni potencijalni rizik bila je elektromagnetska interferencija s osjetljivim medicinskim proizvodima u operacijskoj sali; tim mora biti svjestan da je do ovoga došlo u okolnostima kada je sonda za liječenje bila pozicionirana blizu ovih proizvoda.

4.6.2. TMS uređaj

TMS uređaj 200 MAGSTIM ima dva ručna instrumenta, jedan sadrži kružnu zavojnicu, a drugi sadrži dvije kružne zavojnice u obliku osmice. Izlaznu snagu generatora postavlja liječnik kao postotak maksimalne izlazne snage. Može biti postavljen tako da isporuči jedan impuls ili niz impulsa.

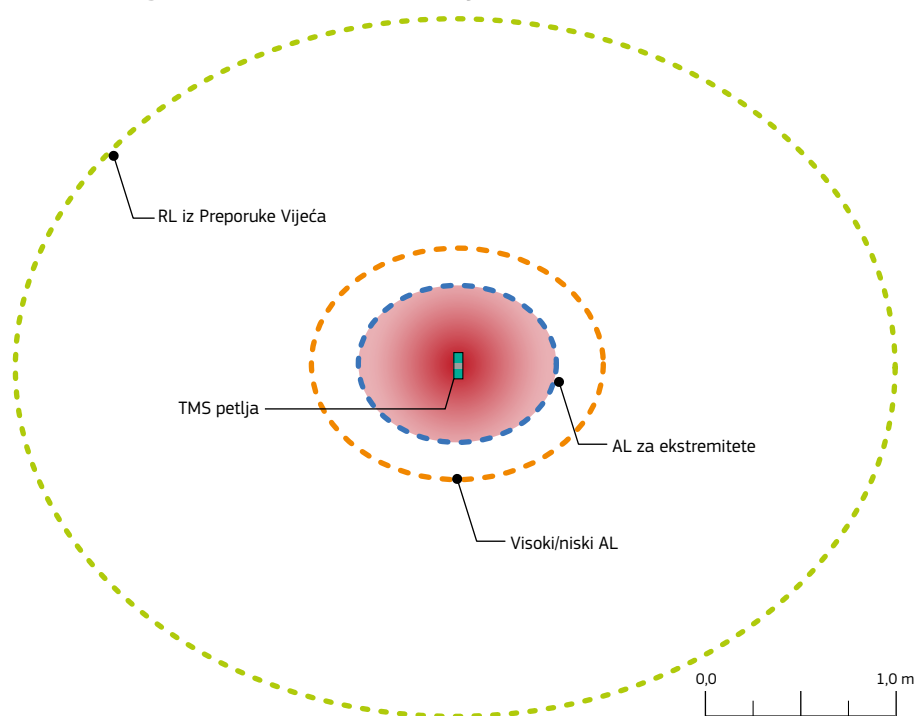
Preliminarnim mjerenjima utvrdilo se da kružna zavojnica rezultira najvišim snagama magnetskih polja. Zavojnica (slika 4.7.) se nalazi u plastičnom kućištu i navoji zavojnice izrađeni su od bakra, materijala koji je odabran zbog svoje niske električne otpornosti i visoke provodljivosti topline. Zavojnica se sastoji od 14 koncentričnih navoja, u rasponu promjera od 70 mm do 122 mm.

Tim je proveo mjerenja koristeći se kružnom zavojnicom i s generatorom postavljenim na 100 % svoje maksimalne izlazne snage, te u načinu rada s jednim impulsom. Proizvođač je naveo podatke o karakteristikama impulsa (slika 4.8.).

Slika 4.7. – Kružna TMS zavojnica**Slika 4.8. – Karakteristike jednog impulsa iz podataka proizvođača**

Kao što je i očekivano, najviša su polja izmjerena točno ispred i u sredini zavojnice; područja gdje se vrijednosti upozorenja (AL-ovi) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti prikazana su na slici 4.9. Na tipičnoj poziciji ruke operatera (držeci ručni instrument 11 cm ispod sredine zavojnice) gustoća magnetskog toka izmjerena je na 5 600 % AL-a za ekstremitete.

Slika 4.9. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo), visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko TMS uređaja



N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$ te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-om pri procjeni gore navedenih udaljenosti.

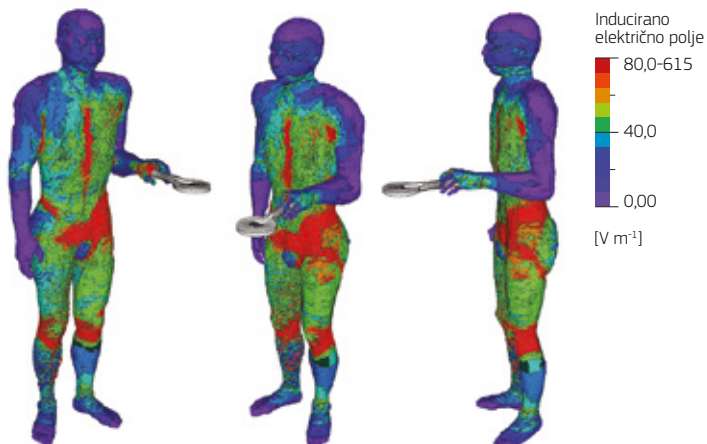
Tim je shvatio da će izloženost liječnika vrlo vjerojatno premašiti AL-ove. Ponovno su proveli računalno modeliranje potencijalne izloženosti liječniku po pitanju ELV-ova. Modeliranje je provedeno na dvije pozicije liječnika, prva sa zavojnicom na 30 cm od tijela i druga sa zavojnicom na 15 cm od trupa. Modeliranje je pokazalo da se ELV-ovi mogu premašiti do 35 700 % (tablica 4.5.). Prikazana je distribucija induciranog električnog polja u modelu čovjeka za obje pozicije (slike 4.10. i 4.11.).

Tablica 4.5. – Računalno modelirane vrijednosti induciranog magnetskog polja i usporedba s ELV-om

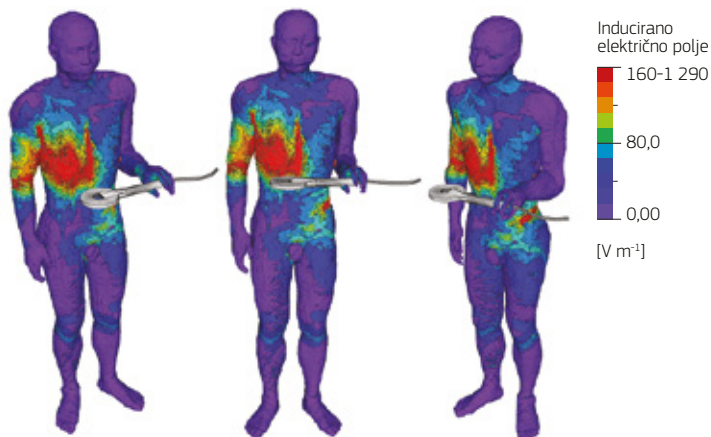
Pozicija	Inducirano električno polje ($V\ m^{-1}$)	% ELV-a za učinak na zdravlje ¹
Zavojnica na 30 cm od tijela	265 (kost)	24 100
Zavojnica na 15 cm od trupa	393 (kost)	35 700

¹ ELV za učinak na zdravlje za jakost unutarnjeg električnog polja za frekvencije u rasponu 1 Hz do 3 kHz: $1,1\ V\ m^{-1}$ (vršno)

Slika 4.10. – Distribucija inducirano električnog polja u modelu čovjeka od izlaganja TMS zavojnici prilikom stajanja sa zavojnicom na 30 cm od tijela



Slika 4.11. – Distribucija inducirano električnog polja u modelu čovjeka od izlaganja TMS zavojnici prilikom stajanja sa zavojnicom na 15 cm od tijela



Tim je zaključio da, ako je liječnik držao sondu na poziciji, ELV za učinak na zdravlje gotovo sigurno bi se premašilo. Interferencija s AIMD-om također potencijalno može biti rizik. Međutim, interferencija s drugim bolničkim proizvodima smatrala se manjim problemom od one s jedinicom za elektrokirurgiju, s obzirom na to da se uređajem obično nije koristilo u područjima koja sadrže osjetljive medicinske proizvode.

4.6.3. Kratkovalna dijatermija

Iako tim nije proveo procjenu niti jedne jedinice za kratkovalnu dijatermiju u bolnici, bili su svjesni činjenice da postoji mogućnost da one uzrokuju visoke izloženosti fizioterapeutu i drugim radnicima. Procjenama provedenim na sličnim proizvodima u drugim ustanovama zaključilo se da se AL-ovi mogu premašiti unutar otprilike 2 m od kapacitivnih proizvoda za kratkovalnu dijatermiju i 1 m od induktivnih proizvoda za kratkovalnu dijatermiju. Tim je odlučio da je potrebna daljnja procjena vlastitih uređaja da se njima može ponovno koristiti. Ovo je bilo radi toga da mogu fizioterapeutima dati savjete o dobroj radnoj praksi (npr. sigurnim radnim udaljenostima) i utvrditi mogu li se referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašiti u područjima u koja mogu ući radnici izloženi posebnom riziku.

4.7. Procjena rizika

Bolnica je provela procjene rizika za jedincu za elektrokirurgiju (tablica 4.6.) i TMS uređaj (tablica 4.7.) na temelju mjerenja koja je proveo tim za medicinsku fiziku, a koje su bile u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjena rizika doneseni su zaključci:

4.7.1. Jedinica za elektrokirurgiju

- korištenjem ove jedinice kirurg ili drugi bolnički radnici vjerojatno neće premašiti ELV-ove;
- postoji potencijal za elektromagnetsku interferenciju s AIMD-ovima i drugim osjetljivim medicinskim proizvodima u prostoriji.

4.7.2. TMS uređaj

- korištenje ove jedinice vjerojatno će dovesti do toga da liječnik, a možda i drugi bolnički radnici, premaše ELV-ove, potencijalno i sa značajnom razlikom;
- postoji potencijal za elektromagnetsku interferenciju s AIMD-ovima;
- postoji malen potencijal za elektromagnetsku interferenciju s osjetljivim medicinskim proizvodima, s obzirom na to da se uređaj ne koristi u blizini tih proizvoda.

Bolnica je razvila akcijski plan iz procjene rizika i to je dokumentirano.

Tablica 4.6. – Procjena rizika elektromagnetskih polja za jedinicu za elektrokirurgiju

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost		Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće		
Izravni učinci elektromagnetskih polja	Modeliranje je pokazalo da radnici neće premašiti ELV-ove	Kirurg i drugi članovi kirurškog tima	✓			✓		Nizak	Nisu potrebne
Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD-ove) i druge osjetljive medicinske proizvode)	Ne postoje	Kirurg i drugi članovi kirurškog tima Pacijent		✓			✓	Nizak	Savjetovati radnike o riziku od potencijalne interferencije s osjetljivim medicinskim proizvodima. Tražiti od radnika da prijave timu za medicinsku fiziku svaku interferenciju s medicinskim proizvodima. Tim za medicinsku fiziku treba razmotriti savjetovanje kirurga o najmanjim sigurnim udaljenostima sonde za liječenje i kabela od AIMD-ova i drugih osjetljivih medicinskih proizvoda.

Tablica 4.7. – Procjena rizika elektromagnetskih polja za transkranijalni magnetski stimulator (TMS)

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
<p>Izravni učinci elektromagnetskih polja:</p> <p>Liječnik koji koristi uređaj može premašiti ELV-ove za učinke na zdravlje.</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 235 cm od sonde.</p>	Ne postoje	<p>Liječnik</p> <p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)</p>	✓				✓	Srednji	<p>Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje uređaja i prisutnost u prostorijama kada se uređaj koristi.</p> <p>Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na uređajima.</p> <p>Kada je to moguće, postavite sondu na postolje.</p>	
<p>Neizravni učinci elektromagnetskih polja (učinci na AIMD-ove):</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 235 cm od elektroda.</p>	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓	Srednji	<p>Informacije u vezi s tom opasnosti treba dati radnicima.</p> <p>Radnicima s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima zabranjuje se korištenje uređaja i prisutnost u prostorijama kada se uređaj koristi.</p> <p>Radnici s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima ne smiju se liječiti ovim uređajem.</p> <p>Obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na uređajima.</p>	

4.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Prije procjene temeljene na mjerenju nisu postojale konkretne mjere opreza za ograničavanje izloženosti elektromagnetskim poljima.

4.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Kao posljedica procjene temeljene na mjerenju te nakon procjene opasnosti povezanih s uređajima, bolnica je razvila akcijski plan i odlučila prihvatiti sljedeće dodatne mjere opreza:

4.9.1. Jedinica za elektrokirurgiju

U vezi s jedinicom za elektrokirurgiju:

- savjetovati radnike o riziku od potencijalne interferencije s osjetljivim medicinskim proizvodima;
- tražiti od radnika da prijave timu za medicinsku fiziku svaku interferenciju s medicinskim proizvodima;
- tim za medicinsku fiziku treba razmotriti savjetovanje liječnika o najmanjim sigurnim udaljenostima sonde za liječenje i kabela od AIMD-ova i drugih osjetljivih medicinskih proizvoda.

4.9.2. TMS uređaj

U vezi s TMS uređajem:

- zabraniti trudnim radnicama i radnicima s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima upravljanje uređajem i prisutnost u prostoriji tijekom liječenja;
- ne liječiti pacijente s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima;
- postaviti obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja, kao i obavijesti zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (slika 4.12.);
- ako je moguće, postaviti sondu na precizni manipulator tako da liječnik može stajati dalje od sonde tijekom liječenja;
- ako je potrebno, tim za medicinsku fiziku razmotrio bi izradu daljinskog manipulatora kojim bi se omogućilo liječniku da stoji dalje od sonde tijekom liječenja.

Slika 4.12. – Primjeri obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja i primjer simbola zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima



**Upozorenje
Ovaj uređaj proizvodi
jaka magnetska polja**



**Zabranjen ulaz za osobe
koje nose aktivna ugrađena
medicinska pomagala**

4.9.3. Kratkovalna dijatermija

U vezi s kratkovalnom dijatermijom:

- Tim za medicinsku fiziku treba savjetovati fizioterapeute u bolnici prije obavljanja liječenja kratkovalnom dijatermijom, tako da se, ako je to potrebno, mogu obaviti procjena rizika od elektromagnetskih polja i provesti prikladne mjere kontrole.

5. INŽENJERSKA RADIONICA

5.1. Radno mjesto

Iz inženjerskog društva htjeli su procijeniti kako bi bili zahvaćeni provođenjem Direktive o elektromagnetskim poljima. Društvo ima raznu elektroničku opremu u inženjerskoj radionici, uključujući:

- jedinicu za magnetski pregled čestica,
- demagnetizator,
- plansku brusilicu,
- giljotinu za lim,
- tračnu pilu,
- električnu pilu za metal,
- preklopnu pilu,
- glodalicu (motorna),
- stupnu bušilicu,
- uređaj za savijanje plastičnih materijala s užarenom žicom,
- tokarilice,
- ručnu bušilicu,
- brusnu ploču.

5.2. Priroda posla

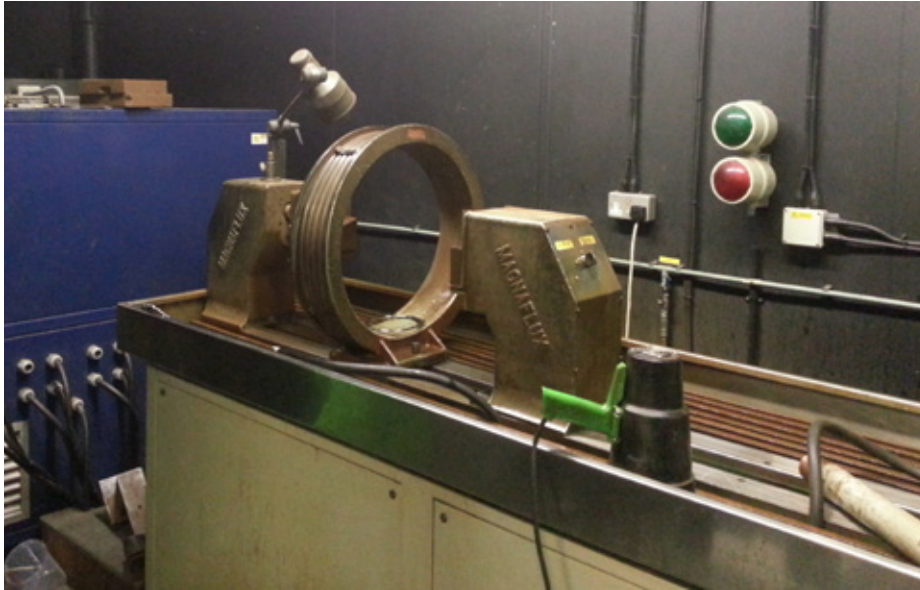
U društvu su bili svjesni da je neka oprema, poput jedinice za magnetski pregled čestica koja se koristi za nedestruktivno ispitivanje te demagnetizatora koji se koristi za demagnetizaciju dijelova, izvor elektromagnetskih polja. Međutim, iz društva su također htjeli znati mogu li ostali korišteni alati odašiljati značajne količine elektromagnetskih polja.

5.3. Primjena u praksi

5.3.1. Magnetski pregled čestica

Magnetski pregled čestica (MPI) (slika 5.1.) koristi se za nedestruktivno ispitivanje metalnih dijelova. Tijekom MPI-ja, struja se primjenjuje na feromagnetski predmet kako bi ga se magnetiziralo, a oštećenja na površini predmeta ometat će magnetsko polje koje struja proizvodi. Kada se promatra pod prikladnim izvorom svjetla, feromagnetska boja nanosena na površinu predmeta omogućuje opažanje bilo kakvih oštećenja. Radnik koji obavlja pregled predmeta obično radi jako blizu opreme.

Slika 5.1. – Jedinica za magnetski pregled čestica



5.3.2. Demagnetizator

Društvo koristi demagnetizator (slika 5.2.) za demagnetiziranje metalnih dijelova nakon MPI postupka. Dijelovi se stavljaju ručno na sustav kolica i vodilica koji prolazi kroz provrt zavojnice demagnetizatora. Operator ručno gura dio na kolicima kroz demagnetizator. Dio se zatim spušta s kolica s druge strane demagnetizatora.

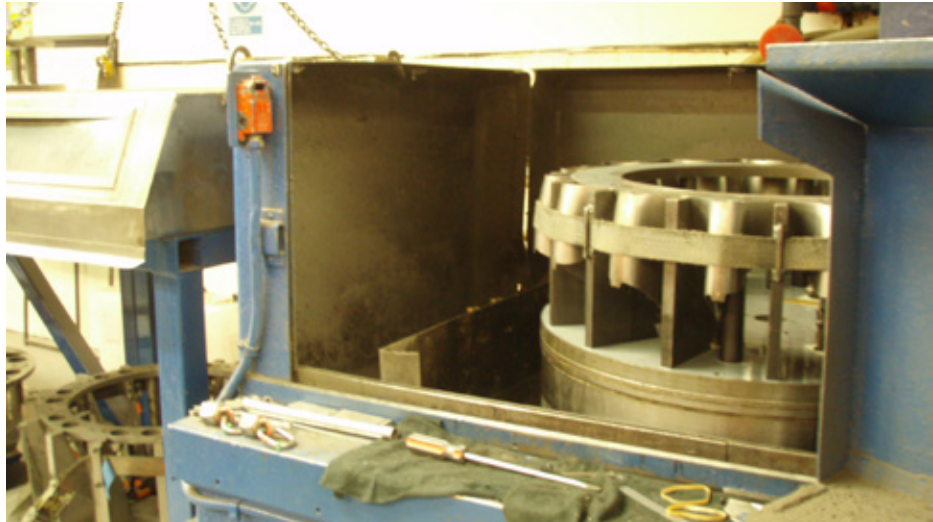
Slika 5.2. – Demagnetizator s kliznim kolicima



5.3.3. Planska brusilica

Planska brusilica (slika 5.3.) sadrži rotirajući stol s magnetskom glavom koja proizvodi statičko magnetsko polje na koju se pričvršćuju predmeti za brušenje. Operator može aktivirati magnetsku glavu kada su ploče brusilice otvorene.

Slika 5.3. – Planska brusilica



5.3.4. Drugi alati kojima se koristi u radionici

Ostalim alatima koji se koriste u društvu, a koji su navedeni niže, redovito se koriste razni radnici:

- giljotina za lim,
- tračna pila,
- električna pila za metal,
- preklopna pila,
- glodalica (motorna),
- stupna bušilica,
- uređaj za savijanje plastičnih materijala s užarenom žicom,
- tokarilice,
- ručna bušilica,
- brusna ploča.

5.4. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

U društvu su bili svjesni da bi mogle postojati opasnosti od elektromagnetskih polja povezane s MPI jedinicom i demagnetizatorom, s obzirom na to da se u informacijama proizvođača navodi da bi oprema mogla utjecati na srčane stimulatore. Međutim, daljnje informacije o tim opasnostima nisu navedene. U društvu nisu uspjeli pronaći bilo kakve informacije o sigurnosti od elektromagnetskih polja za ostale alate na lokaciji te su pogledali popis opreme u tablici 3.2. u poglavlju 3. sveska 1. ovog vodiča. Na temelju toga bili su u stanju zaključiti da većina ručne električne opreme i manje električne opreme vjerojatno ne predstavlja problem u smislu izloženosti elektromagnetskim poljima.

5.5. Pristup procjeni izloženosti

Zbog manjka dostupnih informacija o opasnostima od elektromagnetskih polja povezanih s MPI-jem i demagnetizatorom, društvo je odlučilo imenovati stručnog konzultanta da napravi detaljnu procjenu. Društvo je željelo shvatiti raspon opasnosti te odrediti mogu li postojati opasnosti povezane s bilo kojom opremom.

Konzultant je napravio mjerenja gustoće vremenski promjenjivog magnetskog toka oko opreme pomoću instrumenta s ugrađenim elektroničkim filtrom koji daje rezultat u postotku, izračunat pomoću pristupa ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni, što omogućuje izravnu usporedbu s vrijednostima upozorenja (AL-ovima). Za statička magnetska polja konzultant je koristio Hallovu sondu s tri osi koja je mjerila jakost magnetskog polja.

5.6. Rezultati procjene izloženosti

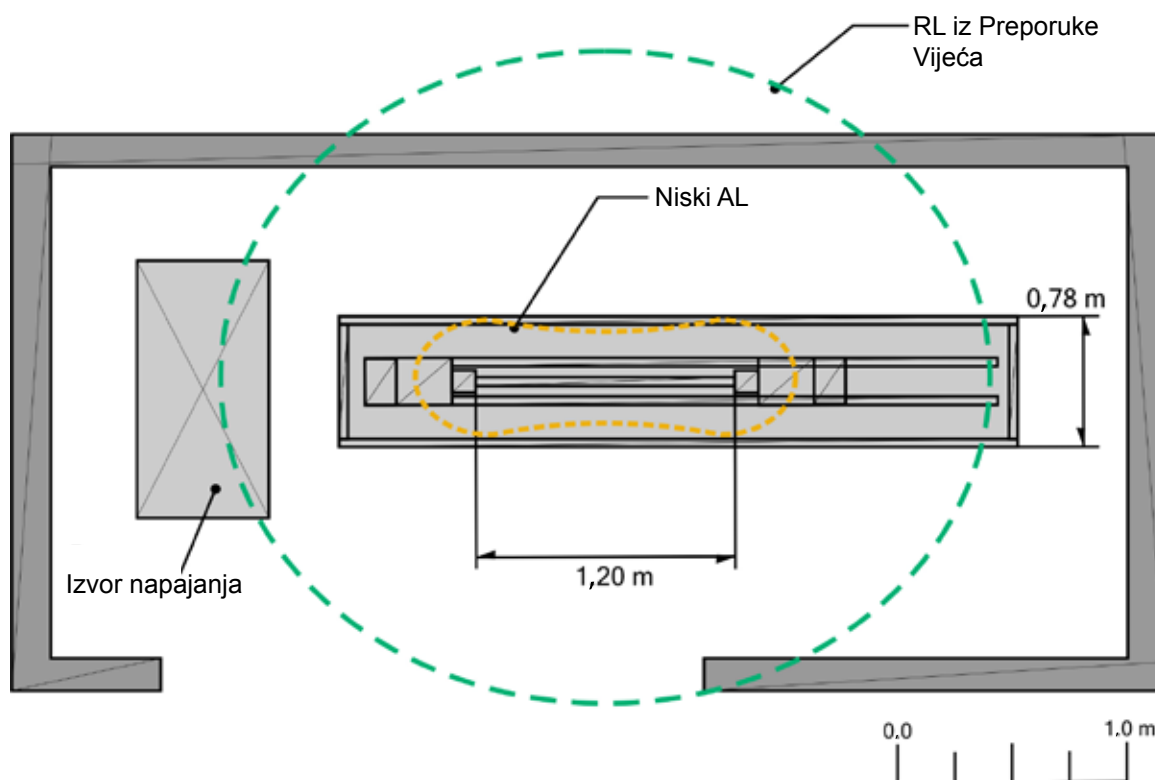
5.6.1. Magnetski pregled čestica

MPI jedinica obično radi na jačinama između 1 i 4 kA. Mjerenja gustoće magnetskog toka obavljena su pomoću opreme koja je radila na maksimalnim postavkama od 10 kA. Oprema je postavljena na način rada za radialnu magnetizaciju, pri čemu je struja primijenjena izravno na predmet. Tijekom pregleda uočeno je da je operater udaljen 60 cm od predmeta, tako da su mjerenja napravljena na toj poziciji. Niska vrijednost upozorenja nije premašena na toj poziciji.

Mjerenja su također napravljena na raznim drugim pozicijama oko opreme, a rezultati su uspoređeni s AL-ovima, kao i s referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Te razine mogu se koristiti kao opći pokazatelj izloženosti radnika koji su izloženi posebnom riziku (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

Područja u kojima bi AL-ovi i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogli biti premašeni prikazana su (slika 5.4.). Obris niskih AL-ova u potpunosti je sadržan u okviru stroja, dok se obris povezan s referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) proteže do približno 1,5 m od predmeta i do 0,4 m u područja koja se nalaze pokraj kabine za MPI.

Slika 5.4. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se niske vrijednosti upozorenja (žuto) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti



5.6.2. Demagnetizator

Izvođač je izvršio mjerenja magnetskih polja oko demagnetizatora, koja su prikazana u tablici 5.1. Otkriveno je da gustoća magnetskog toka pada ispod niskih AL-ova na 40 cm od središta provrta magneta i jedva prelazi visoki AL u ravnini s površinom magneta. Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene su unutar 1 m od provrta magneta.

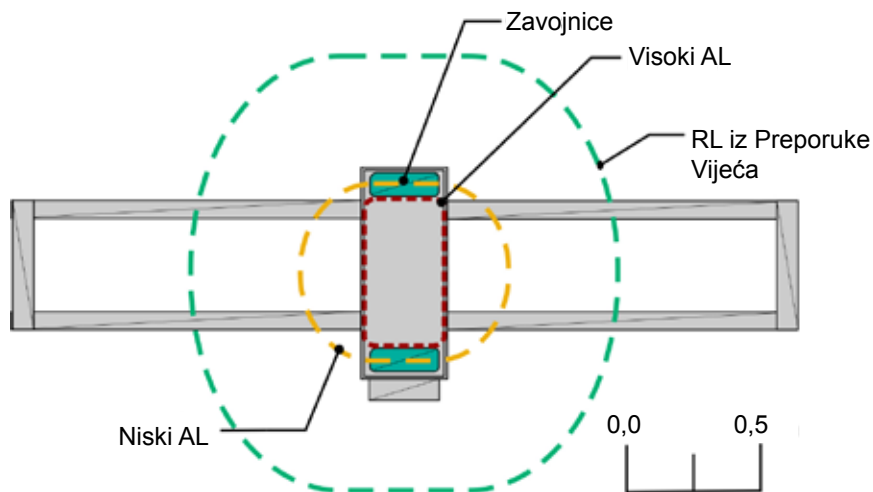
Područja na kojima AL-ovi i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu biti premašeni prikazana su na slici 5.5.

Tablica 5.1. – Gustoće magnetskog toka mjerene oko demagnetizatora izražene kao postotak vrijednosti upozorenja u Direktivi o elektromagnetskim poljima

Mjerni položaj	Izmjerena količina		Izloženost u kontekstu Direktive o elektromagnetskim poljima					
	Frekvencija (Hz)	Gustoća magnetskog toka (μT)	Niska vrijednost upozorenja (μT)	Izloženost (%)	Visoka vrijednost upozorenja (μT)	Izloženost (%)	Vrijednost upozorenja za ekstremne tete (μT)	Izloženost (%)
Na strani operatera kolica na vodilicama:								
• Blizu desne strane upravljačke ploče	50	590	1 000	59	6 000	10	18 000	3,3
• Rub vodilice uz magnet	50	1 400	1 000	140	6 000	23	18 000	7,8
• 40 cm od središta provrta magneta	50	600	1 000	60	6 000	10	18 000	3,3
1 m od središta provrta magneta (na strani jedinice za demag.):								
• Otvoreni kraj	50	70	1 000	7,0	6 000	1,2	18 000	0,4
• Zatvoreni kraj	50	70	1 000	7,0	6 000	1,2	18 000	0,4
Suprotna strana kolica na vodilicama (strana bez upravljačke ploče):								
• 25 cm od središta provrta magneta	50	3 200	1 000	320	6 000	53	18 000	18
• 40 cm od središta provrta magneta	50	600	1 000	60	6 000	10	18 000	3,3
• 30 cm od kućišta magneta (strana s rastavljačem)	50	250	1 000	25	6 000	4,2	18 000	1,4
Iznad kolica na vodilicama na osi magnetskog provrta:								
• U ravnini s površinom magneta (otvoreni kraj)	50	6 700	1 000	670	6 000	110	18 000	37
• U ravnini s površinom magneta (zatvoreni kraj)	50	6 700	1 000	600	6 000	100	18 000	33

N.B.: Mjerenja su napravljena instrumentom u načinu rada za jakost polja, što je pokazalo da valnim oblikom uvijek dominira osnovna frekvencija od 50 Hz. Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$ te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima.

Slika 5.5. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se visoke vrijednost upozorenja (crveno), niske vrijednosti upozorenja (žuto) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko demagnetizatora



5.6.3. Planska brusilica

Mjerenja su provedena oko brusilice koja se koristi magnetskom glavom da drži predmet koji se obrađuje na mjestu.

Mjerenja oko jedinice pokazala su da se granične vrijednosti izloženosti (ELV-ovi) za izloženost statičkim magnetskim poljima ne mogu premašiti ni na jednoj poziciji. Međutim, AL za izloženost aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima može se premašiti u neposrednoj blizini magnetske glave (tablica 5.2.).

Tablica 5.2. – Udaljenost na kojoj gustoća magnetskog toka pada na vrijednost upozorenja za izloženost aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (0,5 mT)

Oprema	Udaljenost od bočnog ruba stola	Udaljenost od gornjeg ruba stola
Stroj za brušenje Lumsden	15 cm	15 cm

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 5\%$ te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-om pri procjeni gore navedenih udaljenosti.

5.6.4. Drugi alati kojima se koristi u radionici

Mjerenja gustoće magnetskog toka provedena su oko ostalih električnih alata u radionici i AL-ovi nisu bili premašeni niti oko jednog.

Za alate koji su navedeni u tablici 5.3., gustoća magnetskog toka nije premašila AL-ove niti referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) na bilo kojoj poziciji. Za alate koji su navedeni u tablici 5.4., gustoća magnetskog toka premašila je referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) na nekim pozicijama blizu opreme.

Tablica 5.3. – Alati koji ne predstavljaju opasnost od elektromagnetskih polja

Oprema	Postotak referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ)
Giljotina za lim	33 %
Tračna pila	<1 %
Električna pila za metal	<1 %
Glodalica	50 %
Stupna bušilica	20 %
Uređaj za savijanje plastičnih materijala s užarenom žicom	20 %
Brusna ploča	20 %
Tokarilice	<2 %

Tablica 5.4. – Alati oko kojih je gustoća magnetskog toka premašila referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ)

Oprema	Napomene
Preklopna pila	280 % na površini opreme 100 % na 15 cm od motora 20 % na poziciji operatera
Stroj za brušenje/poliranje	350 % na površini opreme 100 % na 10 cm od opreme
Ručna bušilica	700 % na površini opreme 300 % na tipičnoj poziciji tijela (7 cm od stražnje strane bušilice) 100 % na 15 cm od stražnje strane bušilice

5.7. Procjena rizika

Društvo je provelo procjene rizika od elektromagnetskih polja za svoju opremu na temelju procjena mjerenja koje je proveo konzultant (tablice 5.5. do 5.9.). One su bile u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjena rizika doneseni su zaključci:

- MPI jedinica – AL-ovi se neće premašiti na tipičnoj poziciji operatera. Radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti unutar otprilike 1,5 m od predmeta koji se ispituje;
- demagnetizator – radnici mogu premašiti niski AL ako stoje blizu magnetu. Radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti unutar otprilike 1 m od magnetu;
- planska brusilica – radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti unutar otprilike 15 cm od magnetske glave. Međutim, procijenjeno je da nije vjerojatno da će radnik stati toliko blizu magnetu;
- ručna bušilica – radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti ako rukuju ovim alatom;
- ostali alati – polja koja su snažnija od referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) izmjerena su oko nekih od ovih alata. Međutim, polja su bila vrlo lokalizirana, te je zaključeno da je opasnost za radnike koji su izloženi posebnom riziku niska.

Društvo je razvilo i dokumentiralo akcijski plan iz procjene rizika.

Tablica 5.5. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za jedinicu za magnetski pregled čestica (MPI)

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci elektromagnetskih polja:	Tipična pozicija operatera jest 60 cm od predmeta koji se ispituje, što znači da se niska vrijednost upozorenja neće premašiti na poziciji operatera	Operateri Drugi radnici	✓				✓		Nizak	Operaterima i drugim radnicima moraju se pružiti informacije i obuka
Niska vrijednost upozorenja može se premašiti u okviru stroja	da se niska vrijednost upozorenja neće premašiti na poziciji operatera	Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)								Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na opremi
Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1,5 m od predmeta koji se ispituje	Opremom se koristi u kabini									Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje opreme i ulaznje u kabinu kada se oprema koristi Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na ulazu u kabinu
Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju):	Radnici kojima su ugrađeni aktivni medicinski proizvodi za ugradnju ne smiju se koristiti ovom opremom	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓		Nizak	Informacije u vezi s tom opasnosti treba pružiti svim radnicima Upozorenja se moraju navesti u informacijama o sigurnosti lokacije
Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1,5 m od predmeta koji se ispituje										Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na ulazu u kabinu

Tablica 5.6. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za demagnetizator

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
<p>Izravni učinci elektromagnetskih polja:</p> <p>Niska vrijednost upozorenja može se premašiti do 40 cm udaljenosti od magneta</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1 m od magneta</p>	Ne postoje	<p>Operateri</p> <p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)</p>	✓					✓	Nizak	<p>Osim ako bi to izazvalo poteškoće prilikom korištenja opremom, ugradite štitnike radi sprječavanja radnika u premašivanju niske vrijednosti upozorenja i automatizirajte neke od repetitivnijih operacija demagnetizacije</p> <p>Operaterima i drugim radnicima moraju se pružiti informacije i obuka</p> <p>Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive</p> <p>Područja na kojima su premašene referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) moraju se označiti</p> <p>Trudnim se radnicama zabranjuje ulazanje u označeno područje</p> <p>Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na ulazu u označeno područje</p>
<p>Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju):</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1 m od magneta</p>	Radnici kojima su ugrađeni aktivni medicinski proizvodi za ugradnju ne smiju se koristiti ovom opremom	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓		Nizak	<p>Informacije u vezi s tom opasnosti treba dati svim radnicima</p> <p>Upozorenja moraju biti navedena u informacijama o sigurnosti lokacije</p> <p>Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na ulazu u označeno područje</p>

Tablica 5.7. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za brusilicu

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci statičkog magnetskog polja	Nijedno. ELV-ovi nisu premašeni niti na jednoj poziciji	Operateri	✓			✓			Nizak	Nisu potrebne
Neizravni učinci statičkog magnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju): Vrijednost upozorenja za izloženost aktivnom medicinskom proizvodu za ugradnju može se premašiti do otprilike 15 cm udaljenosti od magnetskih glava	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓			Nizak. Nije vjerojatno da će radnik stati ovako blizu magnetskim glavama	Informacije koje se tiču ove opasnosti treba dati svim operaterima opreme Osobama kojima je ugrađen aktivni medicinski proizvod za ugradnju mora se zabraniti rad sa strojem kada su ploče otvorene Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na opremi

Tablica 5.8. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za ručnu bušilicu

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci elektromagnetskih polja: Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 15 cm od stražnje strane bušilice	Ne postoje	Operateri Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)	✓					✓	Nizak	Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje ručne bušilice Informacije u vezi s tom opasnosti treba dati radnicima.
Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju): Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 15 cm od stražnje strane bušilice	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓				✓	Nizak	Osobama kojima su ugrađeni aktivni medicinski proizvodi za ugradnju zabranjuje se korištenje ove opreme Informacije koje se tiču ove opasnosti treba pružiti svim radnicima

Tablica 5.9. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za ostale električne alate

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci elektromagnetskih polja: Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti u visokolokaliziranim područjima blizu opreme	Ne postoje	Operateri Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)	✓			✓			Nizak. Gotovo da ne postoji vjerojatnost da će radnik stati ovako blizu opreme	Nisu potrebne
Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju): Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti u visokolokaliziranim područjima blizu opreme	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓			Nizak. Gotovo da ne postoji vjerojatnost da će radnik stati ovako blizu opreme	Nisu potrebne

5.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Prije procjene mjerenjem koju je proveo savjetnik, na snazi je bilo vrlo malo mjera opreza. One su bile ograničene na:

- zabranu da radnici kojima su ugrađeni aktivni medicinski proizvodi za ugradnju upotrebljavaju MPI ili demagnetizator.

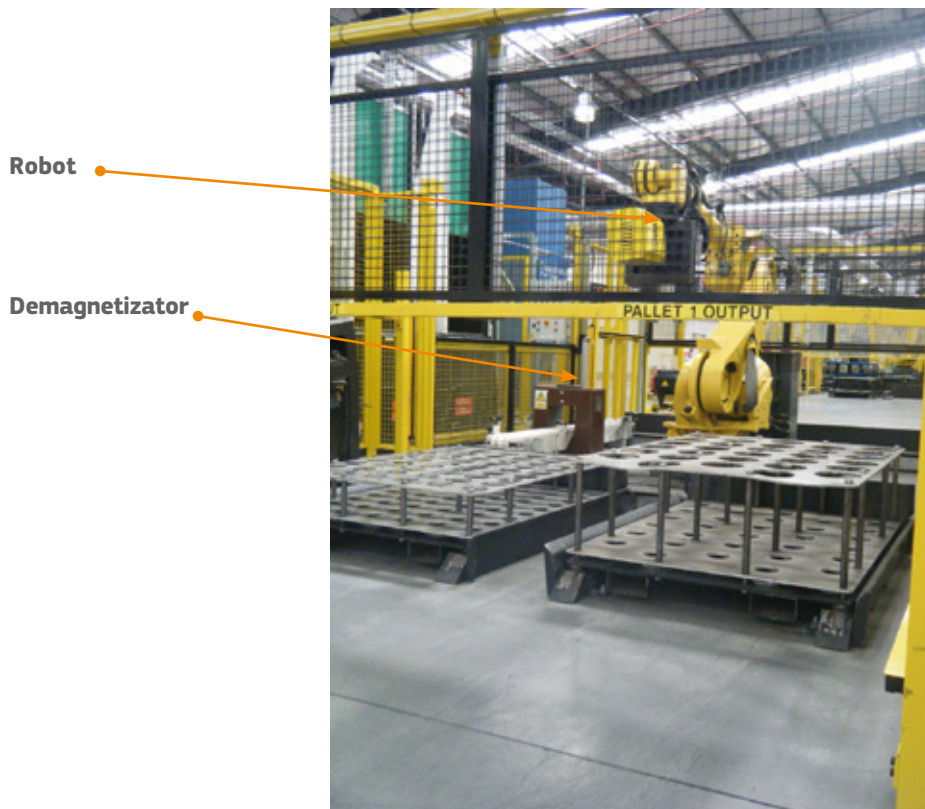
5.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Kao rezultat procjene temeljene na mjerenju te nakon procjene opasnosti povezanih s opremom, društvo je razvilo akcijski plan i odlučilo:

- ugraditi četiri relativno male nemetalne (Perspex) pregrade na svakoj strani provrta magneta na demagnetizatoru. One bi bile nagnute prema unutra da ne budu prevelika zapreka, ali bi u svim točkama bile na 40 cm od otvora provrta magneta;

- automatizirati neke od repetitivnijih radnji demagnetizacije pomoću faza koje izvršava robotika te pokretnih traka (slika 5.6.). To ima dodatne pogodnosti u pogledu izvršavanja ručnih radova usklađenih sa zahtjevima europske Direktive 90/269/EEZ;
- prema potrebi prikazati obavijesti upozorenja i zabrane na opremi i na ulazima u područja na kojima referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu biti prekoračene. Dani su primjeri obavijesti upozorenja (slika 5.7.);
- osigurati obuku s ciljem podizanja svijesti za operatere te osigurati da su upoznati s rezultatima procjene rizika i odgovarajućim mjerama zaštite i prevencije;
- razviti prikladne postupke da bi se osiguralo da su svi radnici, uključujući posjetitelje i izvođače, svjesni potencijalnih problema za radnike koji su izloženi posebnom riziku (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

Slika 5.6. – Automatizirani demagnetizator s pokretnom trakom u robotskoj ćeliji za rukovanje



Slika 5.7. – Primjer obavijesti upozorenja i zabrane

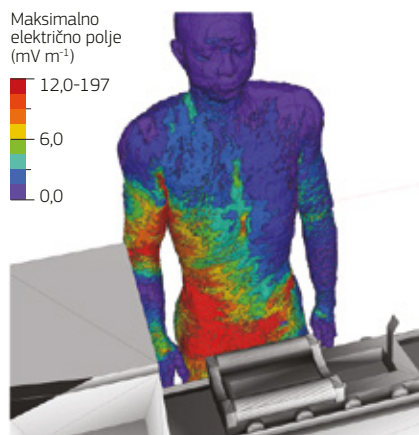


5.10. Upućivanje na izvore za dodatne informacije

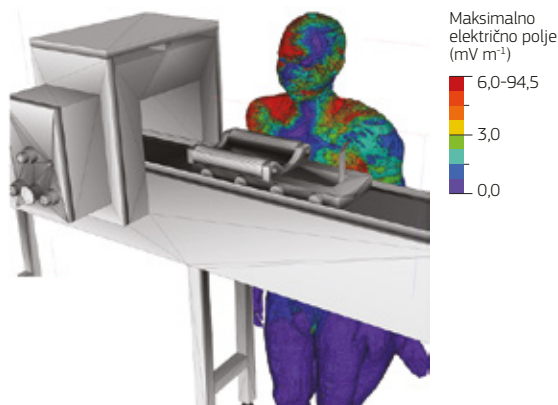
Računalno modeliranje temeljeno na rezultatima mjerenja oko demagnetizatora pokazuje da su inducirana električna polja usklađena s ELV-ovima, unatoč činjenici da su AL-ovi prekoračeni. Za tri situacije izloženosti navedene u nastavku inducirana se električna polja mijenjaju od 5 % do 54 % niskog ELV-a:

- stajanje u položaju 1, 25 cm od provrta magneta (slika 5.8.a);
- klečanje u položaju 1, 25 cm od provrta magneta (slika 5.8.b);
- nagnutost u položaju 2, u ravnini s provrtom magneta (slika 5.8.c).

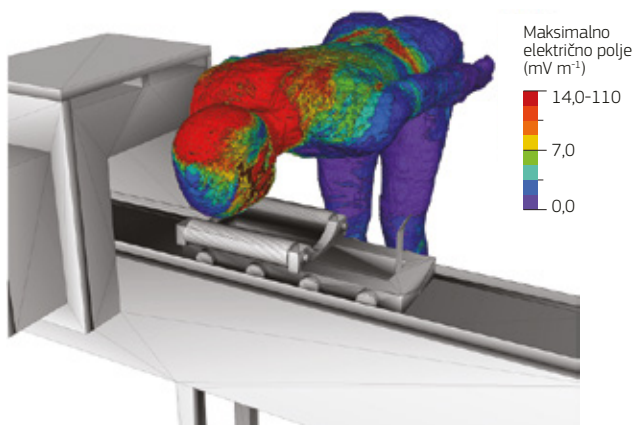
Slika 5.8.a – Distribucija induciranog električnog polja u modelu čovjeka od izloženosti do demagnetizatora pri stajanju u položaju 1, 25 cm od provrta magneta



Slika 5.8.b – Distribucija induciranog električnog polja u modelu čovjeka od izloženosti do demagnetizatora pri klečanju u položaju 1, 25 cm od provrta magneta



Slika 5.8.c – Distribucija induciranog električnog polja u modelu čovjeka od izloženosti do demagnetizatora pri nagnutosti u položaju 2, u ravnini s provrtom magneta



6. AUTOMOBILSKA INDUSTRIJA

6.1. Radno mjesto

Ovom su studijom slučaja pokriveni ručni aparati za točkasto zavarivanje i indukcijski grijači u automobilske radionici. Uporaba aparata za točkasto zavarivanje vodećeg međunarodnog proizvođača vozila također je ukratko razmotrena u odjeljku 6.1.1., iako se ne radi o malom ili srednjem poduzeću.

6.2. Priroda posla

Ručni aparati za točkasto zavarivanje (slika 6.1.) i indukcijski grijači (slika 6.3.) mogu predstavljati opasnost zbog jakih vremenski promjenjivih magnetskih polja koja proizvode velike električne struje koje se koriste za zavarivanje ili grijanje metala. U ovoj su studiji slučaja razmotrena dva aparata za točkasto zavarivanje i tri sustava indukcijskih grijača kojima se obično koristi u automobilske radionici.

Slika 6.1. – Ručni aparat za točkasto zavarivanje kojim se koristi za pričvršćivanje nove ploče



6.3. Primjena u praksi

Većina se modernih vozila proizvodi varenjem ploča u cjelinu da bi se stvorila karoserija na koju se potom pričvršćuju glavni dijelovi. Zavarivanje se najčešće izvodi aparatima za točkasto zavarivanje. Ručni aparati za točkasto zavarivanje sastoje se od pištolja za zavarivanje spojenog s upravljačkom jedinicom u kojoj su nalaze električni sustav i sustav

za hlađenje. Pištolj za točkasto zavarivanje upotrebljava dvije oblikovane elektrode od slitine bakra. Veličina elektroda može se razlikovati ovisno o položaju mjesta na karoseriji koje treba zavariti. Primjer jednog od procijenjenih aparata za zavarivanje u automobilskoj radionici prikazan je na slici 6.2.

Slika 6.2. – Uobičajeni ručni aparat za točkasto zavarivanje u automobilskoj radionici. Na upravljačkoj se jedinici nalaze kotačići pa je sustav pokretan. Električni kabeli i kabeli za rashladno sredstvo protežu se od prednje strane jedinice do stražnje strane pištolja za zavarivanje koji je smješten na držaču na lijevoj strani upravljačke ploče



Tijekom servisiranja ili popravka vozila uobičajeno je da zbog korozije radnici uglavnom moraju zagrijavati metalne dijelove da bi ih mogli ukloniti. Indukcijski grijači sastoje se od elektromagnetske zavojnice kroz koju prolazi niskofrekventna izmjenična struja. Magnetsko polje koje nastaje oko zavojnice unutar ciljnog objekta inducira električne struje, koje se nazivaju vrtložne struje, a otpor tim strujama uzrokuje zagrijavanje objekta. Primjer jednog od procijenjenih grijača prikazan je na slici 6.3.

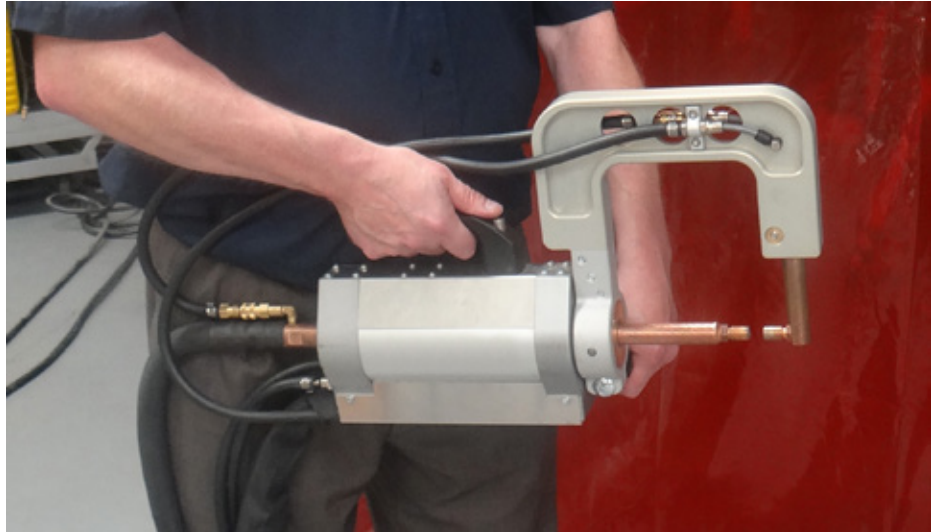
Slika 6.3. – Ručni indukcijski grijač od 1 kW kojim se koristi za zagrijavanje zategnutog vijka



6.4. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

Jedan od dva procijenjena aparata za zavarivanje u automobilskoj radionici koristi se pištoljem „tipa C” u koji se mogu ugraditi držači od 160 mm ili od 550 mm, a drugom se koristi pištolj „tipa X” s elektrodama ili od 160 mm ili od 550 mm. Različiti tipovi pištolja prikazani su na slikama 6.4. i 6.5. Oba aparata za zavarivanje upotrebljavaju struje između 7 500 i 12 000 A te rade pri frekvenciji od 2 kHz. Međutim, dok se u pištolju „tipa C” upotrebljava daljinski transformator za napajanje strujom za zavarivanje, u pištolju „tipa X” upotrebljava se umanjeni transformator unutar pištolja. To znači da u tom aparatu za zavarivanje umjesto puno veće struje za zavarivanje kroz kabel između upravljačke jedinice i pištolja prolazi mrežno napajanje od 50/60 Hz. Važnost toga opisana je u nastavku u ovoj studiji slučaja.

Slika 6.4. – Radionički pištolj za zavarivanje „tipa C” s ugrađenim držačem od 160 mm. Glavni dio pištolja (ispod ruke radnika) sadržava klip koji usmjerava jednu elektrodu na drugu. Struja za zavarivanje isporučuje se od upravljačke jedinice kabelima na lijevoj strani slike



Slika 6.5. – Radionički pištolj za zavarivanje „tipa X” s ugrađenim elektrodama od 550 mm. Dvije se elektrode usmjeravaju zajedno radom kliješta klipa u glavnom dijelu pištolja (između ruku radnika), koji također sadržava transformator koji služi za napajanje strujom za zavarivanje



Tri procijenjena radionička indukcijska grijača imala su različitu snagu: 1, 4 i 10 kW. Grijač od 1 kW radio je pri 15 kHz, a grijači od 4 i 10 kW radili su između 17 i 40 kHz. Frekvencija koju upotrebljavaju grijači od 4 i 10 kW razlikuje se jer oni mogu automatski prilagoditi frekvenciju primijenjene struje da bi se osiguralo maksimalno spajanje s objektom koji se zagrijava.

Grijač od 1 kW sastoji se od jedne ručne jedinice koja kombinira transformator i dio za grijanje u jednoj jedinici, a nema aktivno hlađenje (slika 6.3.). Grijači od 4 i 10 kW sastoje se od odvojene jedinice za napajanje i ručnog dijela za grijanje te imaju sustave za aktivno hlađenje (slika 6.6.).

Slika 6.6. – Indukcijski grijači od 4 kW (lijevo) i 10 kW (desno) upotrebljavaju se za zagrijavanje metalnih dijelova u radionici. U tim je slučajevima transformator smješten u odvojenu jedinicu za napajanje (lijevo od slika) s električnim kabelima i kabelima za rashladno sredstvo koji povezuju jedinicu za napajanje i dio za grijanje (koji u svakom slučaju drži radnik). To je u suprotnosti s puno jednostavnijim indukcijskim grijačem od 1 kW prikazanim na slici 6.3.



6.5. Pristup procjeni izloženosti

Tijelo ovlašteno za zastupanje automobilske industrije bilo je zabrinuto zbog implikacija koje Direktiva o elektromagnetskim poljima ima na njegove članove, među kojima su i neki dobavljači električne opreme za zavarivanje i zagrijavanje. Smatrali su da uobičajeni radionički aparati za zavarivanje i indukcijski grijači mogu uzrokovati izloženost radnika koja prelazi relevantne vrijednosti upozorenja iz članka 3. stavka 2. Direktive o elektromagnetskim poljima. To je zato što i aparati za točkasto zavarivanje i indukcijski grijači upotrebljavaju visoke struje i zato što ih radnici često drže u blizini tijela tijekom uporabe, kako je prikazano na slikama 6.1., 6.4., 6.5. i 6.6.

Tijelo je stoga zatražilo usluge stručnog izvođača koji je bio uključen u europski projekt za razvoj smjernica o izloženosti elektromagnetskim poljima na radnom mjestu. Dogovoreno je stoga da će stručni izvođač provesti procjenu niza radioničke opreme u školi za obuku za automobilsku industriju.

Izvođač je proveo mjerenja vremenski promjenjive gustoće magnetskog toka oko gore navedenih aparata za zavarivanje i grijača pomoću izotropne sonde (s tri osi) (slika 6.7.). Instrument je sadržavao ugrađeni elektronički filter koji je dao rezultat u postotcima, izračunat pomoću pristupa ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni, čime je omogućena izravna usporedba s vrijednostima upozorenja (AL-ovi) iz Direktive o elektromagnetskim poljima. U instrumentu je također bio ugrađen i analizator spektra kojim se omogućila analiza sadržaja harmonika valnog oblika.

Slika 6.7. – Mjerenja oko radioničkog aparata za točkasto zavarivanje s ugrađenim pištoljem „tipa C” i držačem od 160 mm. Pištolj „tipa X” aparata za zavarivanje je u pozadini



6.6. Rezultati procjena izloženosti

Rezultati mjerenja koje je dao izvođač prikazani su na slikama i u tablici u nastavku. U svim su slučajevima mjerenja provedena dok su se aparat za zavarivanje ili grijač upotrebljavali na način koji je uobičajen za rad u radionici. Mjerenja su provedena da bi se odredio raspon područja oko svakog pištolja za zavarivanje i induksijskog grijača u kojima:

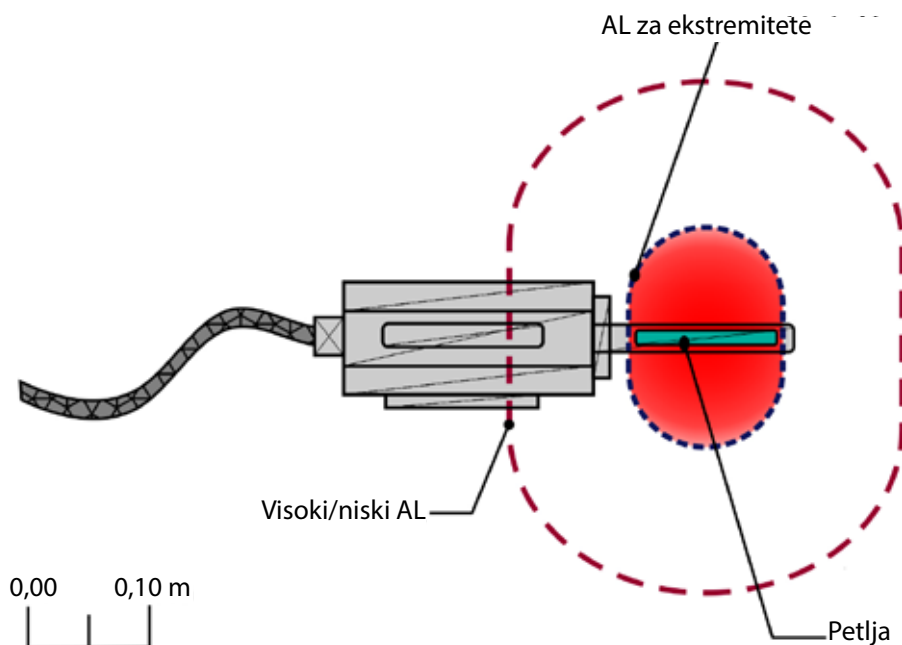
- su AL-ovi iz Direktive o elektromagnetskim poljima premašeni;
- možda postoji sigurnosni problem za radnike koji su izloženi posebnom riziku. Isto je procijenjeno u kontekstu referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

Aparati za točkasto zavarivanje i indukcijski grijači radili su između 2 i 36 kHz. U tom su rasponu frekvencije visoki i niski AL-ovi Direktive o elektromagnetskim poljima jednaki. S obzirom na to, kada je mjerenje jakosti magnetskog polja prikazano kao postotak vrijednosti upozorenja, ono predstavlja postotak i visokih i niskih AL-ova. Prema potrebi mjerenja su također dana kao postotak AL-a za ekstremitete Direktive o elektromagnetskim poljima.

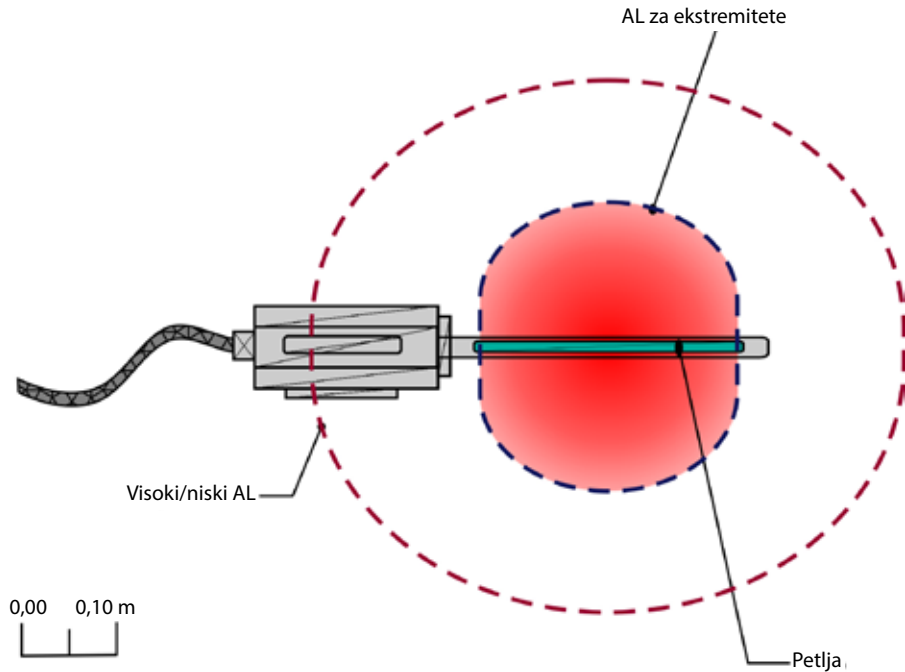
6.6.1. Rezultati procjene izloženosti radioničkih aparata za točkasto zavarivanje

Slike 6.8. do 6.11. prikazuju raspon područja oko svakog pištolja za zavarivanje gdje su premašeni AL-ovi za bilo koji ili oba ekstremiteta ili visoki i niski AL-ovi Direktive o elektromagnetskim poljima. Slika 6.11. također prikazuje raspon područja oko pištolja „tipa X” s ugrađenim elektrodama od 550 mm gdje su premašene referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). U svim slučajevima, obrisi oko pištolja predstavljaju 100 % referentne razine, pri čemu plava boja predstavlja AL za ekstremitete, crvena predstavlja visoki i niski AL, a zelena predstavlja referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Uz to, tablica 6.1. prikazuje raspon područja koja premašuju relevantne AL-ove oko kabela pištolja za zavarivanje „tipa C”.

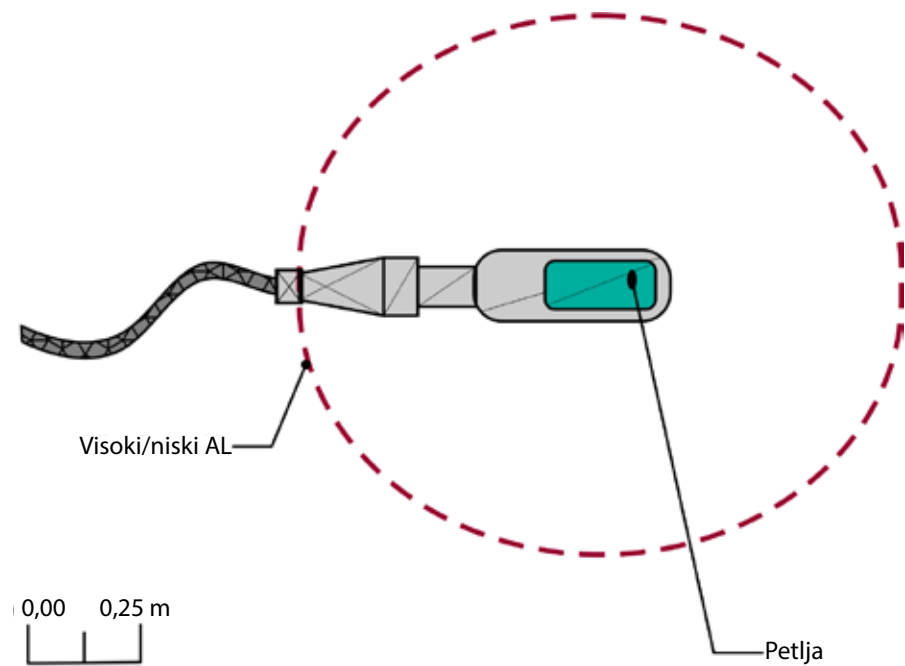
Slika 6.8. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo) i visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) mogu premašiti oko radioničkog pištolja „tipa C” kada mu je ugrađen držač od 160 mm.



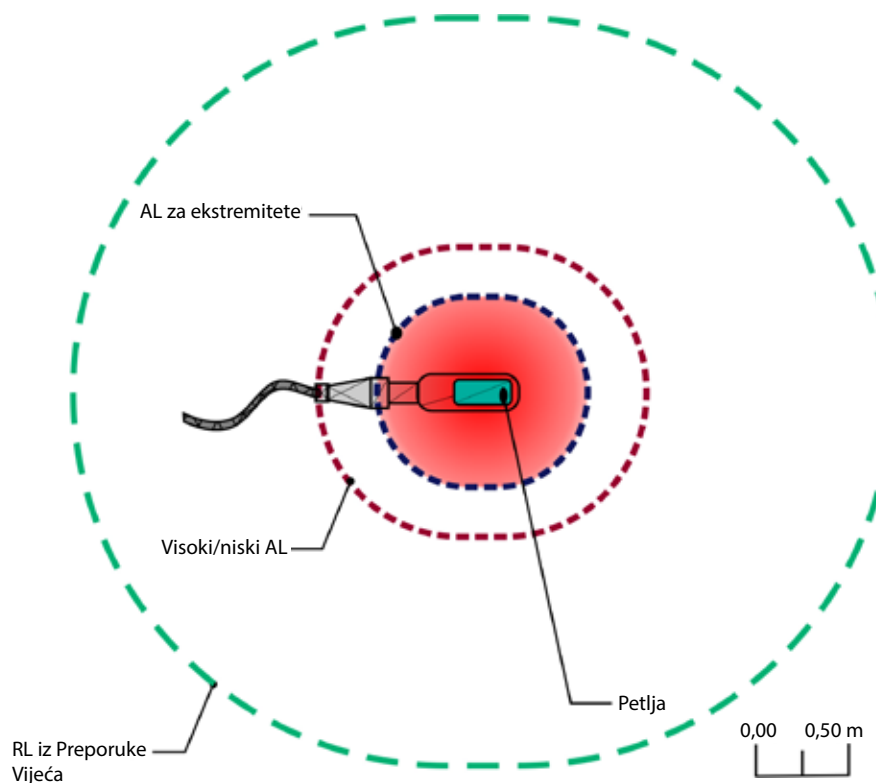
Slika 6.9. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo) i visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) mogu premašiti oko radioničkog pištolja „tipa C” kada mu je ugrađen držač od 550 mm



Slika 6.10. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) mogu biti premašene oko radioničkog pištolja „tipa X” kada su mu ugrađene elektrode od 160 mm



Slika 6.11. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo), visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) i referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu biti premašene oko radioničkog pištolja „tipa X” kada su mu ugrađene elektrode od 550 mm



Tablica 6.1. – Rezultati mjerenja na kabelu između pištolja za zavarivanje „tipa C” i upravljačke jedinice

Tip sa stezaljkom	Struja (A)	% visoke/niske vrijednosti upozorenja ¹ 10 cm od kabela	% visoke/niske vrijednosti upozorenja ¹ 12 cm od kabela	% vrijednosti upozorenja za ekstremitete ² 8 cm od kabela
160 mm „Tip C”	8 000	180	100	100

¹ Visoke i niske vrijednosti upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 2 kHz: 150 μ T

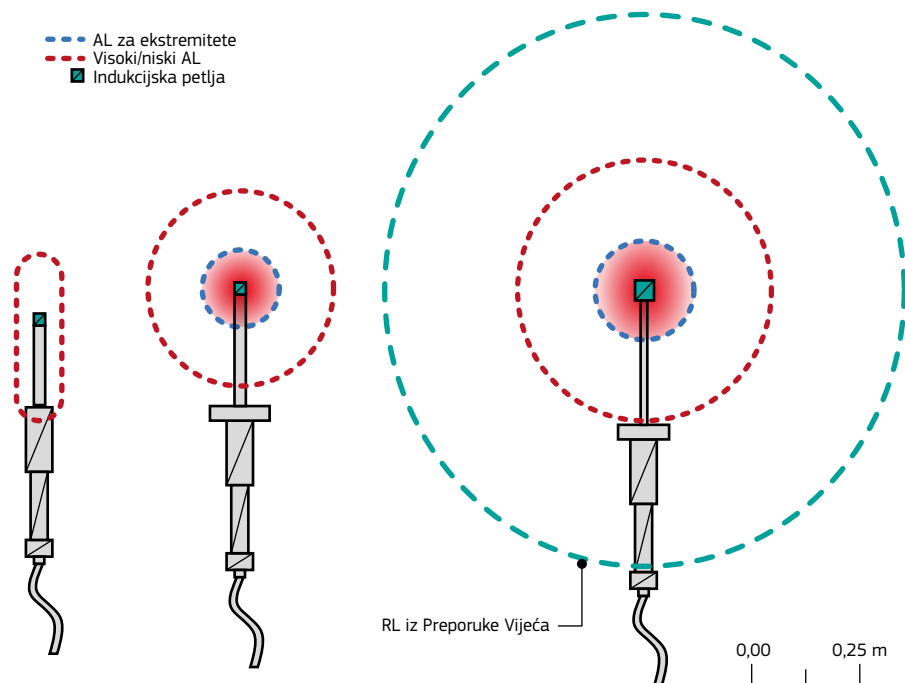
² Vrijednost upozorenja za ekstremitete gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 2 kHz: 450 μ T

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ± 10 %, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-ova.

6.6.2. Rezultati procjene izloženosti indukcijskih grijača korištenih u radionici

Slika 6.12. prikazuje dijelove za zagrijavanje triju indukcijskih grijača, pri čemu je lijevo grijač od 1 kW, u sredini grijač od 4 kW i desno grijač od 10 kW. U svim slučajevima, obrisi oko dijelova za zagrijavanje predstavljaju 100 % relevantne razine, gdje plavo predstavlja AL za ekstremitete Direktive o elektromagnetskim poljima, crveno predstavlja visoke i niske AL-ove Direktive o elektromagnetskim poljima, a zeleno predstavlja referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ).

Slika 6.12. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo), visoke/niske vrijednosti upozorenja (crveno) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko tri radionička induksijska grijača (lijevi od 1 kW, u sredini od 4 kW i desni od 10 kW)



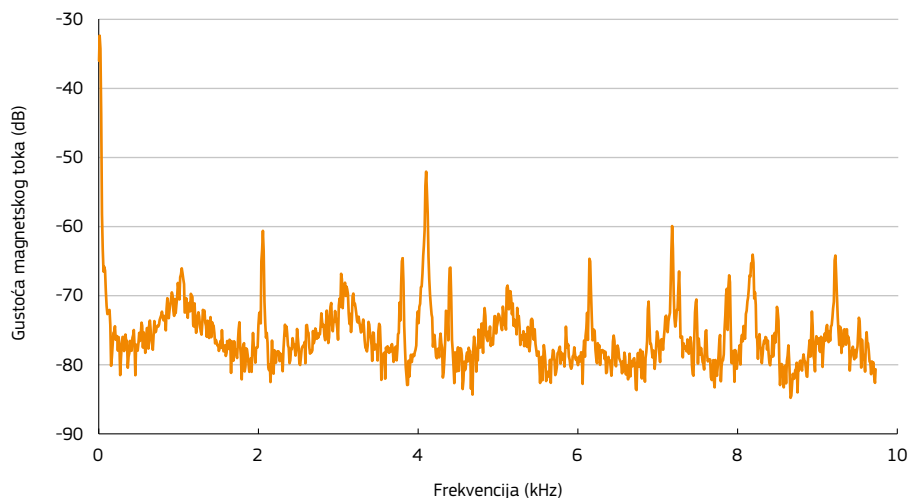
6.7. Zaključci procjene izloženosti

Ovisno o vrsti pištolja, AL za ekstremitete Direktive o elektromagnetskim poljima premašen je između 10 i 22 cm od stezaljke, a visoki i niski AL Direktive o elektromagnetskim poljima premašen je između 20 i 32 cm od stezaljke. Gdje su mjerene, referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene su do nekoliko metara od stezaljke.

Izvođač je zabilježio da kabeli za napajanje za pištolj „tipa C” proizvode magnetska polja oko njih koja su veća od AL-ova za ekstremitete i visokih i niskih AL-ova, dok ih kabeli pištolja „tipa X” ne premašuju. AL za ekstremitete veći je do 8 cm od kabela, a visoki i niski AL je premašen do 12 cm od kabela. Izvođač je to pripisao činjenici da kabeli pištolja „tipa C” prenose struju za zavarivanje od upravljačke jedinice do pištolja, dok pištolj „tipa X” s transformatorom unutar njega ima kabel kojim se prenosi samo 50/60 Hz mrežnog napajanja.

Izvođač je potvrdio da osnovna frekvencija struje za zavarivanje u radioničkim aparatima za točkasto zavarivanje iznosi 2 kHz, iako je nekoliko harmonika znatno doprinijelo cjelokupnoj izloženosti. Da bi se to dokazalo, slika 6.13. prikazuje spektralnu distribuciju valnog oblika dobivenu iz radioničkog aparata za varenje s ugrađenim pištoljem „tipa C” od 160 mm.

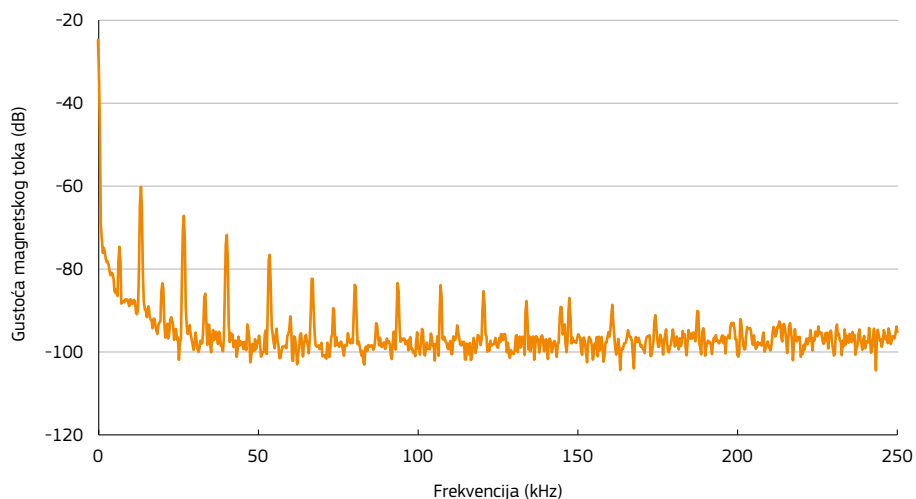
Slika 6.13. – Spektralna distribucija valnog oblika dobivena iz pištolja „tipa C” od 160 mm



S obzirom na indukcijske grijače, ovisno o snazi grijača, AL za ekstremitete premašen je između 7 i 11 cm od dijela za grijanje prema ruci radnika, a visoki i niski AL premašen je između 13 i 18 cm od sredine dijela za grijanje u svim smjerovima.

Osnovna frekvencija grijača razlikuje se. Grijač od 1 kW radio je pri 15 kHz, a grijači od 4 kW i od 10 kW upotrebljavali su frekvenciju od 36 kHz. Poput aparata za zavarivanje, nekoliko je harmonika znatno doprinijelo cjelokupnoj izloženosti u svakom slučaju. Da bi se to prikazalo, slika 6.14. prikazuje spektralnu distribuciju valnog oblika dobivenog od indukcijskog grijača od 1 kW.

Slika 6.14. – Spektralna distribucija valnog oblika indukcijskog grijača od 1 kW



6.8. Procjena rizika

Uzevši u obzir rezultate mjerenja, izvođač je zaključio da će, s obzirom na to da se pištolji za točkasto zavarivanje drže u ruci blizu tijela, izloženosti magnetskom polju radnika vjerojatno premašiti relevantne AL-ove Direktive o elektromagnetskim poljima i potencijalno granične vrijednosti izloženosti (ELV-ove). Mjerenja oko kabela napajanja aparata „tipa C” također naznačuju da oni također imaju potencijal uzrokovanja izloženosti koja premašuje relevantne AL-ove.

Izvođač je također primijetio da su magnetska polja premašila referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) do nekoliko metara od pištolja za zavarivanje. Te referentne razine mogu se koristiti kao opći pokazatelj za osobe koje su izložene posebnom riziku od neizravnih učinaka izloženosti (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

S obzirom na indukcijske grijače izvođač je zaključio da radnici koji su ih koristili nisu izloženi poljima koja premašuju AL-ove zbog toga što drže elemente za grijanje dovoljno daleko od svojih ruku i tijela za vrijeme grijanja. No magnetska su polja i dalje bila dovoljna za premašivanje referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) do 0,5 m od grijača od 10 kW. Izvođač je stoga preporučio da se uzmu u obzir osobe izložene osobitom riziku od neizravnih učinaka izloženosti magnetskim poljima koja stvaraju grijači (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

Uzevši te zaključke u obzir, savjetnik je sastavio procjenu rizika elektromagnetskih polja za uporabu aparata za točkasto zavarivanje i indukcijskih grijača, rabeći metodologiju koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Cilj tome bilo je određivanje koje korake treba poduzeti kako bi se zaštitili radnici da se osigura da nisu izloženi magnetskim poljima koja premašuju AL-ove. Primjer procjene rizika elektromagnetskih polja prikazan je u tablici 6.2.

6.9. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Nijedna.

Tablica 6.2. – Procjena rizika elektromagnetskih polja za uporabu stolnih aparata za točkasto zavarivanje i indukcijskih grijača u radionicama

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost		Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće		
Izravni učinci niske frekvencije	Nijedna. Ruke i tijelo često su blizu kliješta za zavarivanje za podupiranje težine pištolja tijekom zavarivanja	Radnici u radionici	✓				✓	Nizak	Promjene u načinu na koji se izvode radovi zavarivanja – uporaba sklopova za balansiranje za podupiranje težine pištolja koja omogućava radnicima da drže ruke i tijelo dalje od elektroda za zavarivanje
	Elementi za grijanje indukcijskih grijača obično se drže na udaljenosti ispružene ruke		✓				✓	Nizak	Standardni radni postupci za radove zavarivanja Znakovi upozorenja na aparatima za zavarivanje i grijačima Obuka operatera o opasnosti od elektromagnetskih polja
		Trudne radnice	✓				✓	Nizak	Aparatima za zavarivanje /grijačima ne smiju rukovati trudne radnice
Neizravni učinci niske frekvencije (interferencija s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima)	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓	Nizak	Aparatima za zavarivanje/ grijačima ne smiju rukovati radnici s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima niti se njima smije rukovati u blizini tih radnika Obuka osoblja o opasnosti od elektromagnetskih polja

6.10. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjena

Kao rezultat procjene rizika upravitelj je odlučio provesti sljedeće mjere opreza, uključujući:

- poduzimanje koraka, gdje je moguće, da se osigura da radnici drže ruke i tijela dalje od aparata za točkasto zavarivanje i po potrebi dalje od drugih vodiča i kabela za napajanje. Na primjer, upravitelj je uveo sklopove za balansiranje na koje se postavljaju pištolji za točkasto zavarivanje. To znači da radnici više nisu morali podržavati težinu aparata te su stoga mogli stajati iza aparata i tijekom zavarivanja i samo držati stražnji dio aparata kako bi mu održavali položaj;
- postavljanje obavijesti na aparatima za zavarivanje i grijačima koje upozoravaju na snažna magnetska polja i zabranjuju uporabu aparata za zavarivanje i grijača pored ili u prisutnosti osoba koje nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD-ove) te drugih radnika koji su izloženi osobitom riziku, kao što su trudne radnice. Primjeri tih obavijesti uporabljenih na aparatima za zavarivanje u radionici prikazani su na slici 6.15.;

Slika 6.15. – Primjeri obavijesti upozorenja o snažnim magnetskim poljima i obavijest koja zabranjuje uporabu aparata za zavarivanje i grijača pored ili u prisutnosti osoba koje nose aktivne ugrađene medicinske proizvode (AIMD-ove)



- pružanje informacija radnicima, uključujući ishod procjene rizika;
- pružanje informacija radnicima o tome kako održavati izloženosti ispod AL-ova iz Direktive o elektromagnetskim poljima;
- osiguravanje kroz prikladne programe o indukciji da su drugi radnici svjesni opasnosti od magnetskog polja koju predstavljaju aparati za zavarivanje i grijači;
- redovito pregledavanje procjene rizika.

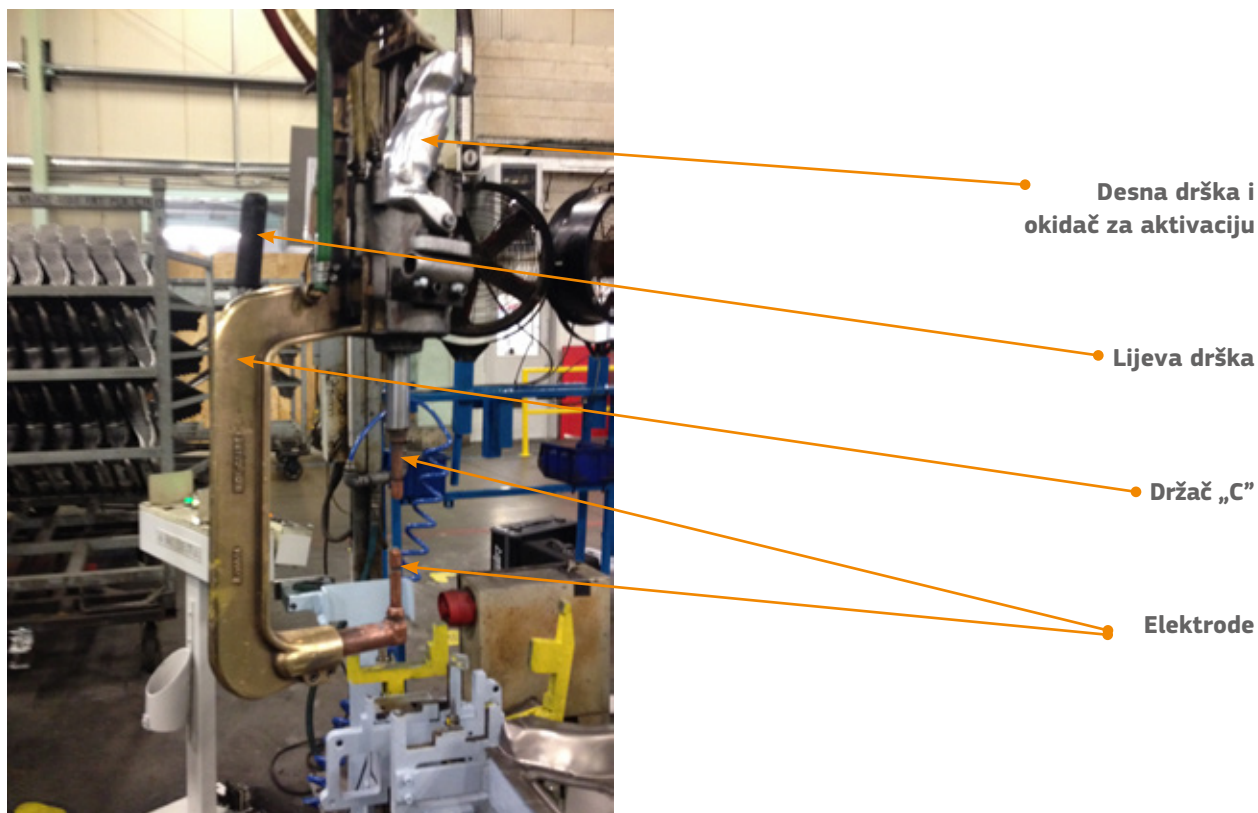
6.11. Aparati za točkasto zavarivanje u proizvodnji vozila

Iako se međunarodni proizvođači vozila ne mogu smatrati malim ili srednjim društvima, važnost točkastog zavarivanja u ovoj je industriji tolika da autori smatraju da je važno uključiti procjenu izvođača s primjerima aparata za točkasto zavarivanje koje koristi vodeći proizvođač.

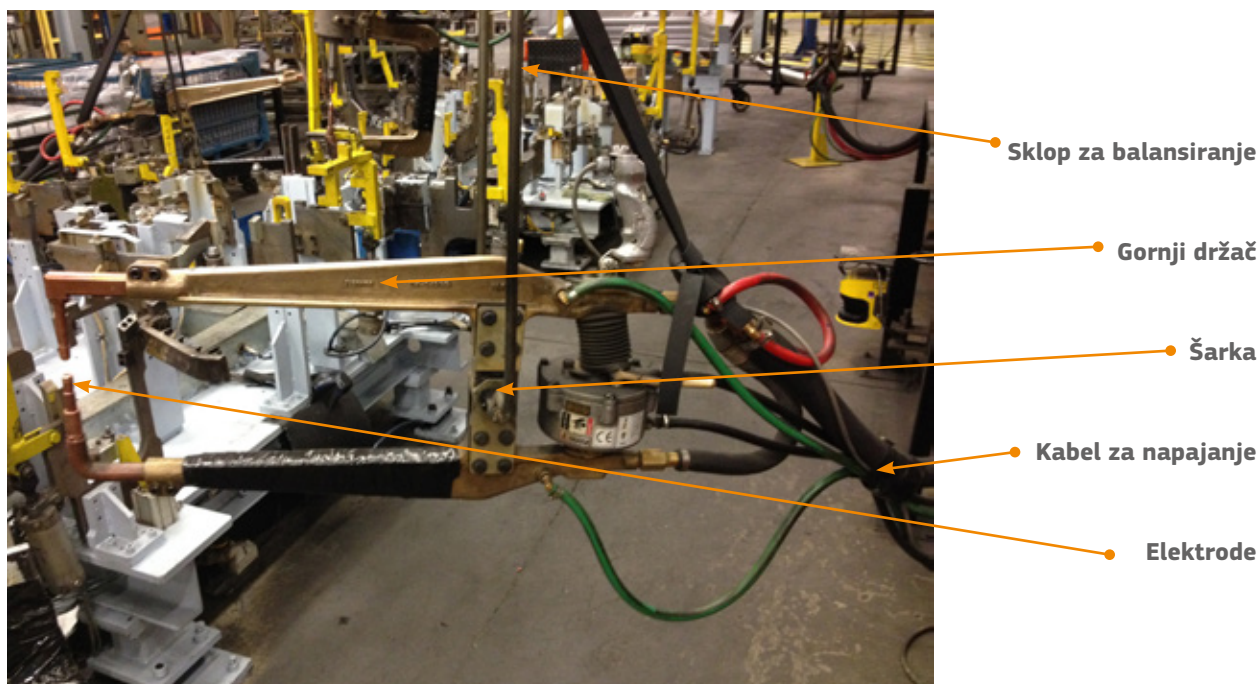
6.11.1. Procjena tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje

Obavljena je procjena tri pištolja za točkasto zavarivanje: pištolj „tipa C” s držačem od 400 mm, pištolj „tipa X” s elektrodama dužine 130 mm i pištolj „tipa X” s elektrodama dužine 700 mm. Dva manja pištolja radila su na 8 400 A, a najveći pištolj radio je na 10 200 A. Sva tri pištolja imala su radnu frekvenciju od 50 Hz i napajali su ih daljinski transformatori putem kabela koji su dizajnirani za minimiziranje izloženosti magnetskom polju. Pištolj „tipa C” od 400 mm i pištolj „tipa X” od 700 mm prikazani su na slikama 6.16. i 6.17.

Slika 6.16. – Pištolj „tipa C” od 400 mm u tvornici. Stezaljka se drži na mjestu drške na vrhu pištolja, od kojih je jedna vidljiva u gornjem desnom kutu slike (dio od poliranog kroma). To daje naznaku položaja operatera u odnosu na stezaljku tijekom zavarivanja



Slika 6.17. – Pištolj „tipa X” od 700 mm u tvornici. Iako visi sa sklopova za balansiranje, veličina pištolja znači da radnici rutinski moraju stajati blizu elektroda da ih vode i drže u položaju



Mjerenja gustoće magnetskog toka koja varira s vremenom napravljena su oko pištolja za zavarivanje rabeći izotropnu sondu (s tri osovine). Instrument je sadržavao ugrađeni elektronički filtar koji je dao rezultat u postotcima izračunat pomoću pristupa ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni, čime je omogućena izravna usporedba s AL-ovima iz Direktive o elektromagnetskim poljima. U instrumentu je također bio ugrađen i analizator spektra koji je omogućio analizu sadržaja harmonika valnog oblika.

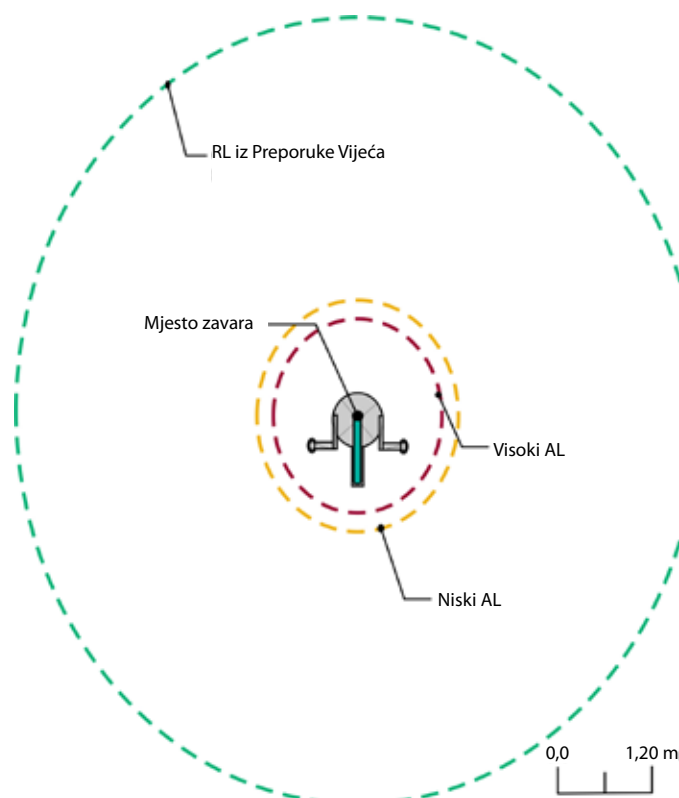
Aparati za zavarivanje radili su na 50 Hz. U toj su frekvenciji visoki i niski AL-ovi Direktive o elektromagnetskim poljima znatno drukčiji. S obzirom na to, mjerenja jakosti magnetskog polja oko pištolja prikazana su kao postotak i visokog i niskog AL-a.

6.11.2. Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje

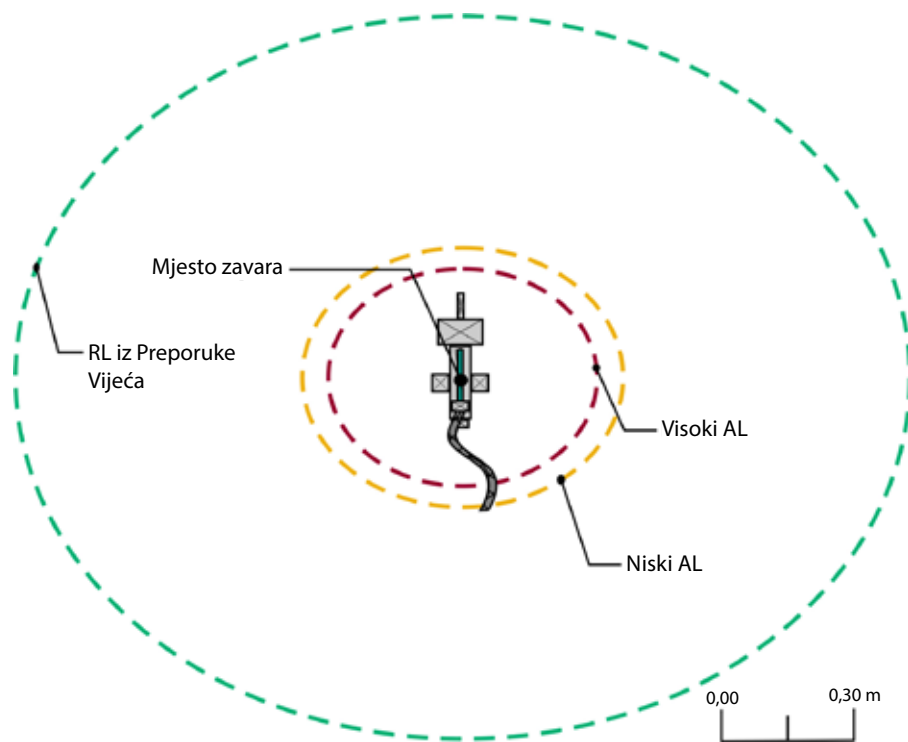
Dobiveni rezultati mjerenja prikazani su na slikama i u tablici u nastavku. U svim slučajevima mjerenja su provedena dok se aparat za zavarivanje koristio na način koji je uobičajen za rad.

Slike 6.18. do 6.20. prikazuju raspon područja oko svakog pištolja za zavarivanje gdje su premašeni visoki i niski AL-ovi u Direktivi o elektromagnetskim poljima i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). U svim slučajevima, obrisi oko pištolja predstavljaju 100 % relevantne razine, gdje žuto predstavlja visoki AL u Direktivi o elektromagnetskim poljima, crveno predstavlja niski AL u Direktivi o elektromagnetskim poljima, a zeleno predstavlja referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Uz ove brojke tablica 6.3. prikazuje rezultat mjerenja oko kabela pištolja za zavarivanje „tipa X”.

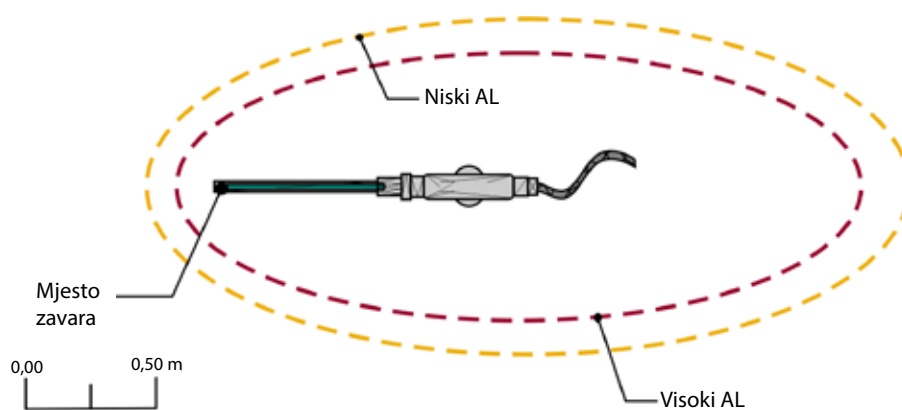
Slika 6.18. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se niske vrijednosti upozorenja (žuto), visoke razine upozorenja (crveno) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko tvorničkog pištolja za točkasto zavarivanje „tipa C” od 400 mm



Slika 6.19. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se niske vrijednosti upozorenja (žuto), visoke razine upozorenja (crveno) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko tvorničkog pištolja za točkasto zavarivanje „tipa X” od 130 mm



Slika 6.20. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se niske vrijednosti upozorenja (žuto), visoke razine upozorenja (crveno) i referentne razine mogu premašiti oko tvorničkog pištolja za točkasto zavarivanje „tipa X” od 700 mm. U ovom se slučaju obrisi produžuju iza pištolja zbog polja koja stvaraju vodiči na stražnjoj strani pištolja



Tablica 6.3. – Rezultati mjerenja na kabelu između pištolja za zavarivanje „tipa X” i nadzemnog transformatora

Tip sa stezaljkom	Struja (A)	% niske vrijednosti upozorenja ¹ 10 cm od kabela
130 mm „tip X”	8 400	12

¹ Niska vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvencijama u rasponu od 25 do 300 Hz: 1 000 μ T

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ± 10 %, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča), rezultat je uzet kao izravni postotak AL-a.

6.11.3. Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje u kontekstu AL-ova

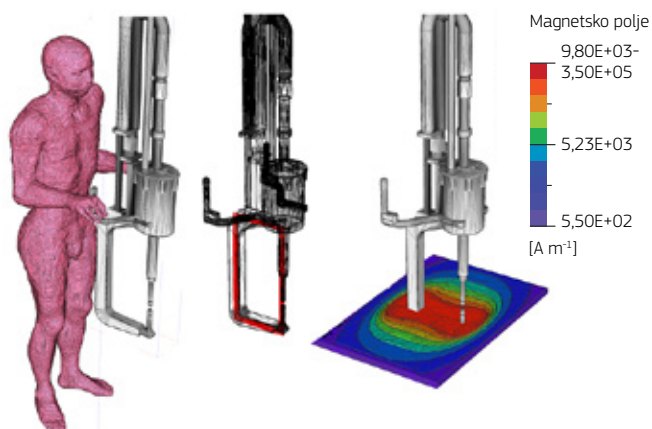
Niski AL premašen je između 37 i 147 cm od pištolja, a visoki AL premašen je između 27 i 125 cm od pištolja. Treba zamijetiti da je veličina područja koje premašuje AL-ove oko pištolja „tipa X” od 700 mm (slika 6.20.) ne samo zbog elektroda nego i vodiča na stražnjoj strani pištolja. Uz to, magnetska su polja premašila referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) do nekoliko metara od pištolja za zavarivanje (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča). Kabeli za napajanje pištolja osmišljeni su za minimiziranje izloženosti magnetskom polju i u skladu s tim, kao što se može vidjeti iz tablice 6.3., izloženost iz kabela bila je značajno ispod niskog AL-a.

6.11.4. Rezultati mjerenja tvorničkih aparata za točkasto zavarivanje u kontekstu ELV-ova

Rezultati su naznačivali da će izloženosti radnika vjerojatno premašivati relevantne AL-ove, s obzirom na to da stoje unutar 10 do 20 cm od pištolja. Međutim, iako je poslodavac prihvatio mnoge mjere opisane u odjeljku 6.10. ove studije slučaja, nije bilo moguće da se u svim slučajevima svi radnici povuku iz područja koja premašuju AL-ove. U skladu s člankom 4. stavkom 3. Direktive o elektromagnetskim poljima, izvođač je stoga proveo računalno modeliranje kako bi utvrdio premašuju li se doista relevantni ELV-ovi.

Izvođač je koristio svoja mjerenja i opažanja za stvaranje modela pištolja „tipa C” od 400 mm. Taj je model tad rabljen za izračunavanje magnetskih polja u područjima oko pištolja, uključujući one u kojima stoji radnik, koji je zatim dodan modelu. Slika 6.21. prikazuje završne modele pištolja i radnika, uz model pištolja koji prikazuje strujnu petlju (označenu crvenom bojom) koja se rabi za simuliranje proizvodnje magnetskog polja i izračunate snage magnetskog polja u odabranoj ravnini x - y .

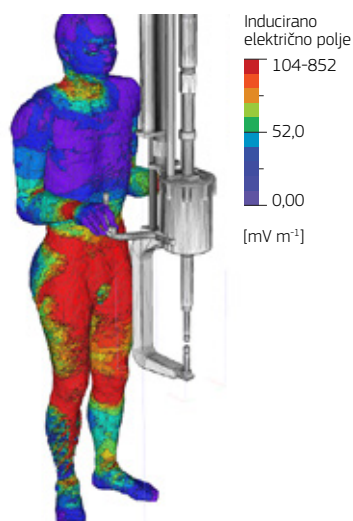
Slika 6.21. – Modeli pištolja za zavarivanje „tipa C” od 400 mm i radnik koji ga rabi (lijevo), strujna petlja (držač „C”, crvene boje) odgovorna za magnetsko polje (sredina) i magnetsko polje oko pištolja tijekom korištenja (desno)



Nakon što su pištolj i radnik modelirani, provedeni su brojučani izračuni unutarnjih strujnih polja induciranih u tijelu. Rezultati ovih izračuna, koji se temelje na tome da je tijelo udaljeno 15 cm od držača pištolja, prikazani su na slici 6.22. Crvena boja naznačuje relativno visoko električno polje, dok ljubičasto naznačuje nisku vrijednost. Može se vidjeti da se polje uglavnom apsorbira u struku i gornjem dijelu nogu operatera, koje su najbliže strujnoj petlji.

Pri udaljenosti od 15 cm, relevantni ELV-ovi nisu premašeni te su stoga provedeni daljnji izračuni za određivanje udaljenosti pri kojim se ELV-ovi ne bi premašili. Rezultati ovih daljnjih izračuna prikazani su u tablici 6.4.

Slika 6.22. – Prostorna distribucija maksimalnih induciranih električnih polja na modelu čovjeka kada je izložen magnetskim poljima koja stvara pištolj „tipa C” od 400 mm



Tablica 6.4. – Najveća snaga unutarnjeg električnog polja kao omjer relevantnog ELV-a

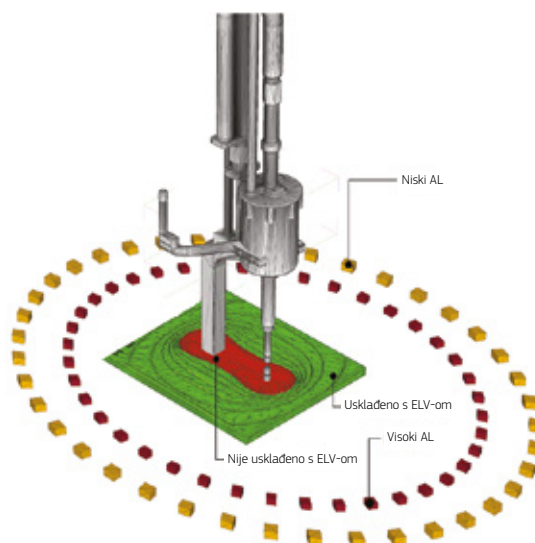
Odvajanje trupa tijela i pištolja (cm)	15	7	4
Maksimalno inducirano električno polje u središnjem živčanom sustavu (mVm^{-1})	287	611	811
Postotak ELV-ova za učinke na zdravlje (%)¹	37	79	104
Maksimalno inducirano električno polje u središnjem živčanom sustavu (mVm^{-1})	52	84	92
Postotak ELV-ova za učinke na osjetila (%)²	53	85	93

¹ ELV-ovi za učinke na zdravlje za frekvencije od 50 Hz su 778 mVm^{-1} (rms)

² ELV-ovi za učinke na osjetila za frekvencije od 50 Hz su 99 mVm^{-1} (rms)

Tablica 6.4. prikazuje da, kad radnik rukuje pištoljem 15 cm od tijela, maksimalno inducirano električno polje je 287 mVm^{-1} , koje predstavlja 37 % ELV-a za učinke na zdravlje. Za tkiva središnjeg živčanog sustava u glavi maksimalno inducirano električno polje je 52 mVm^{-1} , koje predstavlja 53 % ELV-a za učinke za osjetila. Rezultati pokazuju da se ELV-ovi za učinke na zdravlje zapravo samo premaše kad se udaljenost pištolja i tijela smanji na otprilike 4 cm. To znači da, iako su radnici izloženi magnetskim poljima koja premašuju AL-ove, unutarnja inducirana električna polja ne premašuju ELV-ove. Razlika u veličini područja koja premašuju AL-ove u usporedbi s veličinom područja u kojem bi radnik doista premašio ELV za učinke na zdravlje prikazana je na slici 6.23. u nastavku.

Slika 6.23. – Vizualni prikaz područja oko pištolja „tipa C” od 400 mm u kojem se može premašiti ELV za učinke na zdravlje (crveno područje unutar zelenog područja), zajedno s obrisima visoke i niske vrijednosti upozorenja (crvena i žuta) sa slike 6.18.



U sažetku, u ovom se slučaju doima da AL-ovi pružaju konzervativnu procjenu pretjerane izloženosti te da je situacija izloženosti zapravo u skladu s Direktivom o elektromagnetskim poljima.

7. ZAVARIVANJE

7.1. Radno mjesto

Ova studija slučaja odnosi se na radionicu za izradu metala, u kojoj se koriste aparati za elektrootporno zavarivanje.

7.2. Priroda posla

Radnici koriste aparate za točkasto zavarivanje i aparate za šavno zavarivanje kako bi zavarivali žice i lim. U radionici se nalazi nekoliko takvih aparata.

7.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

Aparati za elektrootporno zavarivanje sastoje se od dvije elektrode, koje se spajaju preko dijelova koje treba zavariti. Struja prolazi kroz elektrode i komponente, a toplinu potrebnu za zavarivanje proizvodi električni otpor komponenata. Odabiru se postavke opreme koje odgovaraju svojstvima dijelova koje treba zavariti.

7.3.1. Aparati za točkasto zavarivanje

Aparati za točkasto zavarivanje sastoje se od dvije male cilindrične elektrode koje spajaju dijelove i putem kojih se primjenjuje visoka struja da bi se napravio točkasti zavar. Ovo društvo koristi dvije vrste aparata za točkasto zavarivanje: stolne aparate za točkasto zavarivanje i prijenosne viseće aparate za zavarivanje.

Stolni aparat za točkasto zavarivanje (slika 7.1.) rutinski se koristi za zavarivanje žica za trohanter od 1,2 mm od nehrđajućeg čelika. Ovaj aparat osmišljen je za uporabu na stolu dok je operater pozicioniran ispred jedinice. Tijekom rada koristi 19 % dostupne struje (3 500 A), što iznosi 665 A i upotrebljava napajanje od 50 Hz. Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje (slika 7.2.) koristi se za zavarivanje limova. Aparat za zavarivanje sastoji se od držača za elektrode, koji se koriste kao kliješta kako bi se vrhovi elektroda spojili preko dijelova koji se zavaruju. Obično radi pri 7 000 A i koristi napajanje od 2 kHz.

Slika 7.1. – Stolni aparat za točkasto zavarivanje**Elektrode za zavarivanje****Slika 7.2. – Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje**

7.3.2. Aparat za šavno zavarivanje

Aparat za šavno zavarivanje koristi se za zavarivanje komada metala. Elektrode imaju oblik poput diska i rotiraju se dok materijal prolazi između njih, što znači da se šavni zavar stvara postepeno. Oprema obično radi pri 7 000 A i koristi napajanje od 50 kHz (slika 7.3.).

Slika 7.3. – Aparat za šavno zavarivanje prikazan sprijeda i s boka



7.4. Primjena u praksi

Operateri aparata za zavarivanje tijekom zavarivanja najčešće stoje ili sjede pored aparata, a njihove se ruke nalaze najbliže aparatima. Prilikom uporabe stolnog aparata za točkasto zavarivanje i aparata za šavno zavarivanje, operater drži materijal koji se zavaruje, što znači da bi se ruke mogle nalaziti i do 10 cm od elektroda za varenje. Prilikom uporabe prijenosnog visećeg aparata za točkasto zavarivanje, materijal koji se zavaruje pričvršćuje se, a operater zauzima stajajući položaj blizu aparata za točkasto zavarivanje kako bi ga držao na mjestu. Sva oprema za zavarivanje nalazi se u radionici zajedno s drugim strojevima i alatima koji se koriste u proizvodnji metalnih dijelova.

7.5. Pristup procjeni izloženosti

Društvo je proučilo podatke proizvođača za svaki komad opreme. U nekim priručnicima za upravljanje naznačeno je da oprema može proizvesti magnetska polja koja predstavljaju rizik za osobe s ugrađenim srčanim stimulatorima. Međutim, društvo nije moglo pronaći informacije o opsegu opasnosti (npr. na kojoj udaljenosti od opreme postoji opasnost) ili o razinama magnetskih polja u kontekstu vrijednosti upozorenja navedenih u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Za neke dijelove starije opreme društvo nije moglo pronaći podatke od proizvođača.

Oprema za zavarivanje nalazi se u radionici u koju većina radnika ima pristup i u koju mogu ući vanjski izvođači i posjetitelji. Iz tog razloga društvo je odlučilo provesti daljnje procjene rizika. U nedostatku daljnjih informacija od proizvođača opreme, društvo je imenovalo stručnog konzultanta za provedbu procjene.

Tri različite vrste aparata za elektrootporno zavarivanje odabrane su za daljnju procjenu, s obzirom na to da bi rezultati dali dobar uvid u postojeće opasnosti povezane sa sličnom opremom u radionici. Konzultant je izmjerio gustoću magnetskog toka oko opreme koristeći se instrumentom s ugrađenim elektroničkim filtrom koji je dao rezultat u postocima,

izračunat pomoću pristupa ponderirane vršne vrijednosti u vremenskoj domeni, što je omogućilo izravnu usporedbu s AL-ovima.

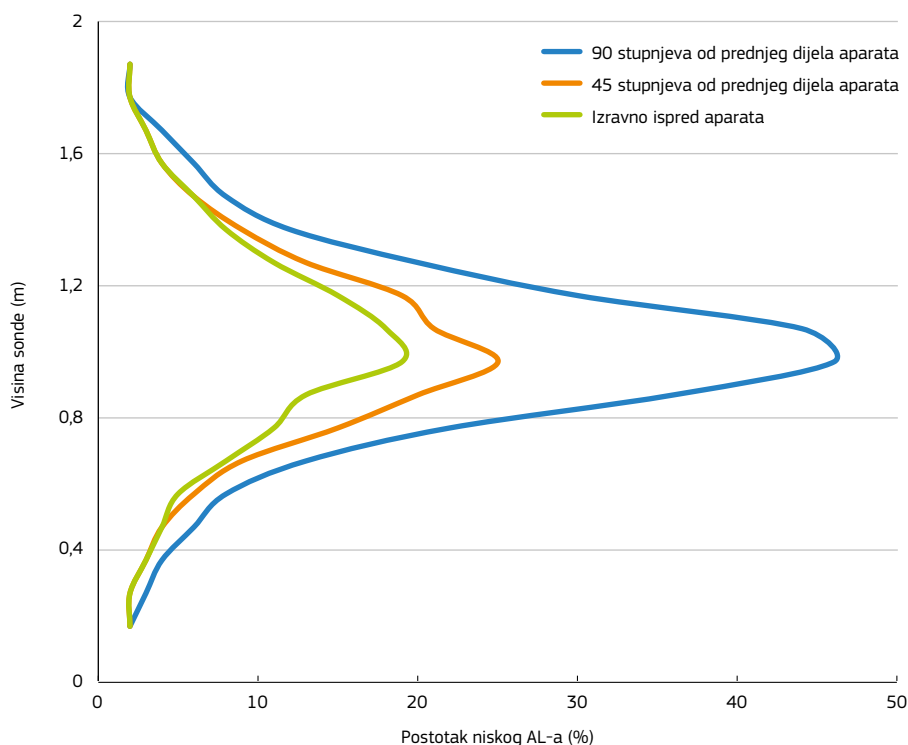
7.6. Rezultati procjene izloženosti

7.6.1. Stolni aparat za točkasto zavarivanje

Konzultant je promatrao operatera tijekom uporabe stolnog aparata za točkasto zavarivanje. Opaženo je da su glava i trup operatera ostali na udaljenosti od najmanje 30 cm od elektroda tijekom zavarivanja te da bi operater mogao zauzeti položaj s bočne strane aparata umjesto izravno ispred njega. Stoga su mjerenja provedena na tri pozicije udaljene 30 cm od elektroda; izravno ispred elektroda, 45 ° od prednje strane (s lijeve strane) elektroda, i 90 ° od prednje strane (s lijeve strane) elektroda. Mjerenja su na svakoj poziciji provedena na različitim visinama.

Utvrđeno je da gustoća magnetskog toka nije premašila 50 % niskog AL-a ni na jednoj od potencijalnih pozicija operatera (slika 7.4.).

Slika 7.4. – Gustoća magnetskog toka kao postotak niske vrijednosti upozorenja u odnosu na visinu na poziciji operatera (30 cm od elektroda)



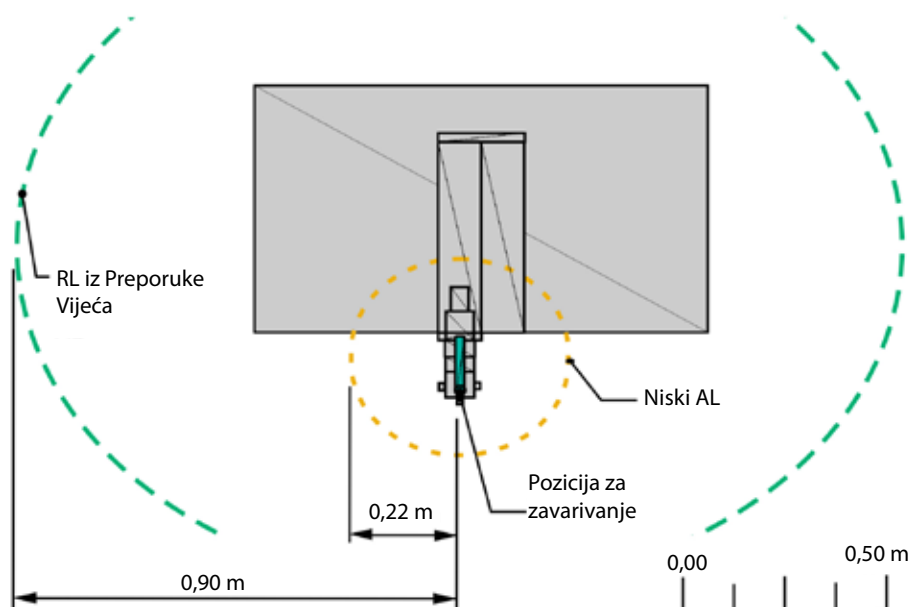
N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procijenjena je na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postoci AL-a.

Pozicija na kojoj je gustoća magnetskog toka bila jednaka niskom AL-u bila je na udaljenosti od približno 22 cm od elektroda te na visini na kojoj se elektrode spajaju. Područje na kojem se niski AL može premašiti pokazano je na slici 7.5.

Opaženo je da se ruke operatera nalaze najmanje 10 cm od elektroda tijekom zavarivanja. Na toj je poziciji gustoća magnetskog toka manja od 8 % AL-a za ekstremitete.

Konzultant je proveo mjerenja na drugim različitim pozicijama oko opreme i usporedio rezultate s referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Te razine mogu se koristiti kao opći pokazatelj izloženosti radnika koji su izloženi posebnom riziku (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča). Utvrđeno je da se referentne razine mogu premašiti do 1 m od elektroda. To područje prikazano je na slici 7.5. i označava se zelenim obrisom.

Slika 7.5. – Pogled odozgo prikazuje obrise unutar kojih se niska vrijednost upozorenja (žuto) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko stolnog aparata za točkasto zavarivanje

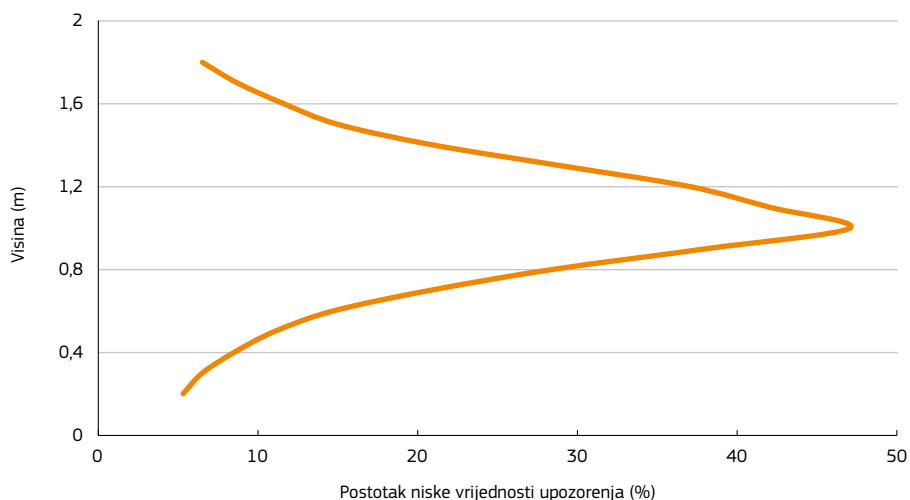


7.6.2. Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje

Operater tijekom zavarivanja drži aparat za točkasto zavarivanje na mjestu. Zbog duljine držača za elektrode (75 cm), operater stoji približno 1 m od vrhova elektroda. Mjerenja su provedena u ovoj poziciji, na različitim visinama.

Najviši rezultat mjerenja bio je na visini na kojoj se elektrode spajaju (to je tijekom ove procjene bilo 1 m od zemlje). Utvrđeno je da gustoća magnetskog toka nije premašila 50 % AL-ova ni na jednoj poziciji operatera (slika 7.6.).

Slika 7.6. – Gustoća magnetskog toka kao postotak visoke i niske vrijednosti upozorenja u odnosu na visinu kod pozicije operatera (1 m od vrha elektrode)



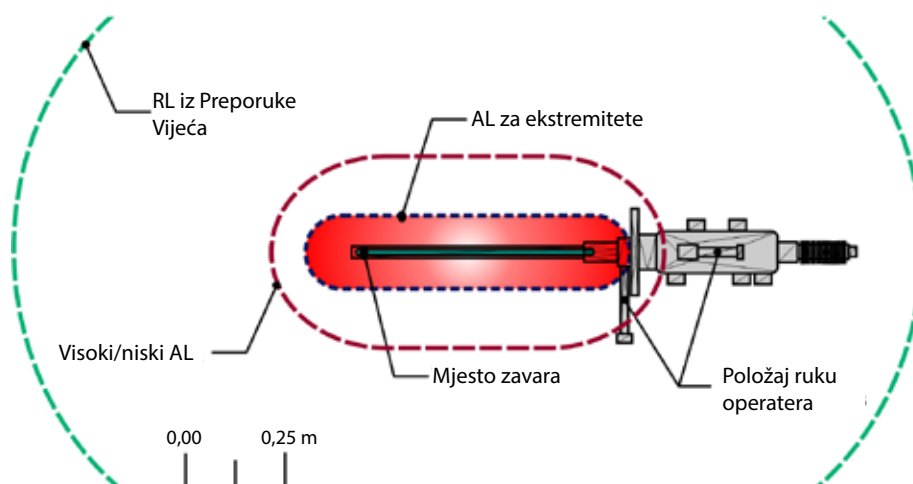
N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-ova.

Mjerenja su provedena na poziciji ruke operatera (slika 7.2.). Na ovoj je poziciji gustoća magnetskog toka bila manja od 88 % AL-a za ekstremitete.

Konzultant je proveo mjerenja na drugim različitim pozicijama oko opreme i usporedio rezultate s referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Utvrđeno je da se referentne razine mogu premašiti maksimalno do 1,3 m od opreme.

Područja na kojima AL-ovi za ekstremitete, visoki i niski AL-ovi, i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu biti premašene prikazana su na slici 7.7. i prikazana su pomoću plavih, crvenih i zelenih obrisa.

Slika 7.7. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja za ekstremitete (plavo), visoke i niske vrijednosti upozorenja (crveno) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko visećeg aparata za točkasto zavarivanje

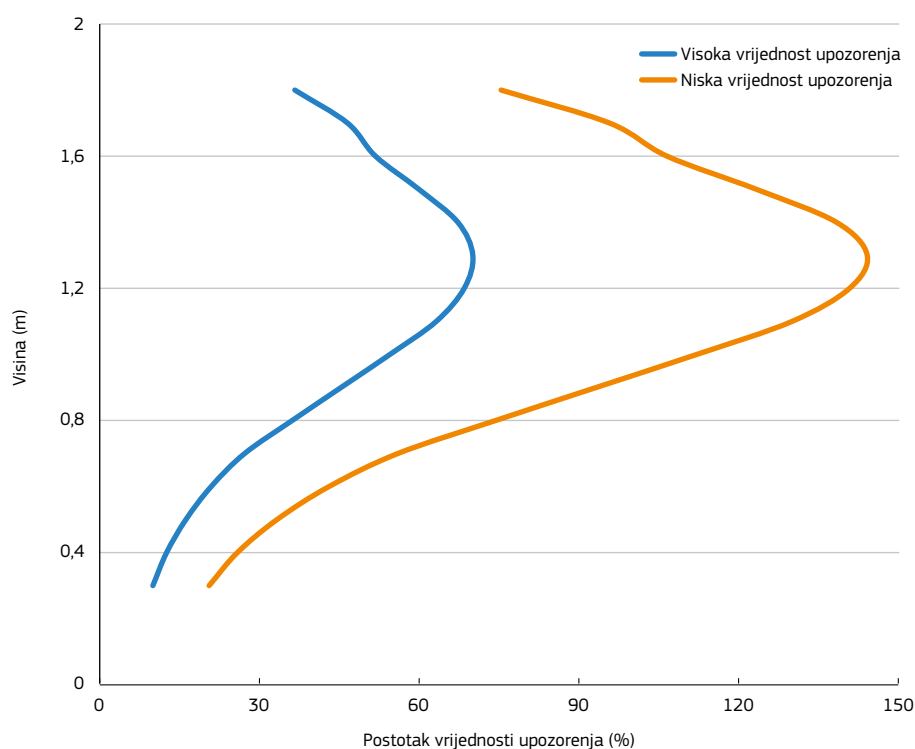


7.6.3. Aparat za šavno zavarivanje

Operater stoji s bočne strane opreme, a glava i trup operatera nalaze se najmanje 50 cm od središta elektroda tijekom zavarivanja. Mjerenja su provedena u ovoj poziciji, na različitim visinama.

Najviši rezultat mjerenja bio je na visini na kojoj se elektrode spajaju (130 cm od zemlje). Na ovoj poziciji visoki AL nije premašen, međutim izmjerena vrijednost gustoće magnetskog toka niskog AL-a iznosi približno 140 % (slika 7.8.).

Slika 7.8. - Gustoća magnetskog toka kao postotak visoke i niske vrijednosti upozorenja u odnosu na visinu na poziciji operatera (50 cm od elektroda, s bočne strane)



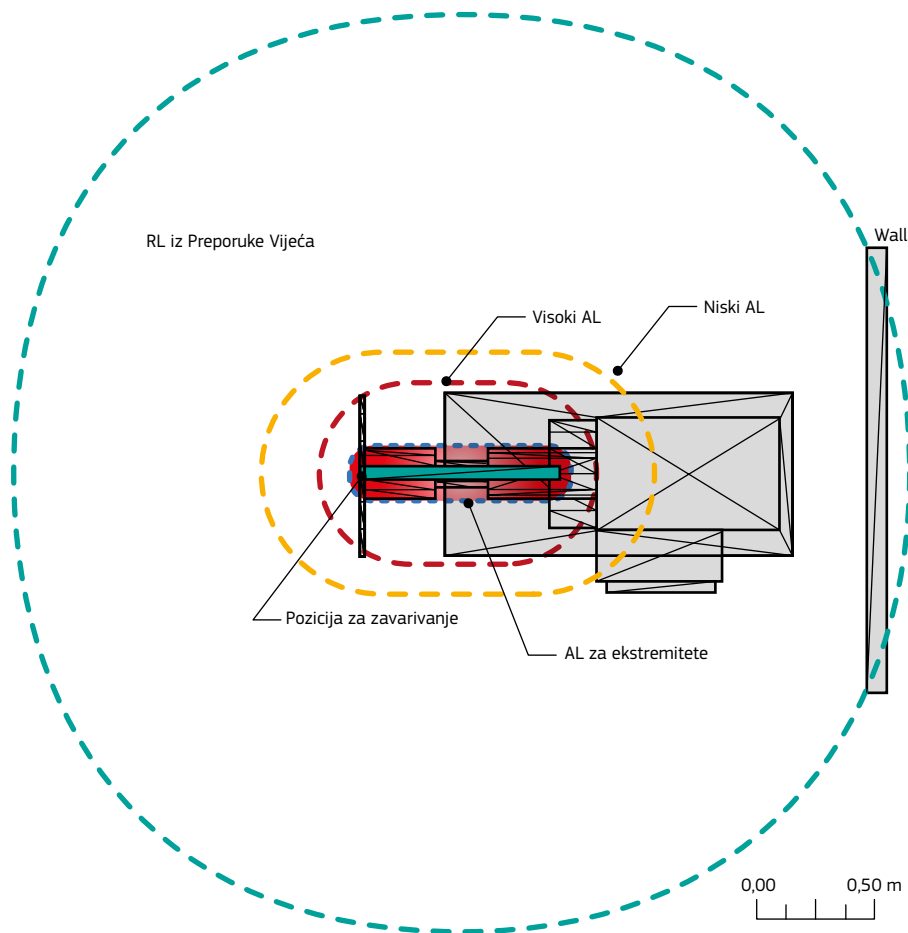
N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 10\%$, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-ova.

Mjerenja su provedena na poziciji ruke operatera koja se nalazi najbliže elektrodama (približno 10 cm od točke zavarivanja). Na ovoj je poziciji gustoća magnetskog toka bila manja od 67 % AL-a za ekstremitete. Međutim, utvrđeno je da ovaj AL može biti premašen ako se ekstremiteti nalaze iza elektroda za zavarivanje, umjesto s bočne strane.

Slično kao i kod aparata za točkasto zavarivanje, konzultant je proveo mjerenja na drugim različitim pozicijama oko opreme i usporedio rezultate s referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Utvrđeno je da se referentne razine mogu premašiti do 2,45 m od elektroda.

Područja na kojima AL-ovi za ekstremitete i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu biti premašeni prikazani su na slici 7.9.

Slika 7.9. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednosti upozorenja za ekstremitete (plavo), visoke vrijednosti upozorenja (crveno), niske vrijednosti upozorenja (žuto) i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (zeleno) mogu premašiti oko aparata za šavno zavarivanje



7.7. Procjena rizika

Poduzeće je provelo procjene rizika od elektromagnetskih polja za svoju zavarivačku opremu na temelju proučavanja priručnika za upravljanje i mjerenja koja je proveo konzultant (tablice 7.1., 7.2. i 7.3.). One su bile u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjene rizika doneseni su zaključci:

- na tipičnoj poziciji operatera visoki AL i AL za ekstremitete neće se premašiti;
- niski AL može se premašiti na poziciji operatera prilikom rada na aparatu za šavno zavarivanje;
- referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti oko svakog aparata za zavarivanje.

Društvo je razvilo i dokumentiralo akcijski plan iz procjene rizika.

Tablica 7.1. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za stolni aparat za točkasto zavarivanje

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
<p>Izravni učinci elektromagnetskih polja:</p> <p>Niska vrijednost upozorenja može se premašiti do 22 cm udaljenosti od elektroda</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1 m udaljenosti od elektroda</p>	<p>Tipična pozicija operatera udaljena je više od 30 cm od elektroda, što znači da se niska vrijednost upozorenja neće premašiti na poziciji operatera</p>	<p>Operateri</p> <p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)</p>	✓				✓		<p>Nizak</p> <p>Informacije i obuka pružit će se operaterima i drugim osobama koje rade u radionici</p> <p>Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na uređajima</p> <p>Linija razgraničenja mora se nacrtati na podu radi utvrđivanja područja na kojem se referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti</p> <p>Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>	
<p>Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju):</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1 m udaljenosti od elektroda</p>	<p>Ne postoje</p>	<p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku</p>	✓				✓		<p>Nizak</p> <p>Informacije u vezi s tom opasnosti treba pružiti svim radnicima</p> <p>Upozorenja se moraju navesti u informacijama o sigurnosti lokacije</p> <p>Obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na uređajima</p> <p>Radnicima s ugrađenim AIMD-ovima zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>	

Tablica 7.2. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost		Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće		
<p>Izravni učinci elektromagnetskih polja:</p> <p>Niske i visoke vrijednosti upozorenja mogu se premašiti do 33 cm udaljenosti od držača elektroda</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1,3 m udaljenosti od opreme</p>	<p>Nijedna. Međutim, područje u kojemu su visoke i niske vrijednosti upozorenja premašene lokalizirano je</p>	<p>Operateri</p> <p>Drugi radnici</p> <p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)</p>	✓				✓	Nizak	<p>Informacije i obuka pružit će se operaterima i drugim osobama koje rade u radionici</p> <p>Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na uređajima.</p> <p>Linija razgraničenja mora se nacrtati na podu radi utvrđivanja područja na kojem se referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti</p> <p>Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>
<p>Neizravni učinci elektromagnetskih polja (učinci na AIMD-ove):</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 1,3 m udaljenosti od elektroda</p>	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓	Nizak	<p>Informacije u vezi s tom opasnosti treba pružiti svim radnicima</p> <p>Upozorenja se moraju navesti u informacijama o sigurnosti lokacije</p> <p>Obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na uređajima</p> <p>Radnicima s ugrađenim AIMD-ovima zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>

Tablica 7.3. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za aparat za šavno zavarivanje

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Nove preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
<p>Izravni učinci elektromagnetskih polja:</p> <p>Niski AL premašen je na poziciji operatera</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 2,45 m udaljenosti od elektroda</p>	Ne postoje	<p>Operateri</p> <p>Drugi radnici</p> <p>Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)</p>	✓					✓	<p>Nizak</p> <p>Informacije i obuka pružit će se operaterima i drugim radnicima, osobito po pitanju potencijalnih učinaka na osjetila i nužnosti prijavljivanja takvih doživljaja</p> <p>Obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na opremi</p> <p>Linija razgraničenja mora se nacrtati na podu radi utvrđivanja područja na kojem se referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti</p> <p>Trudnim radnicama zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>	
<p>Neizravni učinci elektromagnetskih polja (učinci na AIMD-ove):</p> <p>Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu se premašiti do 2,45 m udaljenosti od elektroda</p>	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku	✓				✓		<p>Nizak</p> <p>Informacije u vezi s tom opasnosti treba pružiti svim radnicima</p> <p>Upozorenja se moraju navesti u informacijama o sigurnosti lokacije</p> <p>Obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na uređajima</p> <p>Radnicima s ugrađenim AIMD-ovima zabranjuje se korištenje uređaja i prelaženje linije razgraničenja kada se uređaji koriste</p>	

7.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Prije procjene temeljene na mjerenju koju je proveo konzultant nisu postojale konkretne mjere opreza za ograničavanje izloženosti elektromagnetskim poljima.

7.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Kao rezultat procjene temeljene na mjerenju te nakon procjene opasnosti povezanih s opremom, društvo je razvilo akcijski plan i odlučilo:

- pružiti informacije radnicima o opasnosti od elektromagnetskog polja koja je povezana s opremom za zavarivanje;
- nacrtati linije razgraničenja na podu oko opreme radi označavanja gdje se referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti;
- zabraniti trudnim radnicama i radnicima s ugrađenim AIMD-ovima korištenje uređaja za zavarivanje i prelaženje linija razgraničenja;
- postaviti obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja, kao i obavijesti zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (slika 7.10.) na opremu za zavarivanje;
- primjerenim programima ulaska na lokaciju i komunikacijom s izvođačima osigurati da su osobe koje ulaze u radionice svjesne rizika.

Slika 7.10. – Primjeri obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja i primjer simbola zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima



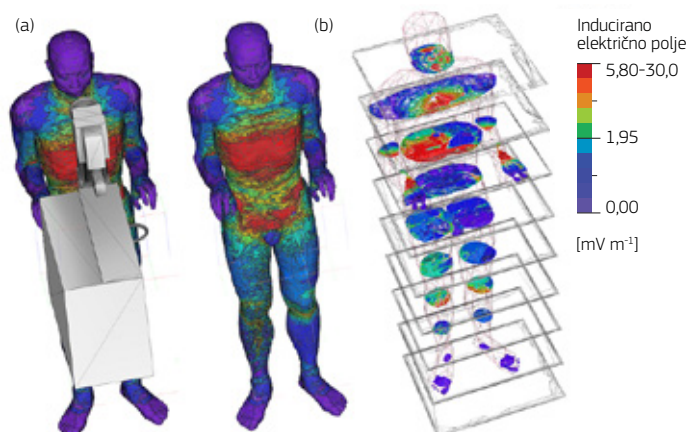
7.10. Upućivanje na izvore za dodatne informacije

Računalno modeliranje temeljeno na rezultatima mjerenja oko sva tri stroja za zavarivanje potvrđuje da su inducirana električna polja usklađena s ELV-ovima.

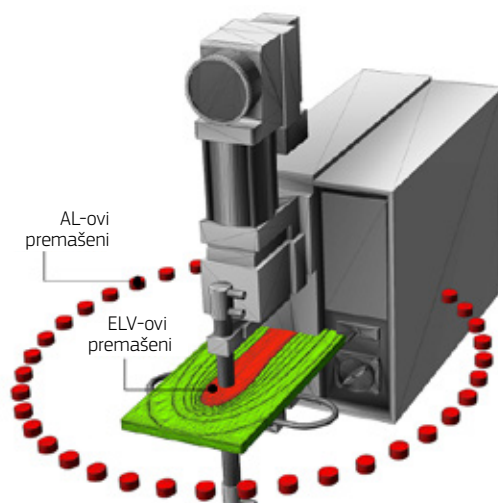
7.10.1. Stolni aparat za točkasto zavarivanje

Za stolni aparat za točkasto zavarivanje jest otkriveno da je izlaganje operatera manje od 1 % ELV-a (slika 7.11.). ELV se može premašiti samo ako se tijelo nalazi unutar razmaka između elektroda i kućišta aparata, ili manje od centimetra od samih elektroda dok je jedinica uključena (slika 7.12.).

Slika 7.11. – Distribucija inducirano električnog polja u modelu čovjeka s trupom 20 cm udaljenim od elektroda s rukama na udaljenosti od otprilike 8 cm. Slika također prikazuje prostornu distribuciju maksimalnih unutarnjih električnih polja induciranih u operateru od izlaganja aparatu za točkasto zavarivanje (a) na površini tijela i (b) u raznim vodoravnim slojevima unutar tijela



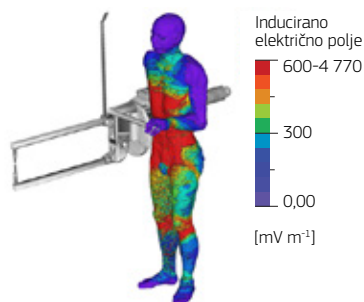
Slika 7.12. – Obrisi oko stolnog aparata za točkasto zavarivanje koji prikazuju područja u kojima bi ELV za učinke na zdravlje mogao biti premašen (crveno područje). Također su prikazana i područja gdje ELV za učinke na zdravlje nije premašen (zeleno područje i dalje) te područje u kojem bi niska vrijednost upozorenja mogla biti premašena (crveni krugovi)



7.10.2. Prijenosni viseći aparat za točkasto zavarivanje

Za prienosni viseći aparat za točkasto zavarivanje utvrđeno je da AL-ovi nisu premašeni na poziciji operatera. Međutim, distribucija induciranoeg električnog polja prikazana je na slici 7.13.

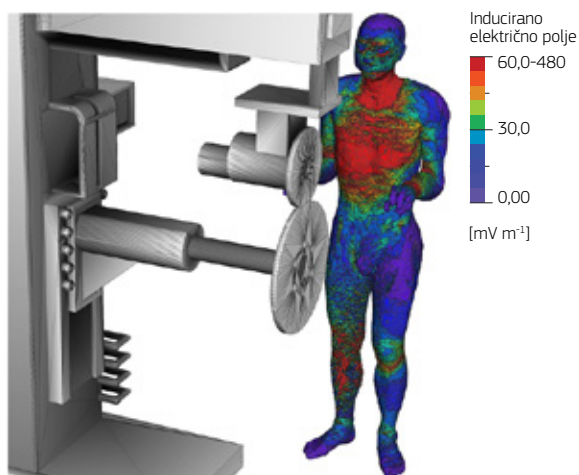
Slika 7.13. – Prostorna distribucija maksimalnih induciranih električnih polja na modelu čovjeka kada je izložen prienosnom visećem aparatu za točkasto zavarivanje



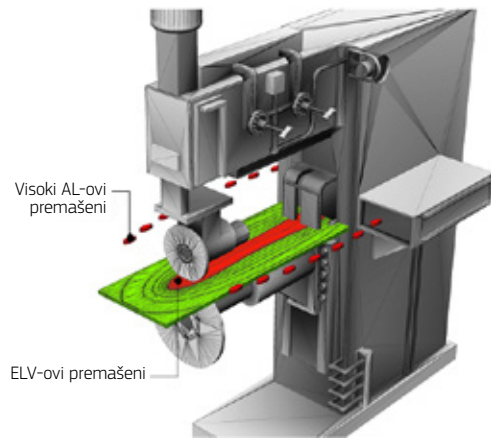
7.10.3. Aparat za šavno zavarivanje

Niski AL premašen je na poziciji operatera. Međutim, računalno modeliranje pokazuje da je izloženost na poziciji operatera manja od 50 % ELV-a. Distribucija induciranoeg električnog polja prikazana je na slici 7.14. Otkriveno je da se ELV-ovi mogu premašiti samo ako se tijelo nalazi unutar razmaka između elektroda i kućišta aparata, ili manje od 5 centimetara od samih elektroda u obliku koluta dok je jedinica uključena. To područje prikazano je na slici 7.15.

Slika 7.14. – Prostorna distribucija maksimalnih induciranih električnih polja u modelu čovjeka od izlaganja aparatu za šavno zavarivanje



Slika 7.15. – Obris oko aparata za šavno zavarivanje koji prikazuju područja u kojima bi ELV za učinke na zdravlje mogao biti premašen (crveno područje). Također su prikazana i područja gdje ELV za učinke na zdravlje nije premašen (zeleno područje i dalje) te područje u kojem bi visoka vrijednost upozorenja mogla biti premašena (crvene crtice)



8. METALURŠKA PROIZVODNJA

Izvori elektromagnetskih polja u ovoj studiji slučaja uključuju:

- indukcijske peći,
- lučne peći,
- analizator ugljika i sumpora s ugrađenom malom peći.

8.1. Radno mjesto

Izvori elektromagnetskih polja bili su u uporabi na nekoliko različitih radnih mjesta u tvornici koja je proizvodila posebne metale i slitine za niz industrija. Radna mjesta od interesa bila su:

- postrojenje za proizvodnju malih količina slitina,
- postrojenje za proizvodnju ferotitanija,
- veliko postrojenje za električno taljenje,
- postrojenje s lučnom peći,
- laboratorij za analitičke usluge.

8.2. Priroda posla

Metali i slitine proizvodili su se iz sirovina u nekoliko područja oko tvornice, a društvo je također provodilo analitičko testiranje u laboratoriju.

Većina posla koji je bio predmet ove studije slučaja uključivala je ručno punjenje peći, a to se, ovisno o opremi, često obavljalo dok je bila uključena.

Svako održavanje i popravak opreme obavljao se samo kada je bila isključena, zbog drugih opasnosti poput strujnog udara, opekline, udaraca od strojeva u pokretu itd.

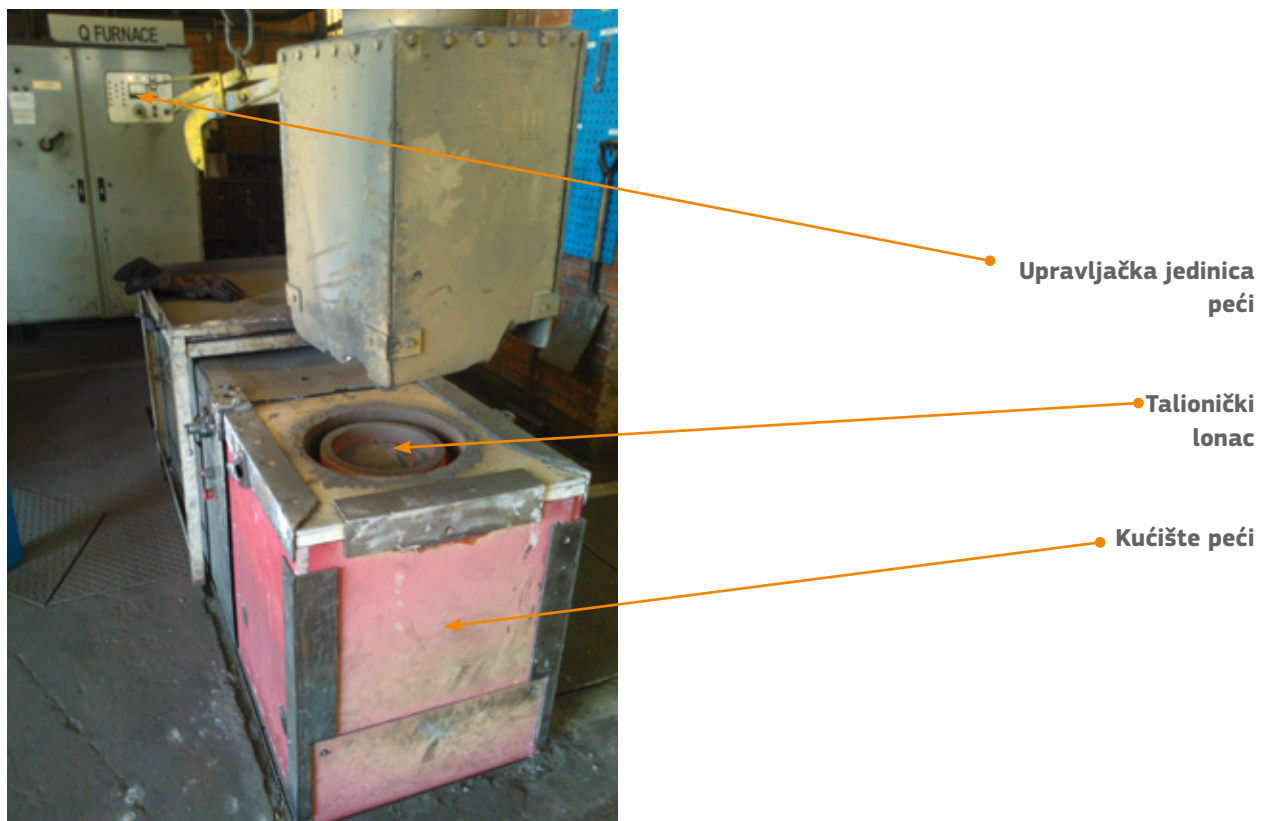
8.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja i načinu uporabe

8.3.1. Postrojenje za proizvodnju malih količina slitina

Ovo postrojenje proizvodilo je slitine u maloj indukcijskoj peći (promjera približno 30 cm). Indukcijska peć radila je na frekvencijama između 2,4 i 2,6 kHz te na snazi između 60 i 160 kW. Peć je prikazana na slici 8.1., a način rada opisan je niže:

- talionički lonac koji sadrži do 45 kg sirovine stavlja se u peć;
- operater postavlja snagu na 60 kW i uključuje peć, koja radi na frekvenciji od 2,42 kHz;
- snaga se automatski povećava na 160 kW tijekom približno 25 minuta;
- frekvencija se također povećava na 2,6 kHz tijekom tog vremena;
- nakon približno 25 minuta, operater smanjuje snagu na 80 kW;
- nakon dodatnih pet minuta operater isključuje peć i uklanja talionički lonac.

Slika 8.1. – Indukcijska peć u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina



8.3.2. Postrojenje za proizvodnju ferotitanija

U ovom postrojenju postojale su dvije indukcijske peći kapaciteta 1,5 tona, koje je napajala jedna upravljačka jedinica s varijabilnom snagom indukcije. Peći su radile na frekvencijama između 217 i 232 Hz te na snazi od 600 kW. Talionički lonci punjeni su ručno, obično dok su peći bile uključene.

8.3.3. Veliko postrojenje za električno taljenje

U ovom postrojenju postojalo je 10 indukcijskih peći, a svaka je imala kapacitet od 1,5 tona te je radila na frekvenciji od 50 Hz. Indukcijske zavojnice bile su sastavni dio talioničkih lonaca kako bi mogle dovesti električnu energiju i održavati metal rastaljenim dok se lijeva.

Talionički lonci bili su postavljeni u uzdignutu platformu tako da su im poklopci bili u ravnini s platformom, a operateri su ih obično punili ručno s platforme tijekom postupka taljenja. Na kraju postupka taljenja talionički lonci su se nagnjali i rastaljeni metal se lijevao.

Peći su radile na snazi u rasponu između 70 i 1 300 kW. Električna energija koju su peći koristile mijenjala se tijekom postupka taljenja tako da se smanjivala prema kraju, jer je bilo potrebno manje energije da bi se metal zadržao u rastaljenom stanju nakon što se u potpunosti rastalio.

Električna energija do peći se dovodila iz transformatora koji su se nalazili u podrumima ispod peći. Transformatori i sabirnice nalazili su se u kavezima, a pristup je bio ograničen pomoću sustava međusobno povezanog zaključavanja. Upravljačke jedinice s varijabilnom snagom indukcije nalazile su se u upravljačkim prostorijama na platformi peći.

8.3.4. Postrojenje s lučnom peći

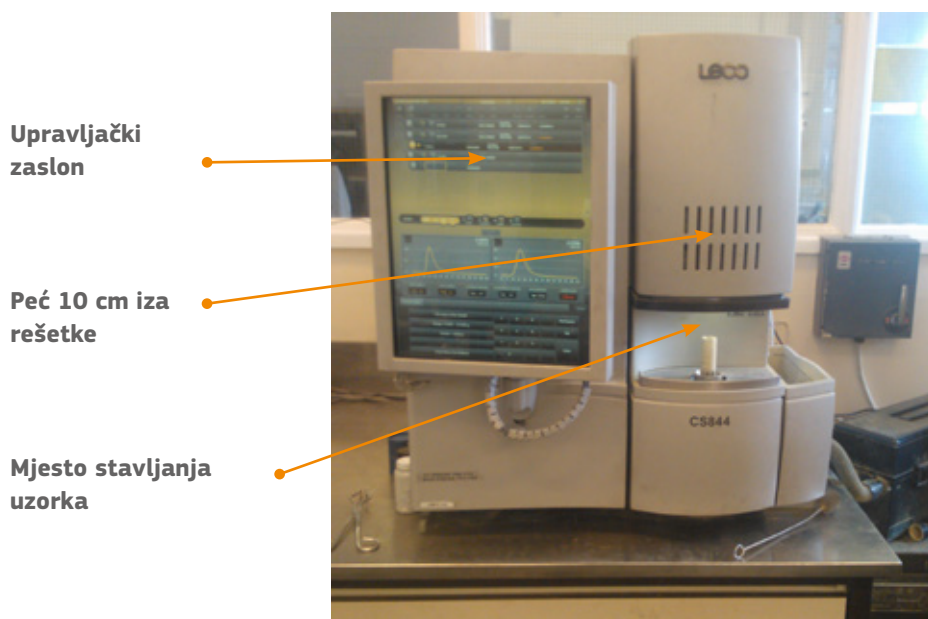
U ovom postrojenju postojale su dvije lučne peći koje su proizvodile niklov borid i kromov borid, a svaka je radila na frekvenciji od 50 Hz. Peći su bile prolazne vrste, a proizvodile su oko 1 tone proizvoda po seriji. Punjene su ručno, a njima se upravljalo iz upravljačke prostorije.

Radile su na snazi između 500 i 1 000 kW. Transformatori i sabirnice koji su dovodili energiju do peći nalazili su se u kavezima, a pristup je bio ograničen pomoću sustava međusobno povezanog zaključavanja.

8.3.5. Laboratorij za analitičke usluge

U laboratoriju je korišten stolni analizator za ugljik i sumpor. U analizator je bila ugrađena mala peć snage 2,2 kW koja je radila na frekvenciji od 18 MHz. Uzorci koje je operater stavljao u peć podizani su u središte zavojnice peći, koja se nalazila unutar analizatora, približno 10 cm u kućištu. Peć se zatim palila na približno jednu minutu koliko je trajala analiza. Operater je zatim spuštao i vadio uzorak iz peći. Cijeli postupak, od stavljanja uzorka do vađenja, obavljan je automatski, a operater nije morao stajati blizu analizatora dok je bio uključen. Analizator je prikazan na slici 8.2.

Slika 8.2. – Analizator ugljika i sumpora u laboratoriju za analitičke usluge



8.4. Rezultati procjene izloženosti

Mjerenja izloženosti proveo je stručni konzultant koristeći se specijaliziranom instrumentacijom. Zbog veličine lokacije i brojnih radnih područja u kojima bi se mogla pojaviti elektromagnetska polja, početni pregled obavljen je kako bi se utvrdila sva područja u kojima bi vrijednosti upozorenja (AL-ovi) mogle biti premašene. Ta su područja zatim ponovno posjećena i provedena su dodatna detaljnija mjerenja kako bi se mogao pripremiti akcijski plan. Sva mjerenja provedena su na mjestima koja su radnicima pristupačna za vrijeme rada opreme.

Mjerenja su bila usredotočena na magnetska polja koja proizvodi oprema, jer su ona vjerojatno najviše utjecala na izloženost radnika.

Prilikom procjene izloženosti radnika koji su izloženi posebnom riziku, usporedba je provedena s pomoću referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

8.4.1. Postrojenje za proizvodnju malih količina slitina

Mjerenja su provedena na raznim mjestima oko postrojenja tijekom postupka taljenja. Mjesta na kojima su provedena mjerenja uključivala su:

- blizu peći,
- blizu upravljačke jedinice,
- blizu kabela koji napajaju upravljačku jedinicu,
- blizu kabela koji idu od upravljačke jedinice do peći,
- u kabini operatera.

8.4.2. Postrojenje za proizvodnju ferotitanija

Mjerenja su provedena na raznim mjestima oko postrojenja tijekom postupka taljenja. Mjesta na kojima su provedena mjerenja uključivala su:

- blizu peći,
- blizu upravljačke jedinice s varijabilnom snagom indukcije,
- blizu kabela koji napajaju upravljačku jedinicu,
- blizu kabela koji idu od upravljačke jedinice do peći,
- na stolu operatera.

8.4.3. Veliko postrojenje za električno taljenje

Mjerenja su provedena na brojnim mjestima oko postrojenja dok su peći bile uključene. Mjesta na kojima su provedena mjerenja uključivala su:

- pozicije operatera prilikom punjenja peći s platforme,
- pozicije operatera prilikom upravljanja mehanizmima za naginjanje talioničkog lonca,
- blizu talioničkog lonca tijekom naginjanja,
- upravljačke prostorije,

- blizu upravljačkih jedinica s varijabilnom snagom indukcije,
- blizu kabela koji napajaju upravljačke jedinice,
- blizu kabela koji idu od upravljačkih jedinica do peći,
- s vanjske strane kaveza u podrumima s transformatorima,
- ispod sabirnica na najbližim mjestima pristupa.

8.4.4. Postrojenje s lučnom peći

Mjerenja su provedena na brojnim mjestima oko postrojenja dok su peći bile uključene. Mjesta na kojima su provedena mjerenja uključivala su:

- pozicije operatera prilikom punjenja peći,
- upravljačke prostorije,
- blizu upravljačkih jedinica,
- najbliža mjesta pristupa oko podnožja peći,
- ispod sabirnica na najbližim mjestima pristupa,
- oko kaveza s transformatorima,
- staze oko peći.

8.4.5. Laboratorij za analitičke usluge

Mjerenja su provedena oko analizatora dok je peć bila uključena. Posebna pozornost obraćena je na područje oko peći i područje gdje je operater stajao dok se obavljala analiza.

8.5. Rezultati procjene izloženosti

8.5.1. Početna procjena izloženosti

Rezultati mjerenja izloženosti uspoređeni su s visokim i niskim AL-ovima i referentnim razinama navedenim u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Ako su rezultati premašivali AL-ove u bilo kojem radnom području, provedeno je dodatno mjerenje da bi se utvrdila udaljenost na kojoj je gustoća magnetskog toka jednaka 100 % AL-a, kako bi se mogla donijeti odluka o provođenju detaljnije procjene na temelju vjerojatnosti popunjenosti područja u kojemu je AL premašen. Značajni rezultati početne procjene izloženosti sažeti su u tablici 8.1.

Tablica 8.1. – Sažetak značajnih rezultata početne procjene izloženosti

Radno područje	Oprema	Područja najveće izloženosti i mjesto granice vrijednosti upozorenja (ako je važeća)	Postotak izloženosti		
			Niska vrijednost upozorenja	Visoka vrijednost upozorenja	Referentna razina iz 1999/519/EZ
Postrojenje za proizvodnju malih količina slitina	Indukcijska peć (2,42 do 2,6 kHz)	50 cm od ruba kućišta peći	190 % ¹	190 % ¹	3 500 % ²
		80 cm od ruba kućišta peći	100 % ¹	100 % ¹	1 800 % ²
Postrojenje za proizvodnju ferotitanija	Dvije indukcijske peći (217 do 232 Hz)	Položaj trupa prilikom stajanja blizu upravljačke jedinice s varijabilnom snagom indukcije	7,8 % ³	6,0 % ⁴	360 % ⁵
Veliko postrojenje za električno taljenje	10 indukcijskih peći (50 Hz)	30 cm od kabela talioničkog lonca tijekom naginjanja	40 % ³	6,7 % ⁶	400 % ⁷
Postrojenje s lučnom peći	Dvije lučne peći (50 Hz)	Položaj trupa prilikom stajanja na najbližem mjestu pristupa podnožju peći	70 % ³	12 % ⁶	700 % ⁷
Laboratorij za analitičke usluge	Analizator ugljika i sumpora s ugrađenom RF peći (18 MHz)	20 cm od površine kućišta analizatora		110 % ⁸	230 % ⁹
		22 cm od površine kućišta analizatora		100 % ⁸	220 % ⁹

¹ Visoke i niske vrijednosti upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 2,6 kHz: 115 μ T

² Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za frekvenciju od 2,6 kHz: 6,25 μ T

³ Niska vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvencijama u rasponu od 25 do 300 Hz: 1 000 μ T

⁴ Visoka vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 230 Hz: 1 300 μ T

⁵ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za frekvenciju od 230 Hz: 21,7 μ T

⁶ Visoka vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 50 Hz: 6 000 mT

⁷ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za frekvenciju od 50 Hz: 100 μ T

⁸ Vrijednost upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvencijama u rasponu od 10 do 400 MHz: 0,2 μ T

⁹ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za frekvencije u rasponu od 10 do 400 MHz: 0,092 μ T

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ± 10 %, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-ova.

Rezultati početne procjene izloženosti društvu su pružili sljedeće informacije:

- visoki i niski AL-ovi bili su premašeni na udaljenosti do 80 cm od indukcijske peći u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina, a to je područje radnicima bilo lako pristupačno tijekom postupka taljenja;
- AL je premašen na udaljenosti do 22 cm od analizatora ugljika i sumpora u laboratoriju za analitičke usluge, a radnici nisu bili u tom području niti jednim dijelom tijela dok je peć bila uključena;
- referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene su na pristupačnim mjestima u svim procijenjenim radnim područjima.

Za analizator ugljika i sumpora, područje u kojem je AL premašen bilo je malo te je način rada analizatora osiguravao da je malo vjerojatno da će radnici biti izloženi električnim i magnetskim poljima koja premašuju AL-ove.

Na temelju rezultata početne procjene izloženosti, konzultant je proveo detaljniju procjenu indukcijske peći u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina.

8.5.2. Detaljna procjena izloženosti za indukcijsku peć u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina

Konzultant je proveo procjenu izloženosti, koja je uključivala promatranje načina na koji se upravlja peći, kako bi se moglo naći praktično rješenje za problem.

Provedeno je nekoliko mjerenja gustoće magnetskog toka na raznim mjestima oko peći. Rezultati tih mjerenja omogućili su utvrđivanje obrisa AL-ova i referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ). Također su napravljene i oznake na podu koje označavaju doseg područja u kojemu su AL-ovi premašeni (slika 8.3.). Značajni rezultati detaljne procjene izloženosti sažeti su u tablici 8.2. Tehnički crtež peći, koji prikazuje obrise AL-ova i referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ), prikazan je na slici 8.4.

Tablica 8.2. – Sažetak značajnih rezultata detaljne procjene izloženosti za indukcijsku peć u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina

Lokacija mjerenja	Postotak izloženosti		
	Visoke i niske vrijednosti upozorenja ¹	Vrijednost upozorenja za ekstremitete ²	Referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) ³
45 cm od ruba kućišta peći (udaljenost do vrijednosti upozorenja za ekstremitete)	300 %	100 %	5 500 %
80 cm od ruba kućišta peći (udaljenost do vrijednosti upozorenja za ekstremitete)	100 %	33 %	1 800 %
300 cm od ruba kućišta peći (udaljenost do referentne razine iz 1999/519/EZ)	5,4 %	1,8 %	100 %
Položaj trupa prilikom stajanja na upravljačkoj jedinici	3,5 %	1,2 %	64 %
450 cm od ruba kućišta peći (položaj trupa prilikom stajanja u kabini operatera)	2,0 %	0,67 %	37 %

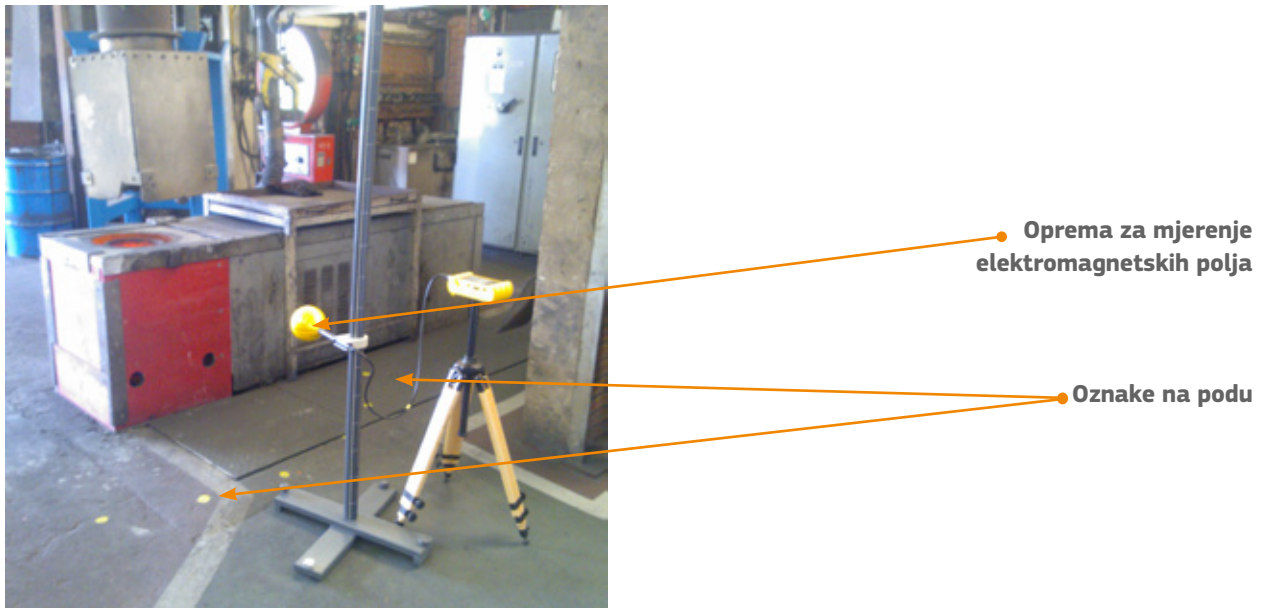
¹ Visoke i niske vrijednosti upozorenja gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 2,6 kHz: 115 μ T

² Vrijednost upozorenja za ekstremitete gustoće magnetskog toka pri frekvenciji od 2,6 kHz: 346 μ T

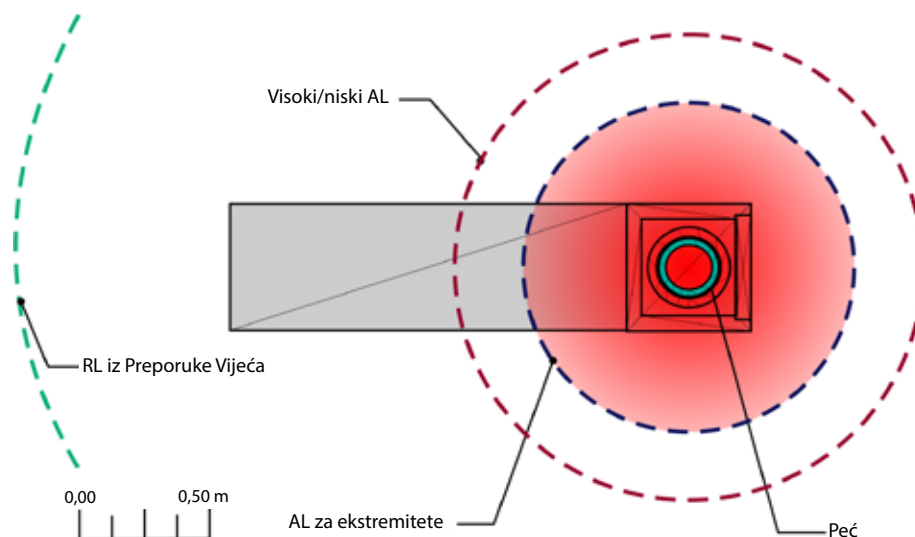
³ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za frekvenciju od 2,6 kHz: 6,25 μ T

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ± 10 %, a rezultati su u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) uzeti kao izravni postotci AL-ova.

Slika 8.3. – Oznake na podu koje označavaju doseg područja u kojemu su visoke i niske vrijednosti upozorenja premašene



Slika 8.4. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih se vrijednost upozorenja i referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) mogu premašiti oko induksijske peći u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina



Obrisi prikazani na slici 8.4. u obliku su krugova centriranih na sredini peći. Opaženo je da operator nije morao ući u područje unutar obrisa visokih i niskih AL-ova kada je peć bila uključena s obzirom na to da su svi zadaci koji uključuju ulazak u to područje (stavljanje talioničkog lonca u peć prije postupka taljenja i vađenje nakon završetka postupka) obavljani kada je peć bila isključena (slika 8.5.). To je pokazalo da je zabrana pristupa području najbolji način ograničavanja izloženosti jakim magnetskim poljima. Međutim, zabilježeno je da postavljanje ograda oko peći nije bilo izvedivo jer bi to predstavljalo prepreku i povećalo rizik od ozbiljnijih nesreća prilikom upravljanja talioničkim loncima.

Slika 8.5 – Zadaci koji uključuju blizak pristup peći obavljani su kada je peć bila isključena



8.6. Procjena rizika

Na temelju procjene izloženosti koju je proveo konzultant, društvo je izvršilo procjenu rizika od elektromagnetskih polja na lokaciji po pitanju elektromagnetskih polja. Ovo je bilo u skladu s metodologijom koju predlaže OiRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjene rizika doneseni su zaključci:

- radnici izloženi posebnom riziku mogu se naći u opasnosti na bilo kojem području rada na lokaciji,
- radnici, uključujući one izložene posebnom riziku, imali su neograničen pristup području na kojem su AL-ovi premašeni u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina.

Društvo je razvilo akcijski plan iz procjene rizika i to je dokumentirano.

Primjer procjene rizika elektromagnetskih polja za lokaciju prikazan je u tablici 8.3.

Tablica 8.3. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za postrojenje za metaluršku proizvodnju

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci magnetskog polja	Ne postoje	Radnici u postrojenju za proizvodnju malih količina slitina	✓					✓	Srednji	Spriječiti pristup području gdje su vrijednosti upozorenja premašene Istaknuti primjerene obavijesti upozorenja u radnom području gdje su vrijednosti upozorenja premašene
		Radnici u drugim procijenjenim područjima	✓				✓		Nizak	Navesti specifična upozorenja u sigurnosnoj obuci za postrojenje za radnike
		Posjetitelji	✓					✓	Nizak	Istaknuti primjerene obavijesti upozorenja za osobe s ugrađenim medicinskim proizvodima na mjestima pristupa radnim područjima
		Radnici izloženi posebnom riziku (uključujući trudne radnice)		✓					✓	Srednji
Neizravni učinci magnetskog polja (interferencija s medicinskim implantatima)	Ne postoje	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓				✓	Srednji	Vidjeti gore

8.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Pristup transformatorima i sabirnicama koje su povezane s opremom ograničen je zbog rizika od električnog šoka, što bi također uvjetovalo ograničavanje pristupa potencijalno jakim magnetskim poljima, ali nisu postojale mjere opreza specifično povezane s izloženosti elektromagnetskom polju prije nego je konzultant proveo procjenu izlaganja.

Jedno značajno zapažanje jest da se AL-ovi nisu premašili u područjima koja su obično pristupačna oko velikih peći za proizvodnju ili njihovih upravljačkih jedinica, unatoč značajno većim snagama koje su prisutne. Ovo je vjerojatno bilo rezultat fizičke veličine opreme koja je onemogućavala pristup potencijalno snažnim magnetskim poljima. Otkriveno je da se područja u kojima se AL-ovi mogu premašiti nalaze oko manje opreme zato što je njima moguć bliži pristup.

8.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Na temelju rezultata procjene izloženosti poduzeće je uvelo preventivne mjere i mjere zaštite u svrhu osiguranja da radnici, uključujući one koji su izloženi posebnom riziku, neće biti izloženi razinama elektromagnetskih polja koje mogu biti štetne. Neke su dodatne mjere opreza uspostavljene odmah nakon prve procjene izloženosti. Mjere uključuju:

- osobama s ugrađenim medicinskim implantatima zabranio se ulazak u radna područja;
- uvodni film društva za zdravlje i sigurnost ažuriran je i sada sadrži upozorenje o prisutnosti jakih magnetskih polja i upozorenje osobama kojima su ugrađeni medicinski implantati;
- obavijesti upozorenja koje sadržavaju piktograme „magnetsko polje” i „zabranjen pristup s medicinskim implantatima”, uz primjeren tekst (slika 8.6.), istaknute su na mjestima pristupa relevantnih radnih područja.

Daljnje preventivne mjere i mjere zaštite uspostavljene su nakon detaljnije procjene izloženosti:

- oznake su nacrtane na tlu oko indukcijske peći u postrojenju za proizvodnju malih količina slitine radi označavanja područja u kojima su se AL-ovi premašili (slika 8.7.), te je radnicima rečeno da ne ulaze u područje tijekom rada peći;
- obavijesti upozorenja koje sadržavaju piktograme „jako magnetsko polje” i piktograme o zabrani te primjereni tekst (slika 8.7.) istaknuti su blizu indukcijske peći.

Slika 8.6. – Primjer obavijesti upozorenja istaknute na mjestima pristupa radnim područjima



Slika 8.7. – Iscrtani pod i povezane obavijesti upozorenja kojima se označava područje u kojem se vrijednosti upozorenja mogu premašiti



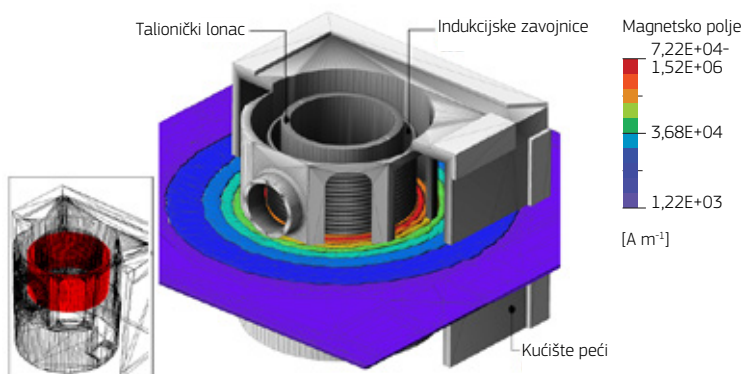
8.9. Upućivanje na izvore za dodatne informacije

Radi potpunosti, poduzeće je konzultiralo stručnjaka da provede računalno modeliranje potencijalne izloženosti radnika, po pitanju ELV-ova, koji stoji unutar iscrtanog područja dok je peć za proizvodnju male količine slitine bila uključena.

Računalno modeliranje provedeno je radi procjene unutarnjih električnih polja induciranih u tijelu operatera u neposrednoj blizini peći u pogonu. Parametri modeliranja postavljeni su na određene vrijednosti tako da je model proizvodio vrijednosti jakosti magnetskih polja slične onima koje su dobivene u fazi mjerenja tijekom procjene izloženosti.

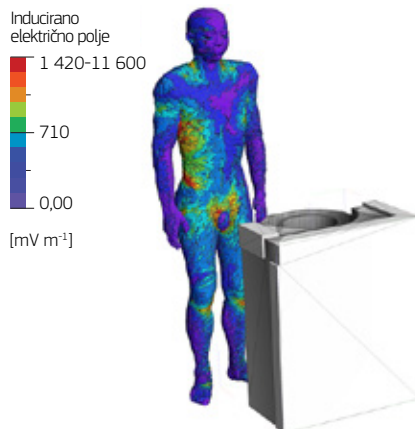
Prostorna distribucija magnetskog polja u x - y ravnini oko induksijske peći koje proizvodi model prikazana je na slici 8.8. Ove izračunate vrijednosti polja slagale su se s izmjerenim vrijednostima dobivenim tijekom procjene izlaganja i ponovno pokazale da, iako su jakosti magnetskih polja relativno visoke u blizini induksijske zavojnice peći, te vrijednosti brzo opadaju s udaljenošću.

Slika 8.8. – Prostorna distribucija magnetskog polja u x–y ravnini oko presjeka indukcijske peći koje proizvodi model. Indukcijska zavojnica prikazana je crvenom bojom (umetak)



Izračuni unutarnjih električnih polja induciranih u tijelu napravljeni su za radnika koji stoji 65 cm od središta indukcijske peći. Distribucija inducirano električnog polja na modelu čovjeka prikazana je na slici 8.9. Najviša vrijednost električnog polja izračunata u tijelu za ovu situaciju izloženosti jest 916 mV m^{-1} (u koštanom tkivu). Ovo je predstavljalo 83 % ELV-a za učinak na zdravlje pri 2,43 kHz.

Slika 8.9. – Prostorna distribucija maksimalnih unutarnjih električnih polja induciranih u modelu čovjeka od izlaganja indukcijskoj peći

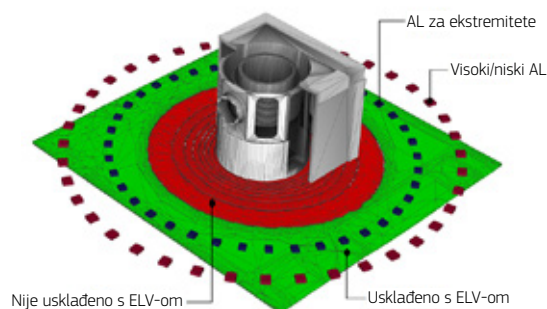


Područje u kojem se ELV za učinke na zdravlje može premašiti od izlaganja indukcijskoj peći može se utvrditi provođenjem simulacija izloženosti koje se koriste modelom čovjeka na raznim udaljenostima od peći.

Otkriveno je da se ELV može premašiti samo ako se tijelo nalazilo unutar radijusa od otprilike 60 cm od središta peći tijekom rada. To područje prikazano je crvenom bojom na slici 8.10. Također su prikazana područja u kojima se AL-ovi mogu premašiti (slika 8.4.).

S obzirom na to da je peć postavljena unutar kućišta dimenzija od otprilike 63 cm × 63 cm (tj. proteže se 31,5 cm od središta peći), da se premaše ELV-ovi, radnik bi morao stati toliko blizu kućišta peći da se takav slučaj nije smatrao vjerojatnim. Društvo je ovime steklo sigurnost da je iscrtani pod primjerena preventivna mjera.

Slika 8.10. – Obris oko indukcijske peći koji prikazuje područja u kojima bi ELV za učinak na zdravlje mogao biti premašen (crveno područje). Također su prikazana i područja u kojima ELV za učinak na zdravlje nije premašen (zeleno područje i dalje) te područja u kojem bi visoke vrijednosti upozorenja mogle biti premašene (plavi i crveni kvadrati)



9. UREĐAJI S RADIOFREKVENTNOM PLAZMOM (RF)

Uređajima s RF plazmom obično se koristi u proizvodnji poluvodiča i proizvodnji integriranih krugova. Također se koriste u drugim industrijama za čišćenje optičkih komponenti, spektroskopskim primjenama i istraživanju. Ova studija slučaja bavi se uređajima s RF plazmom koji se koriste u postupku izrade tankih pločica od silicija (wafera) unutar okruženja čiste prostorije. Poslodavac je bio zabrinut zbog potencijalne opasnosti za radnika s ugrađenim elektroničkim srčanom stimulatorom koji se pripremao za povratak na radno mjesto. Proizvođač elektroničkog srčanog stimulatora pružio je poslodavcu detalje o sigurnosnim granicama izloženosti srčanog stimulatora elektromagnetskim poljima.

9.1. Priroda posla

Uloga nositelja elektroničkog srčanog stimulatora obično uključuje punjenje uređaja s RF plazmom s waferima i upravljanje uređajima (slika 9.1.).

Slika 9.1. – Područje za punjenje wafera



Slika 9.2. – Reakcijske komore u radnom području



9.2. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

Uređaji s RF plazmom na ovom radnom mjestu obično se sastoje od izvora RF signala i ispražnjene reakcijske komore (slika 9.2.). Neki uređaji na lokaciji sadrže više izvora RF signala i/ili više reakcijskih komora. Stvoreno se RF polje koristi radi uspostavljanja i održavanja izboja plazme, koji se koristi za provođenje postupaka poput jetkanja, depozicije i guljenja wafera unutar komore. Proizvedene RF frekvencije mogu se nalaziti u rasponu od nekoliko stotina kHz do nekoliko GHz. Česte frekvencije koje se upotrebljavaju su 400 kHz, 13,56 MHz i 2,45 GHz.

S ovim tipom uređaja RF polje obično će biti oklopljeno kućištem opreme i metalnom reakcijskom komorom. RF curenje moguće je ako postoje pukotine u kućištu opreme, poput neispravno poravnatih ili pogrešno postavljenih ploča, vijaka koji nedostaju, neispravnih kablskih priključaka i oštećenja na fleksibilnim valovodima. Svaka pukotina u reakcijskoj komori ili valovodima vjerojatno će za posljedicu imati gubitak vakuuma. Na nekim se komorama nalaze prozori za gledanje sa zaštitnim (Faraday) rešetkama, ako rešetke nema ili je oštećena može doći do RF curenja.

Neki od uređaja također sadrže snažne magnete, što za posljedicu ima stvaranje statičkih magnetskih polja.

9.3. Primjena u praksi

Nositelj srčanog stimulatora obično će ostati u području proizvodnje čiste sobe gdje se opremom upravlja i gdje se ubacuju waferi. Reakcijske komore i generatori RF signala povezani sa svakim dijelom opreme nalaze se u radnom području. Ovaj će radnik možda ulaziti u radno područje, ali neće sudjelovati u popravljanju ili održavanju opreme.

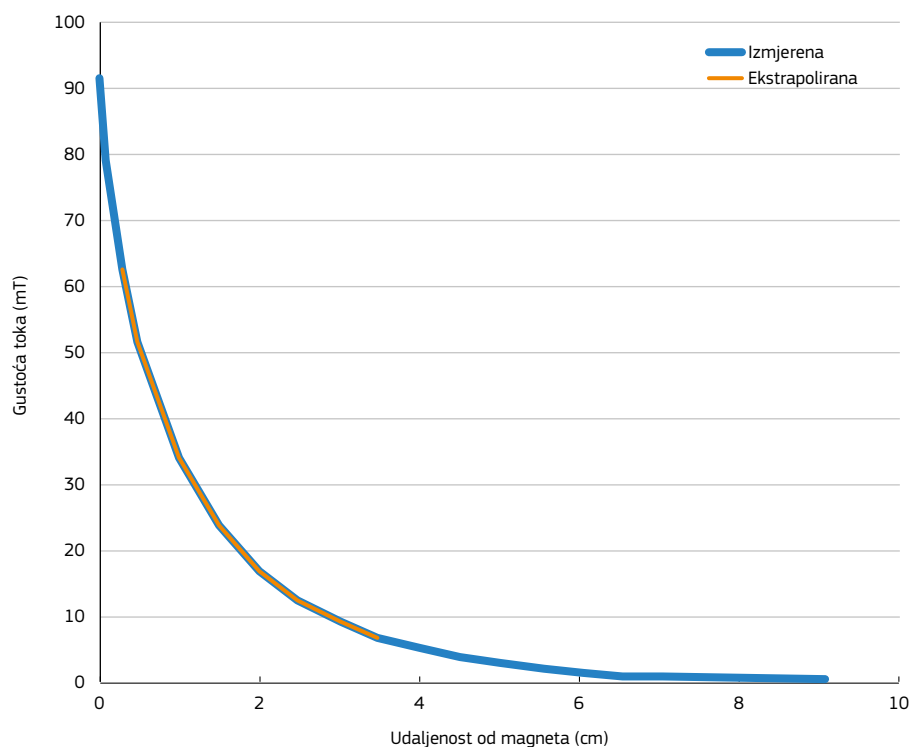
9.4. Pristup procjeni izloženosti

Moguće je provesti mjerenja elektromagnetskih polja oko ove opreme. Međutim, to bi zahtijevalo usluge stručnog konzultanta koji se koristi specijaliziranom instrumentacijom. Bilo bi potrebno više uređaja za mjerenje zbog raznih frekvencija koje se upotrebljavaju. Osim toga, za polja srednjih frekvencija (npr. 400 kHz i 13,56 MHz) mjerenja bi se morala provesti u „bliskom polju”. Električna i magnetska polja morala bi se zasebno mjeriti. Pri višim frekvencijama (2,45 GHz) mjerenja se obično provode u „dalekom polju”. U takvoj se situaciji električna i magnetska polja šire u obliku elektromagnetskog vala te je stoga uobičajenije mjeriti samo električno polje. Magnetsko se polje može na temelju toga zaključiti jer su polja povezana.

Kao prvi korak procjeni izloženosti poslodavac je kontaktirao proizvođače uređaja s RF plazmom i zatražio informacije o potencijalnom curenju RF polja iz opreme, te udaljenosti na kojima bi to moglo predstavljati opasnost.

Jedan od proizvođača pružio je graf (slika 9.3.) radi primjera kako se razina statičkog magnetskog polja smanjuje s udaljenošću od snažnih magneta koji su postavljeni u uređaje, te je obavijestio poslodavca da će se na udaljenosti od 10 cm od magneta gustoća toka smanjiti ispod 0,5 mT.

Slika 9.3. – Graf koji prikazuje gustoću magnetskog toka kako se smanjuje s udaljenošću



Proizvođač srčanog stimulatora naveo je sigurnosne granice za razne izvore elektromagnetske interferencije (tablica 9.1.). Poslodavac je primijetio da su vrijednosti za statička elektromagnetska polja navedena u gaussima i da će se morati pretvoriti u militesle u skladu s Direktivom o elektromagnetskim poljima.

Tablica 9.1. – Sigurnosne granice koje je naveo proizvođač srčanog stimulatora (granice su za model stimulatora koji nosi radnik)

Izvor EM interferencije	Granica intenziteta elektromagnetskog polja (efektivna vrijednost)
Frekvencija snage (50/60 Hz)	10 000 V/m (6 000 V/m; izvan nazivnog)
Visoka frekvencija (150 kHz i više)	141 V/m
Statička magnetska polja (istosmjerna)	10 gauss
Modulirana magnetska polja	80 A/m do 10 kHz i 1 A/m za više od 10 kHz

Poslodavac nije mogao nabaviti informacije od proizvođača po pitanju RF polja, te je stoga odlučio kontaktirati konzultanta da provede neka mjerenja oko određenih uređaja s RF plazmom.

9.5. Rezultati procjene izloženosti

Poslodavac je preračunao relevantne granice koje je naveo proizvođač srčanog stimulatora (tablica 9.1.) u jedinice kojima se koristi u Direktivi o elektromagnetskim poljima (tablica 9.2.). Usporedba rezultata mjerenja s ovim granicama dokazuje da granice od srčanog stimulatora nisu premašene oko aparata za jetkanje s RF plazmom.

Tablica 9.2. – Granične vrijednosti srčanog stimulatora (pružio izrađivač srčanog stimulatora)

Frekvencija	Ograničenje
Električna polja, 150 kHz i više	141 Vm ⁻¹
Statička magnetska polja (istosmjerna)	1 mT
Magnetska polja iznad 10 kHz	1,25 μT

Dobiveni rezultati mjerenja prikazani su u tablicama u nastavku. Tablica 9.3. prikazuje rezultate mjerenja provedenih oko aparata za jetkanje s RF plazmom koji radi na 400 kHz. Mjerenja su provedena oko čitavog uređaja, međutim maksimalne razine električnih i magnetskih polja otkrivene su oko spojeva u kućištu koje okružuje generator RF signala. Rezultati mjerenja pokazuju da vrijednosti upozorenja (AL-ovi) iz Direktive o elektromagnetskim poljima nisu premašene.

Tablica 9.3. – Rezultati mjerenja oko aparata za jetkanje s RF plazmom

Pozicija	Frekvencija	Gustoća magnetskog toka (μT)	Vrijednost upozorenja (μT)	Jakost električnog polja (V m ⁻¹)	Vrijednost upozorenja (V m ⁻¹)
Ormarić generatora RF signala	400 kHz	0,05	5	0,06	610

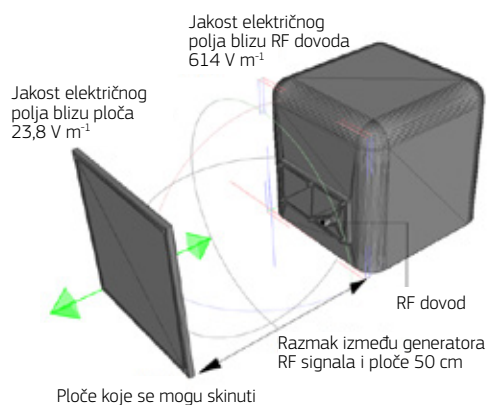
N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ±2,7 dB te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika” (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima.

Tablica 9.4. prikazuje rezultate mjerenja provedenih oko jedinice za depoziciju iz čvrste faze (physical vapour deposition – PVD) koja radi na 13,56 MHz. Rezultati mjerenja pokazuju da su AL-ovi iz Direktive o elektromagnetskim poljima, kao i granice srčanog stimulatora iz tablice 9.2., premašeni u blizini RF dovoda u komoru. Zadnje dvije pozicije mjerenja prikazane su na slici 9.4.

Tablica 9.4. – Rezultati mjerenja oko PVD jedinice

Pozicija	Frekvencija generatora	Gustoća magnetskog toka (μT)	Vrijednost upozorenja (μT)	Jakost električnog polja (V m^{-1})	Vrijednost upozorenja (V m^{-1})
Gornja strana komore	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Ispod komore, blizu RF dovoda u komoru	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Pozicija uklonjivih ploča, na 0,5 m od RF dovoda.	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 2,7$ dB te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima.

Slika 9.4. – Pozicija mjerenja provedenih blizu RF dovoda u PVD jedinicu

9.6. Procjena rizika

S obzirom na statička magnetska polja oko magneta, otkriveno je da se AL od 0,5 mT, po pitanju izloženosti aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima, može premašiti unutar 10 cm od magneta. Međutim, poslodavcu je proizvođač srčanog stimulatora naveo manje restriktivnu granicu od 1 mT (tablica 9.2.) koja vrijedi za taj određeni stimulator. Stoga se poslodavac koristio ovom granicom u procjeni rizika. Na temelju grafa proizvođača opreme (slika 9.3.), granica stimulatora od 1 mT može se premašiti na udaljenostima manjima od 10 cm od magneta (procijenjeno na otprilike 6 cm).

S obzirom na RF elektromagnetska polja, otkriveno je da se granice koje je naveo proizvođač srčanog stimulatora, kao i AL-ovi, mogu premašiti blizu RF dovoda u komoru PVD jedinice. Na 0,5 m od RF dovoda razine padaju ispod granice stimulatora i AL-ova.

I za statična magnetska i za RF polja razina je polja pala ispod granica stimulatora i AL-ova na malim udaljenostima.

Na temelju ovih informacija poslodavac je proveo procjenu elektromagnetskih polja (tablica 9.5.) radi utvrđivanja rizika nositelju stimulatora i drugim radnicima korištenjem metodologije koju je preporučila OIRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA).

Kao rezultat ove procjene rizika, poslodavac je odlučio da nisu potrebne promjene obveza nositelja stimulatora; ta osoba nije sudjelovala u održavanju opreme, te stoga nije bilo razloga da se nalazi u područjima (vrlo blizu opremi) u kojima bi se granice stimulatora mogle premašiti. Odlučeno je da pristup radnom području neće biti zabranjen jer su visoka polja vrlo lokalizirana. Međutim, procjena rizika upućuje na to da se moraju razmotriti drugi radnici (npr. inženjeri za servis) i izvođači kojima bi mogli biti ugrađeni aktivni medicinski proizvodi za ugradnju.

9.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Poslodavac je provjerio opremu i pregledao procedure društva te otkrio da su na snazi već bile sljedeće mjere opreza:

- oko RF dovoda u komoru postojali su štitnici radi sprječavanja pristupa ovim područjima (za mjerenje PVD jedinice štitnici su uklonjeni);
- društvo osigurava da je sva kupljena oprema dobro izvedena. Na primjer, prozori za gledanje prikladno su oklopljeni radi ograničavanja izloženosti RF polju.

Tablica 9.5. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za uređaje s RF plazmom

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci elektromagnetskih polja: Vrijednost upozorenja mogla bi se premašiti blizu RF dovoda u radnom području	Ploča postavljena na PVD jedinicu što sprječava pristup području u kojem je vrijednost upozorenja premašena	Operateri Servisni inženjeri	✓			✓			Nizak	Informacije i obuka moraju se pružiti inženjerima za servis i operaterima Prikladne obavijesti upozorenja moraju biti vidljive na opremi
Neizravni učinci elektromagnetskog polja (učinci na aktivne medicinske proizvode za ugradnju): Granice stimulatora mogu se premašiti blizu statičkih magneta i blizu RF dovoda u radnom području	Ploča postavljena na PVD jedinicu što sprječava pristup području u kojem su granice srčanog stimulatora premašene Polja koja premašuju granice srčanog stimulatora oko statičkih magneta vrlo su lokalizirana	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓			Nizak	Informacije u vezi s tom opasnosti treba pružiti svim radnicima Upozorenja se moraju navesti u informacijama o sigurnosti lokacije Primjerene obavijesti upozorenja i zabrane moraju biti vidljive na opremi

9.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Kao rezultat procjene rizika poslodavac je odlučio provesti dodatne mjere opreza, uključujući:

- postavljanje obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja/jaka RF polja (prema potrebi) kao i obavijesti zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima (AIMD-ovima) na opremu koja sadrži jake magnete i na ploče koje se mogu ukloniti čime se pristupa potencijalno visokim razinama RF polja (slika 9.5.);

Slika 9.5. – Primjeri obavijesti upozorenja za jaka magnetska polja i jaka RF polja te primjer simbola zabrane za osobe s aktivnim ugrađenim medicinskim proizvodima



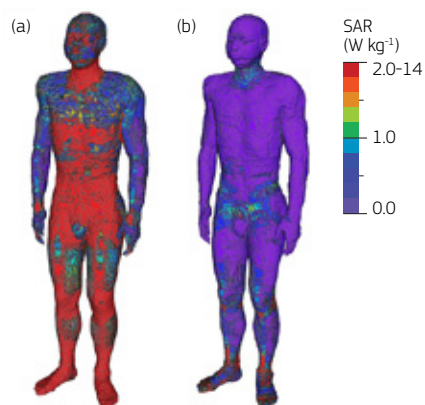
- pružanje informacija, uključujući ishod procjene rizika, nositelju srčanog stimulatora i pružatelju zdravstvene usluge društva;
- primjerenim programima ulaska i komunikacijom s izvođačima osigurati da su drugi radnici i posjetitelji svjesni rizika;
- osigurati da su radnici svjesni da se oprema ne smije upotrebljavati dok su ploče uklonjene i da se o svakoj šteti na kućištu opreme, valovodima ili oklopljenim prozorima izvijesti nadzornik.

9.9. Dodatne informacije

Izmjerenim se rezultatima koristilo kao temeljem za računalno modeliranje izloženosti radnika po pitanju granica izloženosti (ELV-ova) navedenih u Direktivi o elektromagnetskim poljima (slika 9.5.). Modeliranje je pokazalo da se u blizini RF dobave ELV-ovi mogu premašiti; prosječan SAR za cijelo tijelo bio je 211 % ELV-a za toplinski stres cijelog tijela, a vršni lokalizirani SAR uprosječen preko 10 g neprekinute mase u ekstremitetima 147 % ELV-a za toplinski stres u ekstremitetima. ELV za lokalizirani toplinski stres u glavi i trupu nije premašen; vršni lokalizirani SAR, uprosječen preko 10 g neprekinute mase u glavi i trupu, bio je 89 % ELV-a za lokalizirani toplinski stres u glavi i trupu.

Otkriveno je da je na 0,5 m od RF dovoda izmjerena jakost električnog polja manja od AL-a, te je modeliranje, što se i očekivalo, pokazalo da su vrijednosti SAR preko cijelog tijela i lokalizirani SAR mnogo manji od ELV-ova (manje od 0,5 %).

Slika 9.6. – Distribucija SAR-a u radniku (a) oko RF dobave i (b) oko ploča koje se mogu skinuti, 50 cm od RF generatora



10. KROVNE ANTENE

10.1. Radno mjesto

Krovovi zgrada često se koriste kao praktične konstrukcije za postavljanje raznih telekomunikacijskih antena čijem radu pogoduje povišeni položaj ili bolja optička linija. Ova je studija slučaja povezana s jednom takvom zgradom (slika 10.1.) čije je vlasništvo nedavno promijenjeno. Novi je zakupodavac želio ispuniti pravnu obvezu i procijeniti sve rizike za radnike na krovu.

Slika 10.1. – Sektor antene za mobilne telefone i satelitske antene na krovu krovne građevine



10.2. Priroda posla

Radnici trebaju stupiti na krov da bi proveli razne poslove vezane uz pregled zgrade i zadatke održavanja. To može uključivati: čistače prozora, izvođače krovnih radova, servisere za klimatizacijske uređaje, inspektore osiguranja i postavljачe antena. Potonje su skupine možda prošle opsežnu obuku za sigurnost od radiofrekventnog zračenja te su možda opremljene alarmima osobne izloženosti, a prethodno spomenute skupine vjerojatno nisu prošle obuku te slijedom toga nisu dobro upoznate s problemima.

Dobra bi praksa bila da operateri pri ugradnji antena usvoje načelo „položajne sigurnosti”. To znači da su antene smještene tako da radnici koji normalno stoje na krovu ne mogu slučajno ući u zonu isključenja antene. Zona isključenja antene je područje u blizini antene u kojem izloženost može premašiti referentne razine dane u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ).

Zoni isključenja antene trebali bi moći pristupiti isključivo radnici s pomagalima za penjanje poput ljestava ili skela. Kada radnici trebaju pristupiti zoni isključenja, moglo bi biti potrebno isključiti antenu. Ako se zona isključenja antene mora odbijati od područja za stajanje na krovu, to bi područje krova trebalo biti označeno.

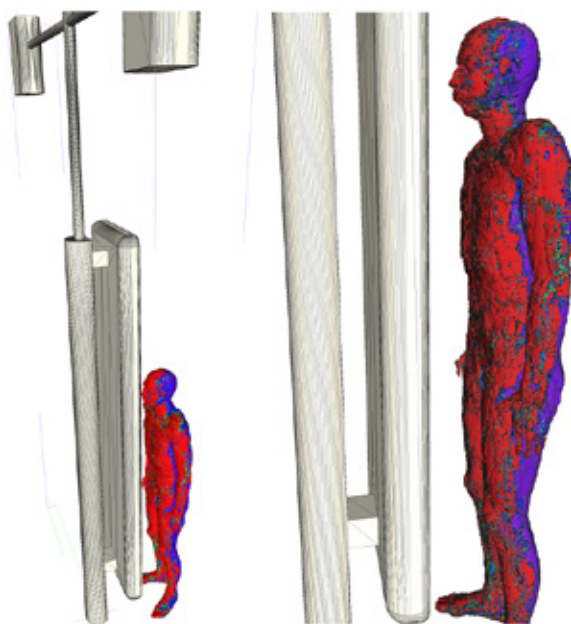
10.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

Antene postavljene na krovu uglavnom su bile one povezane s mobilnim telekomunikacijskim sustavima, uključujući bazne stanice mobilnih telefona i sustav dojavljivača. Uz sektor antene, bazna stanica mobilnih telefona također je uključivala podatkovnu vezu točka-točka. Zakupodavac je bio svjestan da različite vrste antena predstavljaju različite razine opasnosti te općenito da:

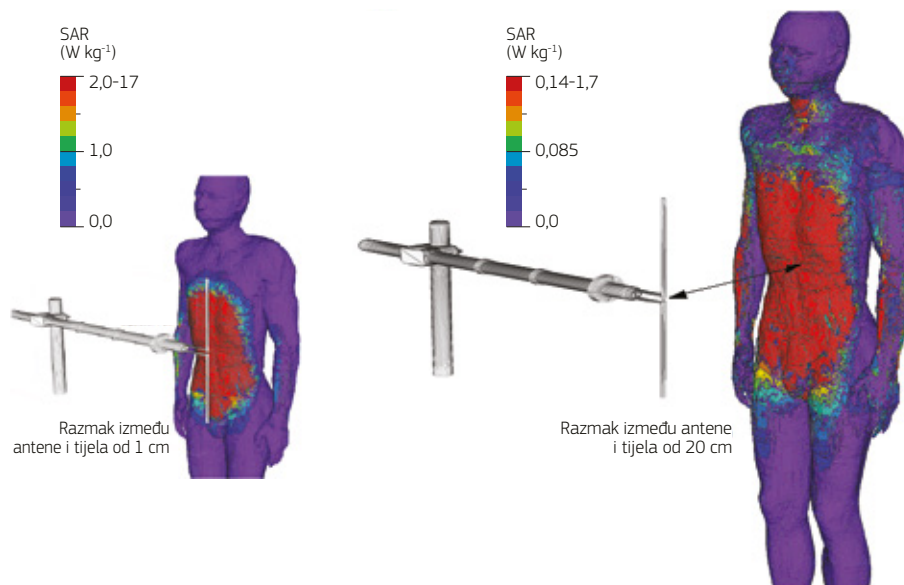
- sektor antene za mobilne telefone (800–2 600 MHz) mogu predstavljati opasnost do nekoliko metara prema naprijed te u manjoj mjeri na bočnim stranama i na stražnjoj strani (slika 10.2.);
- satelitske antene (10–30 GHz) povezane s baznim stanicama mobilnih telefona ne predstavljaju značajnu opasnost;
- dipolne i kolinearne (štapne) antene (80–400 MHz) mogu predstavljati opasnost na udaljenosti od metra ili dva oko antene.

Potonja točka prikazana je pomoću računalnog modeliranja za poluvalnu dipolnu antenu koja radi pri 400 MHz (slika 10.3.). Tablica 10.1. pokazuje da se s povećanjem izračene snage od 25 W do 100 W, a potom do 400 W, ELV-ovi za učinke na zdravlje premašuju na većim udaljenostima od antene.

Slika 10.2. – Distribucija specifične apsorbirane snage (SAR) kod radnika smještenog uz sektor antenu za mobilne telefone u odašiljanju



Slika 10.3. – Distribucija specifične apsorbirane snage (SAR) na modelu čovjeka pri izloženosti od 25 W od poluvalne dipolne antene, 20 cm od torza. Umetak: 1 cm od torza. U oba su slučaja izračunate vrijednosti SAR-a manje od odgovarajućih ELV-ova za učinke na zdravlje



Tablica 10.1. – Računalno modelirane vrijednosti specifične apsorbirane snage za cijelo tijelo (WBSAR) te vršni lokalizirani SAR uprosječen preko 10 g dodirne mase (SAR 10 g cont) za poluvalnu dipolnu antenu od 5 W, 25 W, 100 W i 400 W. Vrijednosti SAR-a koje premašuju odgovarajuće ELV-ove za učinke na zdravlje napisane su crvenom vrstom fonta

Udaljenost (cm)	Modelirani SAR (Wkg ⁻¹)							
	Antena od 5 W		Antena od 25 W		Antena od 100 W		Antena od 400 W	
	WBSAR	SAR _{10 g cont}	WBSAR	SAR _{10 g cont}	WBSAR	SAR _{10 g cont}	WBSAR	SAR _{10 g cont}
0,1	0,0225	1,61	0,113	8,05	0,450	32,2	1,80	129
1	0,0194	1,28	0,0968	6,38	0,387	25,5	1,55	102
2	0,0168	1,04	0,0840	5,18	0,336	20,7	1,34	82,8
4	0,0133	0,715	0,0663	3,58	0,265	14,3	1,06	57,2
6	0,0110	0,525	0,0548	2,63	0,219	10,5	0,876	42,0
8	0,00945	0,406	0,0473	2,03	0,189	8,12	0,756	32,5
10	0,00845	0,332	0,0423	1,66	0,169	6,63	0,676	26,5
12	0,00770	0,272	0,0385	1,36	0,154	5,44	0,616	21,8
14	0,00725	0,234	0,0363	1,17	0,145	4,68	0,580	18,7
16	0,00690	0,208	0,0345	1,04	0,138	4,16	0,552	16,6
18	0,00670	0,163	0,0335	0,815	0,134	3,26	0,536	13,0
20	0,00660	0,177	0,0330	0,883	0,132	3,53	0,528	14,1

ELV-ovi za učinke na zdravlje pri frekvencijama u rasponu od 100 kHz do 6 GHz za uprosječeni SAR za cijelo tijelo: 0,4 Wkg⁻¹ i za lokalizirani SAR u glavi i trupu uprosječen preko 10 g dodirnog tkiva: 10 Wkg⁻¹

10.4. Primjena u praksi

Oprema je automatizirana te njome daljinski upravljaju operateri. Bazna stanica mobilnih telefona prilagođava svoju izlaznu snagu prema prometu poziva koje subjekt izvrši podložno maksimumu određenom u uvjetima licenciranja spektra. Zbog toga je zakupodavcu teško predvidjeti stvarni izlaz u bilo kojem danom vremenu. Izlazne frekvencije također su postavljene u uvjetima licenciranja spektra.

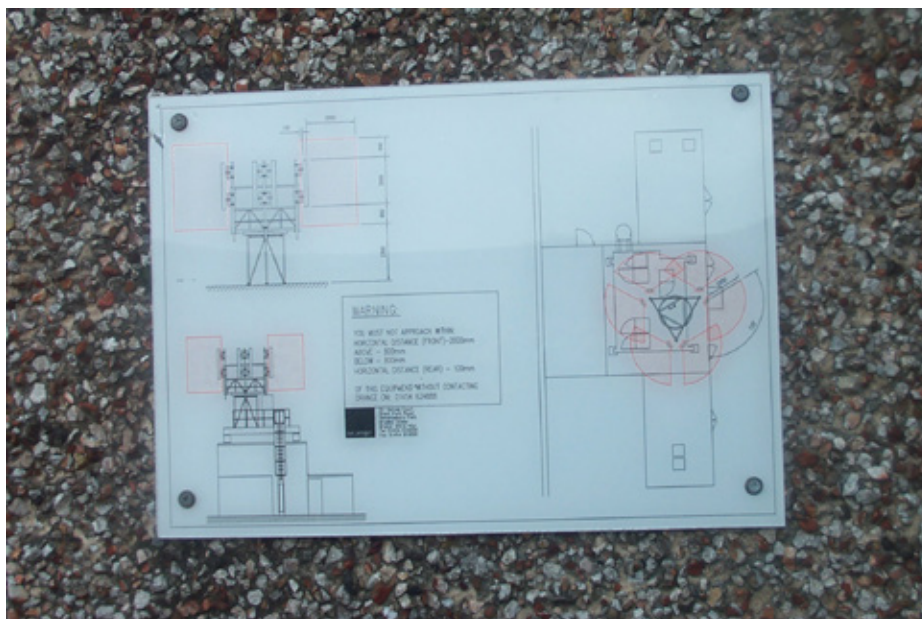
Izmjene na instalaciji te povremene poslove održavanja provode podizvođači koje je dodijelio operater.

10.5. Pristup procjeni izloženosti

Detaljna teoretska procjena izloženosti zahtijevala bi informacije o nizu faktora, uključujući vrstu antene, značajke emisije (npr. frekvencija, izračena snaga, parametri signala, radni ciklus, broj prenesenih kanala), položaj radnika u polju zračenja, trajanje izloženosti i doprinosi iz drugih izvora.

Također bi bilo moguće provesti mjerenja izloženosti na krovu, iako bi to zahtijevalo usluge stručnog savjetnika koji upotrebljava specijaliziranu instrumentaciju. Zakupodavac je bio svjestan mogućnosti uzimanja u najam ili kupovine jeftinog instrumenta s interneta, ali je bio svjestan i da oni možda ne bi dali pouzdana očitavanja te da bi ti instrumenti mogli biti osjetljivi i na signale koji nisu predmet interesa. Zakupodavac je također bio svjestan da bi korištenje usluga savjetnika bilo skupo i da bi osiguralo samo snimku stanja izloženosti u vrijeme mjerenja.

Zakupodavac je umjesto toga proveo osnovni vizualni pregled krova da bi se utvrdile antene i njihovi operateri te ih je označio na planu krova. Potom je kontaktirao operatere i zatražio da posjete to mjesto da bi utvrdili svoje antene i pružili povezane informacije o sigurnosti. Zakupodavac je također pregledao zapise o posjetiteljima da bi saznao tko je bio na krovu te je pokušao odrediti prirodu posla koji su ondje obavljali. Pomoću tih informacija utvrđene su lokacije na kojima bi radnici mogli doći u kontakt s opasnim područjima polja ili zonama isključenja (slika 10.4.). Za radnike je dobra praksa da ne dolaze u blizinu antena koje zrače jer se u protivnom mogu izložiti premašenim vrijednostima upozorenja (AL-ovi), a zasigurno ne bi trebali dirati antene koje zrače.

Slika 10.4. – Crtež koji prikazuje raspon zona isključenja na krovu

10.6. Rezultati procjene izloženosti

Kao rezultat vizualnog pregleda i kontakta s operaterima, zakupodavac je prikupio datoteku s relevantnim informacijama o sigurnosti koja je potom postala dostupna radnicima na krovu. To je uključivalo detaljni inventar antena s informacijama kako slijedi: vrsta antene (npr. sektor antena, satelitska antena, savijena dipolna antena), operater, lokacija (položaj, visina, usmjerenje), radni parametri, raspon bilo koje zone isključenja, datum ugradnje (tablica 10.2.).

Tablica 10.2. – Inventar antena na krovu koji je sastavio zakupodavac

Vrsta antene	Operater	Lokacija na krovu	Radni parametri	Zona isključenja	Datum ugradnje
Sektor antene za mobilne telefone (6 isklj.)	Vodafone	Kratki toranj na krovu krovne građevine razina od 6 m 0°, 120°, 240°	Frekvencija 2 110–2 170 MHz Snaga 56 dBm po signalu Širina snopa 85° Pojačanje 17 dBi	2,5 m ispred 0,25 m straga 0,3 m iznad i ispod	lipanj 2006.
Satelitska antena od 0,3 m	Vodafone	Stup za postavljanje na krovu krovne građevine razina od 5,5 m 220°	Frekvencija 26 GHz Snaga 3 mW Širina snopa 1° Pojačanje 44,5 dBm	Nema	lipanj 2006.
Savijena dipolna antena	Pager Telecom	U blizini prolaza na ulazu na krov razina od 2 m	Frekvencija 138 MHz Snaga 100 W U svim smjerovima Pojačanje 2,15 dBi	2,5 m oko antene	Nepoznato

10.7. Procjena rizika

Zakupodavac je bio svjestan zahtjeva za procjenu svih rizika za radnike pri procjenjivanju krova (to može uključivati općenite rizike kao što su proklizavanje, spoticanje i padovi, rizik od para iz dimnjaka, ispušnih otvora i ventila, kao i elektromagnetskih polja). Metodologija koju predlaže OIRA (internetska interaktivna platforma za procjenu rizika agencije EU-OSHA) korištena je za strukturiranje procesa i za pripremu procjene svih informacija koje su bile dostupne od operatera ili je utvrđen proizvođač svake antene. Kvantitativne informacije o jakosti električnog polja antene ili sheme koje prikazuju raspon bilo koje zone isključenja omogućile su zakupodavcu provođenje procjene razine rizika. Gdje dostupno polje premašuje AL-ove, nužno je osmisliti i realizirati akcijski plan da bi se razriješili rizici.

Primjer procjene rizika od elektromagnetskih polja prikazan je u tablici 10.3.

Tablica 10.3. – Procjena posebnih rizika za elektromagnetska polja za krovne antene

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci radiofrekventnih polja	Vrata koja vode do krova zaključana su ključem	Čistači prozora	✓					✓	Nizak	Premjestiti antenu sustava dojavljivača (savijena dipolna antena) dalje od prolaza
	Obavijesti upozorenja i zabrane	Izvođači krovnih radova	✓					✓	Nizak	Ugraditi mehanički graničnik da bi se osiguralo da se košara za pranje prozora ne može podići ispred sektor antena
	Sektor antene postavljene su na gornji dio krovne građevine, a povezanim se zonama isključenja ne može pristupiti	Serviseri klimatizacijskih uređaja	✓					✓	Nizak	Razviti pisani sigurnosni postupak koji svi radnici moraju pročitati (i prihvatiti) prije nego im se dozvoli pristup krovu
	Zaključane su ljestve pomoću kojih se pristupa na krov krovne građevine	Inspektori osiguranja	✓					✓	Nizak	
	Pristup satelitskim antenama postavljenima visoko na stupove i grede nije moguć	Postavljači antena	✓					✓	Nizak	
		Radnici koji su izloženi posebnom riziku (trudne radnice)	✓					✓	Nizak	
Neizravni učinci radiofrekventnih polja (interferencije s medicinskim elektroničkim uređajima)	Vidjeti gore	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓			✓		Nizak	Vidjeti gore. Upozorenje za one koji nose medicinske elektroničke uređaje u pisanom sigurnosnom postupku

10.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Vizualni pregled krova koji je proveo zakupodavac otkrio je kako slijedi:

- vrata prema krovu bila su zaključana, a ključem upravlja upravitelj osiguranja zgrade. Obavijest upozorenja o prisutnosti radiofrekventnih antena bila je postavljena na unutrašnjoj strani vrata (slika 10.5.a);
- sektor antene za mobilne telefone bile su postavljene na gornji dio krovne građevine, a povezanim se zonama isključenja nije moglo pristupiti. Obavijesti upozorenja bile su postavljene na stupovima za postavljanje (slika 10.5.b) te na kućištima antena (slika 10.5.c);
- ljestve pomoću kojih se pristupa krovu krovne građevine bile su zaključene, a dano je i upozorenje (slika 10.5.d);
- satelitske antene bile su postavljene visoko na stupovima, a njihove grede nisu bile dostupne. (U svakom je slučaju operater zakupodavcu dao pisani dokaz da nema zona isključenja.)

Slika 10.5. – Obavijesti upozorenja

(a) na vratima prema krovu

(b) na stupu za postavljanje antene

(c) na kućištu antene

(d) na ljestvama na krovu krovne građevine



10.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Zakupodavac nije bio zadovoljan nekim aspektima načina upravljanja krovnim instalacijama te je odlučio provesti dodatne mjere opreza, uključujući:

- zahtjev da operater sustava dojavljivača premjesti povezanu savijenu dipolnu antenu dalje od prolaza (slika 10.6.a) i da priloži obavijest upozorenja (slika 10.6.b);
- ugrađivanje mehaničkog graničnika da bi se osiguralo da se košara za pranje prozora ne može podići ispred sektor antena (slika 10.6.c);
- razvijanje pisanog sigurnosnog postupka koji svi radnici moraju pročitati (i prijaviti se) prije nego im se dozvoli pristup krovu. To uključuje sheme nepredviđenih slučajeva za razumno predvidive nezgode i događaje.

Slika 10.6.

(a) antena dojavljivača preblizu prolaza



(b) nova obavijest upozorenja



(c) košara za pranje prozora koja se više ne može podići ispred antena



11. RUČNE RADIOSTANICE

11.1. Radno mjesto

Ova studija slučaja odnosi se na malo građevinsko društvo čiji su radnici smješteni na gradilištima. Nadzornik gradilišta čuo je za novu Direktivu o elektromagnetskim poljima te je bio zabrinut trebaju li radnici poduzeti mjere opreza prilikom korištenja ručnih radiostanica.

11.2. Priroda posla

Radnici na gradilištu međusobno komuniciraju pomoću ručnih radiostanica koje za rad koriste nelicenciranu uslugu PMR 446 (pokretna radiokomunikacija za vlastite potrebe) (slika 11.1.). Uređaji su dostupni za korištenje svim radnicima na gradilištu.

Slika 11.1. – Radnik na gradilištu koji koristi ručnu radiostanicu



Nakon pregleda proizvođačevih uputa, nadzornik je ustanovio da ručni uređaji rade na približno 446 MHz. Međutim, u uputama i EZ izvaji o usklađenosti (slika 11.2.) nisu postojale informacije o efektivnoj izračenoj snazi (ERP) ili prikladnim načinima korištenja.

Nakon pretraživanja na internetu, nadzornik je pronašao informacije od regulatora usluge koje su tvrdile da „radio oprema za PMR 446 mora biti ručno prenosiva, imati ugrađenu antenu, imati maksimalnu efektivnu izračenu snagu od 500 mW i biti usklađena s normom ETS 300 296”.

Slika 11.2. – EZ izjava o usklađenosti pružena uz uređaj

EC Declaration of Conformity

We the manufacturer / Importer

Declare under our sole responsibility that the following product

Type of equipment: Private Mobile Radio

Model Name: _____

Country of Origin: _____

Brand: _____

complies with the essential protection requirements of R&TTE Directive 1999/5/EC on the approximation of the laws of the Council Directive 2004/108/EC on the approximation of the laws of the Member States relating to *electromagnetic compatibility (EMC)* and the European Community Directive 2006/95/EC relating to *Electrical Safety*.

Assessment of compliance of the product with the requirements relating to the essential requirements according to Article 3 R&TTE was based on Annex III of the Directive 1999/105/EC and the following standards:


EMC&RF:

EN 301-489-5 V1.3.1:(2002-08)
EN 301-489-1 V1.8.1:(2008-04)

EN 300-296-1 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-296-2 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-341-1 V1.3.1(200012)
EN 300-341-2 V1.1.1(200012)

Electrical Safety:

EN 60950-1:2006

 Waste electrical products must not be disposed of with household waste. This equipment should be taken to your local recycling centre for safe treatment.

The product is labelled with the European Approval Marking CE as show. Any Unauthorized modification of the product voids this Declaration.

Manufacturer / Importer
(signature of authorized person) CE

Signature: (_____) London,

Signature: _____ Place & Date: 8th Aug, 2010

11.3. Primjena u praksi

Radnicima nije pružena obuka za korištenje opreme. Nadzornik je proveo neslužbeno istraživanje položaja korištenja kojim je ustanovio da su ručne radiostanice držane ispred ili s bočne strane lica. Nadalje, razgovori između radnika bili su kratki, obično ne duži od nekoliko desetaka sekundi po prijenosu.

11.4. Pristup procjeni izloženosti

Pri procjeni izloženosti uzrokovane odašiljačima koji se nalaze blizu tijela, usklađenost s ELV-ovima mora se odrediti računalnim modeliranjem. U idealnom slučaju to bi trebao napraviti proizvođač. Međutim, ako ti podaci nisu dostupni, procjena se može napraviti pregledom objavljenih podataka za slične uređaje. (Također vrijedi provjeriti u tablici 3.2. poglavlja 3. sveska 1. ovog vodiča smatra li se oprema *a priori* usklađenom s Direktivom o elektromagnetskim poljima.)

11.5. Rezultati procjene izloženosti

Nakon razgovora s nekoliko vladinih agencija, nadzornik je saznao za objavljene podatke računalnog modeliranja koje je obavljeno za sličan uređaj koji radi na sličnim frekvencijama (Dimbylow i sur.). Podaci su pokazali da maksimalna specifična apsorbirana snaga (SAR) preko 10 g dodirnog tkiva iznosi $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$ po vat izlazne snage, za sve moguće radne položaje blizu lica.

Za procjenu u odnosu na ELV za učinke na zdravlje za lokaliziranu izloženost glave na toj frekvenciji (10 Wkg^{-1}), izloženost treba uprosječiti kroz 6 minuta. S obzirom na to da se komunikacija odvija u dva smjera, nadzornik je pretpostavio da je maksimalni radni period odašiljanja 50 %. Nadzornik je pomoću podataka iz modeliranja uspio zaključiti da bi za premašivanje ELV-a bio potreban uređaj s efektivnom izračenom snagom većom od 5 W.

Proizvođač nije pružio podatke o efektivnoj izračenoj snazi ručnih radiostanica, ali regulator je već naveo da uređaji ne bi trebali premašivati 0,5 W izlazne snage. Nadzornik je iz tog razloga mogao zaključiti da izloženost uzrokovana uređajima ne bi premašivala ELV-ove za učinke na zdravlje iz Direktive o elektromagnetskim poljima.

11.6. Procjena rizika

Rezultati procjene izloženosti ukazuju na to da uporaba ručnih radiostanica neće premašiti relevantne ELV-ove za učinke na zdravlje iz Direktive o elektromagnetskim poljima. Međutim, postoji mogućnost interferencije s medicinskim proizvodima koji su radnicima ugrađeni ili koje nose. Svi radnici s medicinskim proizvodima trebaju biti podvrgnuti individualnoj procjeni rizika gdje se mogu identificirati i provesti bilo kakve mjere opreza koje preporučí njihov zdravstveni savjetnik.

11.7. Mjere opreza koje su već bile na snazi

Nisu postojale mjere opreza koje su bile na snazi.

11.8. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

Nadzornik je odlučio provesti nekoliko jednostavnih mjera:

- obavio je s radnicima neformalan razgovor o sigurnosti koji je uključivao informacije o tome kada i kako koristiti ručne radiostanice, kao i preporučene položaje za držanje uređaja;
- od radnika je zatraženo da prijave ako su izloženi posebnom riziku, npr. ako imaju ugrađen srčani stimulator;
- sve nove radnike se pregledava kako bi se utvrdilo jesu li izloženi posebnom riziku.

12. ZRAČNE LUKE

Izvori elektromagnetskih polja u ovoj studiji slučaja uključuju:

- nadzorni radar zračne luke,
- neusmjereni radiofar,
- opremu za mjerenje udaljenosti.

12.1. Radno mjesto

Radar, neusmjereni radiofar (NDB) i oprema za mjerenje udaljenosti (DME) bili su u uporabi u međunarodnoj zračnoj luci za putničke i teretne zrakoplove. Radna mjesta od interesa u zračnoj luci bila su:

- kabina s radarskom opremom, u kojoj se nalazio generator RF signala,
- čeličnorešetkasti toranj na koji je postavljena antena radara,
- toranj za kontrolu zračnog prometa,
- kabina s NDB opremom, u kojoj se nalazio generator RF signala,
- postrojenje u kojem se nalazila NDB antena,
- vatrogasna stanica zračne luke, koja je bila smještena blizu NDB-a,
- kabina s DME-om, u kojoj se nalazio generator RF signala,
- područje oko kabine s DME-om, na kojoj je postavljena antena.

12.2. Priroda posla

12.2.1. Radar

Većinu poslova na radaru obavljali su inženjeri zračnog prometa u kabini s opremom. Od tih se radnika povremeno zahtijevalo i da obave poslove na anteni. Drugi radnici u zračnoj luci u tornju za kontrolu prometa, koji je bio udaljen oko 80 m od radara i približno iste visine, možda su također bili izloženi RF zračenju antene te su zbog toga izrazili zabrinutost.

12.2.2. Neusmjereni radiofar

Većinu poslova na NDB-u obavljali su inženjeri u kabini s opremom. Od tih se radnika također povremeno zahtijevalo da uđu u postrojenje NDB-a kako bi podesili NDB i osigurali da je u skladu s ispravnim izlaznim specifikacijama; podešavanje se provodilo u ormariću koji se nalazio nekoliko metara od antene. Blizina NDB-a vatrogasnoj postaji zračne luke također je bila razlog za brigu vatrogascima u zračnoj luci.

12.2.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

Većinu poslova na DME-u obavljali su inženjeri u kabini s opremom. Od tih se radnika rijetko zahtijevalo da rade na samoj anteni, ali drugi radnici u zračnoj luci izrazili su zabrinutost jer se antena nalazila samo 2,5 m iznad zemlje i nije imala ograničenje pristupa.

12.3. Informacije o opremi koja proizvodi elektromagnetska polja

12.3.1. Radar

Radar se sastojao od generatora RF signala, koji proizvodi impulse RF zračenja, i rotirajuće antene. Generator RF signala bio je ugrađen u kabini s opremom, dok je antena bila postavljena na vrh čeličnoredkastog tornja. Signal se od generatora RF signala do antene prenosio pravokutnim valovodom. Primjer nadzornog radara zračne luke prikazan je na slici 12.1., a tehničke specifikacije radara prikazane su u tablici 12.1.

Slika 12.1. – Primjer nadzornog radara zračne luke



Tablica 12.1. – Tehničke specifikacije nadzornog radara zračne luke

Radni parametar	Vrijednost
Nazivna frekvencija odašiljanja	3 GHz
Nazivna vršna izlazna snaga	480 do 580 kW
Nazivna prosječna izlazna snaga	430 W
Duljina impulsa	0,75 do 0,9 μ s
Frekvencija ponavljanja impulsa	995 Hz
Brzina rotacije antene	15 rpm

12.3.2. Neusmjereni radiofar

NDB se sastojao od generatora RF signala, koji proizvodi amplitudno modeliran RF signal od 343 kHz s maksimalnom snagom od 100 W, i samostojećeg odašiljača u obliku 15 m visokog rešetkastog jarbola. Antena je bila ugrađena unutar postrojenja, koje je također imalo ormarić u kojem se nalazila oprema za podešavanje. Generator RF signala bio je ugrađen u kabini s opremom izvan postrojenja antene.

12.3.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

DME se sastojao od generatora RF signala i antene, koja je bila postavljena na kabinu s opremom. DME odašilje impulse radiofrekventnog zračenja kao odgovor na signale koje primi od zrakoplova koji prilaze zračnoj luci. RF signali odašilju se na frekvenciji u rasponu od 978 do 1 213 MHz s duljinom impulsa od 3,5 μ s. Razmak između impulsa je između 12 i 36 μ s.

12.4. Primjena u praksi

Radar, NDB i DME su automatizirani te se njima upravlja na daljinu. Izmjene opreme te povremene poslove održavanja obavljaju inženjeri, koji povremeno moraju pristupiti antenama. U svakom slučaju, generator RF signala isključuje se kada god je potreban pristup anteni.

12.5. Pristup procjeni izloženosti

Mjerenja izloženosti proveo je stručni konzultant pomoću specijalizirane instrumentacije (prijemna antena s pregradom spojena na analizator spektra za pružanje detaljne procjene izloženosti uzrokovane pulsirajućim radarskim signalom na određenim mjestima, i sonde s tri osi za mjerenje opasnosti od RF-a). Mjerenja su provedena na mjestima koja su radnicima pristupačna dok oprema odašilje.

12.5.1. Radar

Zbog prirode odašiljanja radarskog signala (RF signal se sastoji od kratkih impulsa, a antena se rotira), izloženost na bilo kojem mjestu nije stalna te je iz tog razloga bilo potrebno provesti detaljnu procjenu izloženosti u smislu dvije veličine:

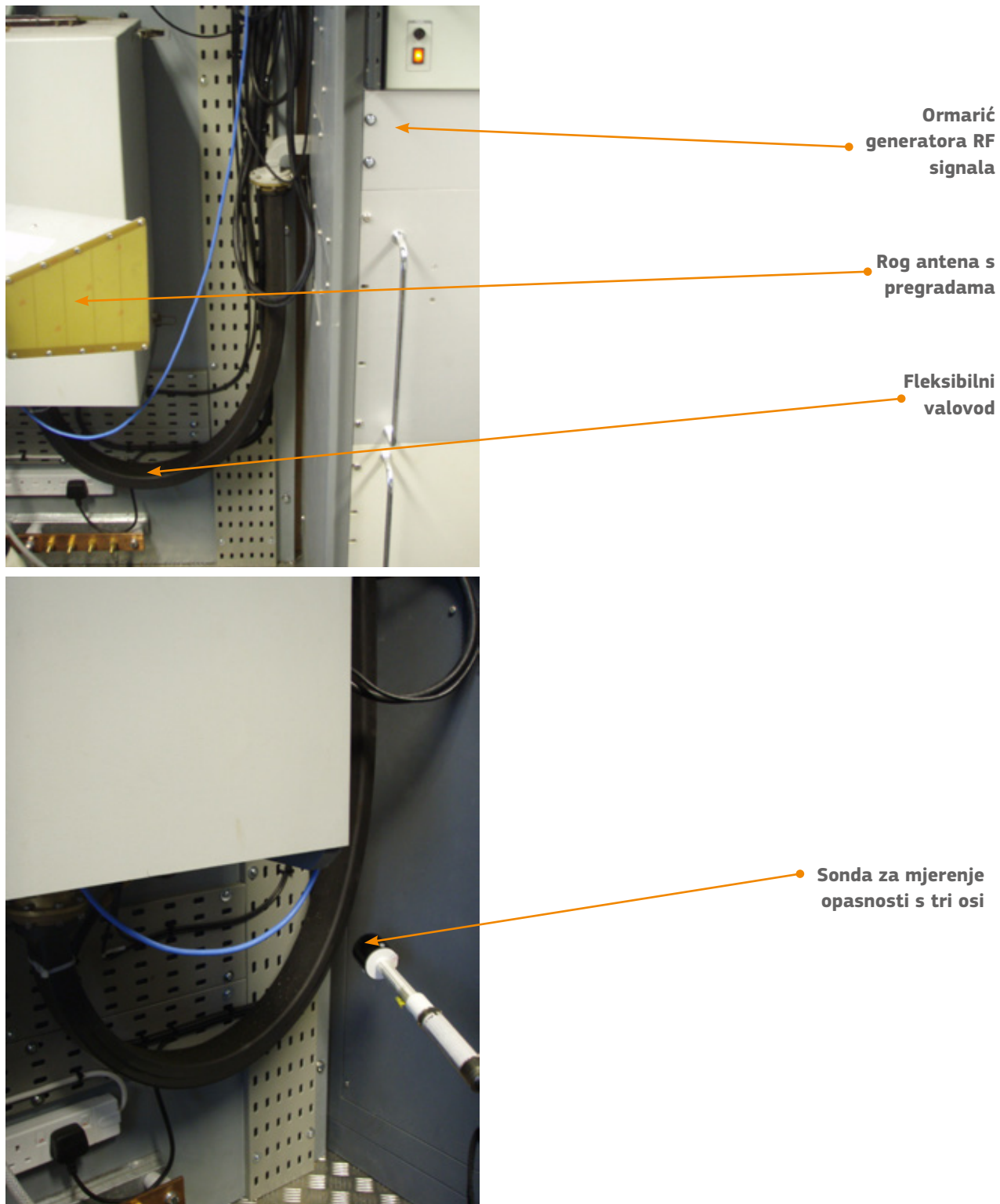
- vršna gustoća snage, koja je mjera izloženosti koju bi radnik mogao primiti od svakog pojedinačnog impulsa RF signala;
- prosječna gustoća snage, koja se računa iz vršne gustoće snage i mjera je izloženosti uprosječena kroz nekoliko minuta, uzimajući u obzir pulsirajuću prirodu radarskog signala i vrijeme rotacije antene.

Mjerenja gustoće snage provedena su na četiri mjesta u tornju za kontrolu zračnog prometa pomoću antene s pregradom i analizatora spektra.

Provedena su i mjerenja jakosti električnog polja na nekoliko mjesta pomoću sonde za mjerenje opasnosti od RF-a.

Mjerenja su provedena u kabini s opremom, na tornju antene, blizu valovoda (posebna pozornost posvećena je spojnim priрубnicama i svim dijelovima fleksibilnog valovoda (slika 12.2.)), tornju za kontrolu zračnog prometa i drugim područjima oko radara koja su pristupačna radnicima, uključujući radnike izložene posebnom riziku.

Slika 12.2. – Provođenje mjerenja oko fleksibilnog valovoda u kabini s radarskom opremom



12.5.2. Neusmjereni radiofar

Mjerenja jakosti električnog polja provedena su pomoću sonde za mjerenje opasnosti od RF-a na mjestima oko NDB-a koja su pristupačna radnicima, a posebna pozornost posvećena je područjima u kojima borave inženjeri zračnog prometa i vatrogasci zračne luke.

12.5.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

Mjerenja jakosti električnog polja provedena su pomoću sonde za mjerenje opasnosti od RF-a unutar kabine s opremom i na najbližem mjestu pristupa anteni izvan kabine, što je prikazivalo radnika koji pruža ruku prema anteni kada stoji na razini tla.

12.6. Rezultati procjene izloženosti

Rezultati mjerenja uspoređeni su s relevantnim vrijednostima upozorenja (AL-ovima), a značajni rezultati procjene izloženosti prikazani su u tablicama 12.2., 12.3. i 12.4. Prilikom procjene izloženosti radnika koji su izloženi posebnom riziku, usporedba je provedena s pomoću referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) (vidjeti Dodatak E svesku 1. ovog vodiča).

Tablica 12.2. – Sažetak rezultata procjene izloženosti uzrokovane radarom

Lokacija	Izmjerena količina	Rezultat	Postotak izloženosti	
			Relevantna vrijednost upozorenja ^{1,2}	Referentna razina iz 1999/519/EZ ³
Krov tornja za kontrolu zračnog prometa	Vršna gustoća snage	33 000 Wm ⁻²	66 %	330 %
	Prosječna gustoća snage	0,012 Wm ⁻²	0,024 %	0,12 %
Kabina s opremom	Maksimalna jakost električnog polja	< 0,1 Vm ⁻¹	< 0,1 %	< 0,2 %
10 cm od fleksibilnog valovoda izvan kabine s opremom		29 Vm ⁻¹	21 %	48 %
Položaj trupa na najbližem mjestu pristupa anteni na tornju antene		31 Vm ⁻¹	22 %	51 %

¹ Zabilježeno je da vrijednosti upozorenja za gustoću snage RF zračenja na frekvencijama ispod 6 GHz nisu pružene u Direktivi o elektromagnetskim poljima, što je od posebne važnosti za pulsirajuće RF signale, te je stoga, u skladu s elicitacijom 15. Direktive o elektromagnetskim poljima, konzultant pogledao smjernice za procjenu izloženosti pulsirajućem RF zračenju radara koje je pružila Međunarodna komisija za zaštitu od neionizirajućeg zračenja (ICNIRP), kako slijedi:

300 GHz: Referentna razina na radu za vršnu gustoću snage za pulsirajuće RF zračenje frekvencije u rasponu od 2 do 300 GHz: 50 000 Wm⁻²
Referentna razina na radu za prosječnu gustoću snage pri frekvenciji u rasponu od 2 do 300 GHz: 50 Wm⁻²

² Vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu od 2 do 6 GHz: 140 Vm⁻¹

³ Referentne razine iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ):

Vršna gustoća snage za pulsirajuće RF zračenje pri frekvencijama u rasponu od 2 do 300 GHz: 10 000 Wm⁻²,
Prosječna gustoća snage pri frekvencijama u rasponu od 2 do 300 GHz: 10 Wm⁻²,
Jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu od 2 do 300 GHz: 61 Vm⁻¹.

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na ±2,7 dB te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-ovima.

Tablica 12.3. – Sažetak rezultata procjene izloženosti uzrokovane NDB-om

Lokacija	Maksimalna jakost električnog polja (Vm^{-1})	Postotak izloženosti		Referentna razina iz 1999/519/EZ ³
		Niska vrijednost upozorenja ¹	Visoka vrijednost upozorenja ²	
Kabina s opremom	100	59 %	17 %	120 %
Prostorija vatrogasne službe	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
Granična ograda postrojenja NDB-a	270	160 %	45 %	310 %

¹ Niska vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu 3 kHz do 10 MHz: 170 Vm^{-1}

² Visoka vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu 3 kHz do 10 MHz: 610 Vm^{-1}

³ Referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu od 150 kHz do 1 MHz: 87 Vm^{-1}

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 2,7$ dB te su rezultati usklađeni s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-om.

Tablica 12.4. – Sažetak rezultata procjene izloženosti uzrokovane DME-om

Lokacija	Maksimalna jakost električnog polja (Vm^{-1})	Postotak izloženosti	
		Vrijednost upozorenja ¹	Referentna razina iz 1999/519/EZ ²
Kabina s opremom	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
2,5 m iznad razine tla, 0,6 m od antene	14	15 %	33 %

¹ Najrestriktivnija vrijednost upozorenja za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu odašiljanja DME-a od 978 do 1 213 MHz: 94 Vm^{-1}

² Najrestriktivnija referentna razina iz Preporuke Vijeća (1999/519/EZ) za jakost električnog polja pri frekvencijama u rasponu odašiljanja DME-a od 978 do 1 213 MHz: 43 Vm^{-1}

N.B.: Nepreciznost u mjerenjima procjenjuje se na $\pm 2,7$ dB te su rezultati u skladu s pristupom „podijeljenog rizika“ (vidjeti Dodatak D5 svesku 1. ovog vodiča) izravno uspoređeni s AL-ovima/RL-ovima.

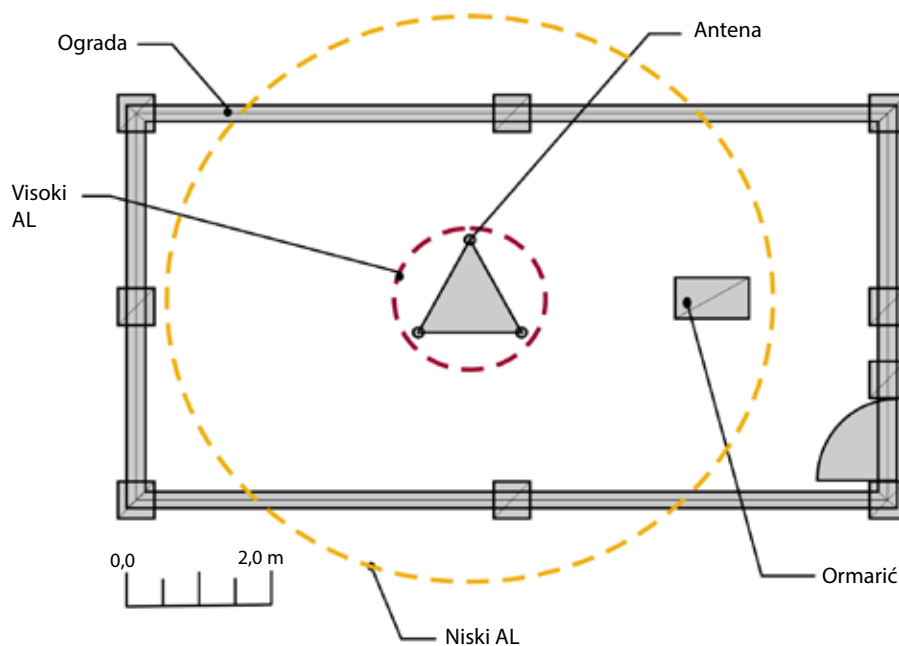
12.6.1. Radar

Rezultati procjene izloženosti naznačili su da je izloženost zračenju radiofrekventnih polja od radara bila ispod AL-ova u Direktivi o elektromagnetskim poljima. Međutim, procjena je istaknula neka područja na kojima su referentne razine navedene u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) premašene, iako nije vjerojatno da će u tim prostorima biti radnici izloženi osobitom riziku.

12.6.2. Neusmjereni radiofar

Rezultati procjene izloženosti naznačili su da je izloženost RF zračenju od neusmjerenog radiofara bila iznad niskog AL-a električnog polja (slika 12.3.) i iznad referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) u područjima izvan ograde koja okružuje NDB. U ovim područjima mogu se kretati radnici, uključujući one izložene posebnom riziku.

Slika 12.3. – Pogled odozgo koji prikazuje obrise unutar kojih vrijednosti upozorenja mogu biti premašene oko neusmjerenog radiofara



12.6.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

Rezultati procjene izloženosti naznačili su da je izloženost RF zračenju od opreme za mjerenje udaljenosti bila ispod AL-a i referentnih razina navedenih u Direktivi o elektromagnetskim poljima (1999/519/EZ) u svim dostupnim područjima koja okružuju opremu za mjerenje udaljenosti.

12.7. Procjena rizika

Na temelju procjene izloženosti koju je proveo konzultant, operater zračne luke je izvršio procjenu rizika za radar, NDB i DME. Ovo je bilo u skladu s metodologijom koju predlaže OIRA (platforma za internetsku interaktivnu procjenu rizika agencije EU-OSHA). Na temelju procjene rizika doneseni su zaključci:

- radnici izloženi osobitom riziku mogu se suočiti s opasnošću od radara na krovu tornja za kontrolu zračnog prometa;
- radnici, uključujući one izložene osobitom riziku, imali su neograničen pristup područjima oko neusmjerenog radiofara u kojem su premašeni niski AL-ovi za učinke na osjetila, zbog toga što je granična ograda postavljena preblizu odašiljaču;
- nije bilo vjerojatno da će radnici biti u opasnosti u vezi s opremom za mjerenje udaljenosti.

Operater zračne luke razvio je akcijski plan iz procjene rizika i to je dokumentirano.

Primjeri procjene rizika elektromagnetskih polja za radar, NDB i DME prikazani su u tablicama 12.5., 12.6. i 12.7.

Tablica 12.6. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za neusmjereni radiofar

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost			Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće	Vjerojatno		
Izravni učinci radiofrekvencije	Fizička zabrana pristupa postrojenju odašiljača neovlaštenim osobama	Inženjeri	✓					✓	Nizak	Premjestiti graničnu ogradu tako da obuhvaća čitavo područje u kojem snaga električnog polja premašuje nisku vrijednost upozorenja
	Jednostavan postupak za osiguravanje da je odašiljač isključen kad god je potreban pristup tornju antene	Radnici u zračnoj luci	✓					✓	Nizak	Navesti specifična upozorenja u informacijama o sigurnosti lokacije
	Samo obavijesti upozorenja od električnog udara	Radnici izloženi posebnom riziku (uključujući trudne radnice)	✓					✓	Nizak	Prikazati prikladne obavijesti o opasnosti od radiofrekvencija na mjestima pristupa neusmjerenom radiofaru Pripremiti postupak za provođenje podešavanja neusmjerenog radiofara Omogućiti obuku s ciljem podizanja svijesti o sigurnosti od radiofrekvencija inženjerima koji provode podešavanje signala neusmjerenog radiofara
Neizravni učinci radiofrekvencije (interferencija s medicinskim implantatima)	Samo obavijesti upozorenja od električnog udara Svi radnici moraju obavijestiti operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓				✓	Srednji	Vidjeti gore

Tablica 12.7. – Procjena rizika od elektromagnetskih polja za opremu za mjerenje udaljenosti

Opasnosti	Postojeće preventivne mjere i mjere opreza	Osobe izložene riziku	Ozbiljnost			Vjerojatnost		Procjena rizika	Novo preventivne mjere i mjere opreza
			Manja	Ozbiljna	Smrtonosna	Nije vjerojatno	Moguće		
Izravni učinci radiofrekvencije	Jednostavan postupak za osiguravanje da je odašiljač isključen kad god je potreban pristup tornju antene	Inženjeri	✓			✓		Nizak	Ne postoje
		Radnici u zračnoj luci	✓			✓		Nizak	
		Radnici izloženi posebnom riziku (uključujući trudne radnice)	✓			✓		Nizak	
Neizravni učinci radiofrekvencije (interferencija s medicinskim implantatima)	Svi radnici moraju obavijestiti operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat	Radnici koji su izloženi posebnom riziku		✓		✓		Nizak	Ne postoje

12.8. Mjere opreza koje su već bile na snazi

12.8.1. Radar

S radarom su bile vezane mnoge mjere zaštite i preventivne mjere, uključujući:

- kabina s opremom i toranj antene dio su postrojenja ograđenog sigurnosnom ogradom oko vanjskog ruba;
- vrata kabine s opremom i vrata postrojenja bila su zaključana kad su bila bez nadzora, i pristup ključevima bio je ograničen samo na ovlaštene radnike;
- stubište koje vodi do tornja antene bilo je zaključano iza odvojenih vrata unutar postrojenja;
- na vrata postrojenja radara i vrata stubišta koje vodi do tornja antene pričvršćene su obavijesti upozorenja (slika 12.4.);
- blokade na ormariću generatora RF signala u kabini za opremu;
- jednostavan postupak za osiguravanje da je generator RF signala isključen kad god je potreban pristup tornju antene;
- zaštita za osiguravanje da je generator RF signala isključen ako se radar prestane rotirati;
- svi radnici u zračnoj luci morali su obavijestiti operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat.

Slika 12.4. – Obavijesti upozorenja na vratima postrojenja radara (lijevo) i vrata stubišta koje vodi do tornja antene (desno)



12.8.2. Neusmjereni radiofar

Prije procjene izloženosti koju je proveo savjetnik, na snazi je bilo vrlo malo mjera opreza i preventivnih mjera. One su bile ograničene na:

- graničnu ogradu oko odašiljača;
- na ogradu koja okružuje neusmjereni radiofar postavljene su obavijesti upozorenja od rizika od strujnog udara;
- jednostavan postupak za osiguravanje da je generator RF signala isključen kad god je potreban pristup tornju antene;
- svi radnici u zračnoj luci morali su obavijestiti operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat.

12.8.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

Jednostavan postupak za osiguravanje da je generator RF signala isključen kad god je potreban bliski pristup anteni bio je na mjestu prije procjene izloženosti.

12.9. Dodatne mjere opreza kao rezultat procjene

12.9.1. Radar

Postojećom zaštitom i preventivnim mjerama osigurano je da je izloženost radnika u zračnoj luci uglavnom bila ispod relevantnih AL-ova i referentnih razina navedenih u Preporuci Vijeća (1999/519/EZ) za područja u kojima su obavljena mjerenja. Jedini izuzetak bio je krov tornja za kontrolu zračnog prometa, gdje su se radnici izloženi osobitom riziku mogli suočiti s opasnošću od izloženosti RF zračenju koje ispušta radar, iako se smatralo da nije vjerojatno da će ti radnici morati pristupiti ovom području.

Kao rezultat procjene izloženosti, operater zračne luke proveo je neke manje preporuke po savjetima konzultanta:

- na vratima koja vode do krova tornja za kontrolu zračnog prometa nalaze se obavijesti upozorenja, koje uključuju piktogram antene koja zrači i riječi „Oprez - neionizirajuće zračenje”;

- radnici u zračnoj luci obaviješteni su o važnosti obavješćivanja operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat;
- obavijesti koje se osobito odnose na opasnosti od neionizirajućeg zračenja povezane s radarom uključene su u informacije o sigurnosti lokacije.

Iako nije provedena u ovom slučaju, treba primijetiti da se dodatna zaštitna mjera poznata kao „izostavljanje sektora”, u kojoj radar odašilje smanjenom snagom u unaprijed određenoj regiji rotacije, može razmatrati ako se procjenom izloženosti identificira značajan rizik od izloženosti RF zračenju od radara. To bi uključivalo programiranje radara da smanji ili isključi snagu RF zračenja za period svoje rotacije tijekom kojeg je antena okrenuta prema kritičnom području. Međutim, uporaba izostavljanja sektora mora se vrlo pažljivo razmotriti te se prednosti moraju razmotriti u usporedbi s rizicima povezanim s nedostatkom nadzornih podataka koji bi proizašli iz radara koji odašilje smanjenom snagom.

12.9.2. Neusmjereni radiofar

Daljnje preventivne mjere i mjere zaštite uspostavljene su nakon detaljnije procjene izloženosti.

Kao rezultat procjene izloženosti, operater zračne luke proveo je neke preporuke po savjetima konzultanta:

- granična ograda koja okružuje neusmjereni radiofar pomaknuta je dalje od odašiljača tako da pokriva područje u kojem snaga električnog polja premašuje niski AL. Zabilježeno je da bi alternativa pomicanju granične ograde bila provođenje obuke za radnike koji će možda morati pristupati području, ali pomicanje granične ograde bilo je jednostavnije i učinkovitije rješenje;
- na vratima postrojenja neusmjerenog radiofara nalaze se obavijesti upozorenja, koje uključuju piktogram antene koja zrači i riječi „Oprez – neionizirajuće zračenje”;
- razvijen je postupak za provođenje podešavanja signala neusmjerenog radiofara;
- inženjeri koji će možda morati provoditi podešavanje neusmjerenog radiofara u postrojenju prošli su obuku s ciljem podizanja svijesti o RF zračenju;
- radnici u zračnoj luci obaviješteni su o važnosti obavješćivanja operatera zračne luke ako imaju medicinski implantat;
- obavijesti koje se osobito odnose na opasnosti od neionizirajućeg zračenja povezane s neusmjerenim radiofarom uključene su u informacije o sigurnosti lokacije.

12.9.3. Oprema za mjerenje udaljenosti

- Nisu provedene dodatne preventivne mjere i mjere zaštite jer se procijenilo da su postojeće mjere odgovarajuće.

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 radnom 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

