



Eiropas
Komisija

Nesaistoša
labas prakses rokasgrāmata
par Direktīvas 2013/35/ES
īstenošanu

Elektromagnētiskie lauki

2. sējums. Gadījumu analīzes

Šī publikācija saņēmusi Eiropas Savienības Nodarbinātības un sociālās inovācijas programmas *EaSI* (2014–2020) finansiālu atbalstu.

Plašāka informācija atrodama: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Nesaistoša
labas prakses rokasgrāmata
par Direktīvas 2013/35/ES
īstenošanu

Elektromagnētiskie lauki

2. sējums. Gadījumu analīzes

Eiropas Komisija
Nodarbinātības,
sociālo lietu un iekļautības ģenerāldirektorāts
B3 nodaļa

Manuskripts pabeigts 2014. gada novembrī

Ne Eiropas Komisija, ne personas, kas rīkojas tās vārdā, neatbild par to, kādā veidā tiek izmantota šajā publikācijā iekļautā informācija.

Laikā, kad tika pabeigts šis manuskripts, šajā publikācijā norādītās saites bija pareizas.

Vāka fotogrāfija: © corbis

Lai jebkādā veidā izmantotu vai reproducētu fotoattēlus, kuru autortiesības nepieder Eiropas Savienībai, atļauja jāsaņem nepastarpināti no autortiesību īpašnieka(-iem).

Dienests *Europe Direct* jums palīdzēs rast atbildes
uz jautājumiem par Eiropas Savienību.

Bezmaksas tālruņa numurs (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Sniegtā informācija, kā arī lielākā daļa tālruņa zvanu ir bezmaksas (tomēr daži operatori, taksofoni vai viesnīcas var no jums iekasēt maksu).

Papildu informācija par Eiropas Savienību ir pieejama internetā (<http://europa.eu>).

Luksemburga: Eiropas Savienības Publikāciju birojs, 2015. gads

ISBN 978-92-79-45935-1

doi: 10.2767/780776

© Eiropas Savienība, 2015. gads

Reproducēšana ir atļauta, ja tiek norādīts avots.

SATURA RĀDĪTĀJS

SATURA RĀDĪTĀJS	3
Gadījumu analīzes.....	7
1. Birojs	9
1.1. Darba vieta	9
1.2. Darba apraksts.....	9
1.3. Novērtēšanas metode	10
1.4. Novērtējuma rezultāti.....	10
1.5. Riska novērtējums	10
1.6. Veiktie piesardzības pasākumi	11
1.7. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	11
2. Kodolmagnētiskās rezonanses (KMR) spektrometrs.....	12
2.1. Darba vieta	12
2.2. Darba apraksts.....	12
2.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	12
2.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	13
2.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti	14
2.6. Riska novērtējums	14
2.7. Veiktie piesardzības pasākumi	15
2.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtēšanas.....	16
3. Elektrolīze.....	17
3.1. Darba vieta	17
3.2. Darba apraksts.....	17
3.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	17
3.3.1. Elektrolīzeru zāle.....	17
3.3.2. Taisngriežu kamera.....	18
3.4. Kā notiek process?.....	20
3.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	20
3.5.1. Elektrolīzeru zāle.....	21
3.5.2. Taisngriežu kamera.....	21
3.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti	22
3.6.1. Elektrolīzeru zāle.....	23
3.6.2. Taisngriežu kamera.....	27
3.7. Riska novērtējums	29
3.8. Veiktie piesardzības pasākumi	31
3.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtēšanas.....	31
3.10. Plašākas informācijas avoti	31
4. Medicīna.....	32
4.1. Darba vieta	32
4.2. Darba apraksts.....	32
4.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	32
4.3.1. Elektroķirurģijas aparāti	32
4.3.2. Transkraniālā magnētiskā stimulācija.....	33

4.3.3.	Īsviļņu diatermija.....	34
4.4.	Lietošana.....	34
4.4.1.	Elektroķirurģijas aparāti.....	34
4.4.2.	Transkraniālā magnētiskā stimulācija.....	34
4.4.3.	Īsviļņu diatermija.....	35
4.5.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	35
4.6.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	36
4.6.1.	Elektroķirurģijas aparāts.....	36
4.6.2.	TMS ierīce.....	39
4.6.3.	Īsviļņu diatermija.....	43
4.7.	Riska novērtējums.....	43
4.7.1.	Elektroķirurģijas aparāts.....	43
4.7.2.	TMS ierīce.....	43
4.8.	Veiktie piesardzības pasākumi.....	46
4.9.	Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	46
4.9.1.	Elektroķirurģijas aparāts.....	46
4.9.2.	TMS ierīce.....	46
4.9.3.	Īsviļņu diatermija.....	47
5.	Inženieru darbnīca.....	48
5.1.	Darba vieta.....	48
5.2.	Darba apraksts.....	48
5.3.	Kā notiek procesi?.....	48
5.3.1.	Magnētiskā defektoskopija.....	48
5.3.2.	Atmagnetizēšanas iekārta.....	49
5.3.3.	Virsmas slīpēšanas mašīna.....	50
5.3.4.	Citi darbnīcā izmantotie rīki.....	50
5.4.	Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	51
5.5.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	51
5.6.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	51
5.6.1.	Magnētiskā defektoskopija.....	51
5.6.2.	Atmagnetizēšanas iekārta.....	52
5.6.3.	Virsmas slīpēšanas mašīna.....	54
5.6.4.	Citi darbnīcā izmantotie rīki.....	54
5.7.	Riska novērtējums.....	55
5.8.	Veiktie piesardzības pasākumi.....	59
5.9.	Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	59
5.10.	Atsauce uz plašākas informācijas avotiem.....	61
6.	Automehānika.....	63
6.1.	Darba vieta.....	63
6.2.	Darba apraksts.....	63
6.3.	Kā notiek procesi?.....	63
6.4.	Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	65
6.5.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	67
6.6.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	68
6.6.1.	Remontdarbnīcas punktmetināšanas iekārtu ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	69
6.6.2.	Remontdarbnīcas induktīvo sildītāju ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	71
6.7.	Ekspozīcijas novērtējuma secinājumi.....	72
6.8.	Riska novērtējums.....	74
6.9.	Veiktie piesardzības pasākumi.....	74
6.10.	Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	75
6.11.	Punktmetināšanas iekārtas transportlīdzekļu ražošanā.....	76

6.11.1.	Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu novērtējums.....	76
6.11.2.	Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtas mērījumu rezultāti.....	78
6.11.3.	Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu mērījumu rezultāti attiecībā uz RL.....	80
6.11.4.	Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu mērījumu rezultāti attiecībā uz ER.....	80
7.	Metināšana.....	83
7.1.	Darba vieta.....	83
7.2.	Darba apraksts.....	83
7.3.	Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	83
7.3.1.	Punktmetināšanas iekārtas.....	83
7.3.2.	Kontaktšuves metināšanas iekārta.....	84
7.4.	Kā notiek procesi?.....	85
7.5.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	85
7.6.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	86
7.6.1.	Galda punktmetināšanas iekārta.....	86
7.6.2.	Pārnēsājama uzkārtā punktmetināšanas iekārta.....	87
7.6.3.	Kontaktšuves metināšanas iekārta.....	89
7.7.	Riska novērtējums.....	90
7.8.	Veiktie piesardzības pasākumi.....	94
7.9.	Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	94
7.10.	Atsauce uz plašākas informācijas avotiem.....	95
7.10.1.	Galda punktmetināšanas iekārta.....	95
7.10.2.	Pārnēsājama uzkārtā punktmetināšanas iekārta.....	96
7.10.3.	Kontaktšuves metināšanas iekārta.....	96
8.	Metalurģiskā ražošana.....	98
8.1.	Darba vieta.....	98
8.2.	Darba apraksts.....	98
8.3.	Informācija par iekārtām, kas rada EML, un to lietošanu.....	98
8.3.1.	Maza apjoma sakausējumu ražotne.....	98
8.3.2.	Ferotitāna ražotne.....	99
8.3.3.	Liels elektriskās kausēšanas komplekss.....	99
8.3.4.	Loka krāšņu ražotne.....	100
8.3.5.	Analītisko pakalpojumu laboratorija.....	100
8.4.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	101
8.4.1.	Maza apjoma sakausējumu ražotne.....	101
8.4.2.	Ferotitāna ražotne.....	101
8.4.3.	Liels elektriskās kausēšanas komplekss.....	101
8.4.4.	Loka krāšņu ražotne.....	102
8.4.5.	Analītisko pakalpojumu laboratorija.....	102
8.5.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	102
8.5.1.	Sākotnējais ekspozīcijas novērtējums.....	102
8.5.2.	Detalizēts ekspozīcijas novērtējums attiecībā uz indukcijas krāsni maza apjoma sakausējumu ražotnē.....	104
8.6.	Riska novērtējums.....	106
8.7.	Veiktie piesardzības pasākumi.....	108
8.8.	Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	108
8.9.	Atsauce uz plašākas informācijas avotiem.....	109
9.	Radiofrekvenču (RF) plazmas ierīces.....	112
9.1.	Darba apraksts.....	112
9.2.	Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	112
9.3.	Kā notiek process?.....	113
9.4.	Ekspozīcijas novērtēšanas metode.....	113
9.5.	Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti.....	115

9.6. Riska novērtējums	116
9.7. Veiktie piesardzības pasākumi	117
9.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	118
9.9. Papildinformācija.....	119
10. Jumta antenas.....	120
10.1. Darba vieta	120
10.2. Darba apraksts	120
10.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	121
10.4. Kā notiek process?	123
10.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode	123
10.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti	124
10.7. Riska novērtējums	125
10.8. Veiktie piesardzības pasākumi	126
10.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	127
11. Rācijās	128
11.1. Darba vieta	128
11.2. Darba apraksts	128
11.3. Kā notiek process?	130
11.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode	130
11.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti	130
11.6. Riska novērtējums	130
11.7. Veiktie piesardzības pasākumi	131
11.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	131
12. Lidostas	132
12.1. Darba vieta	132
12.2. Darba apraksts	132
12.2.1. Radars.....	132
12.2.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	132
12.2.3. Attāluma mērīšanas iekārta	133
12.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML.....	133
12.3.1. Radars.....	133
12.3.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	134
12.3.3. Attāluma mērīšanas iekārta	134
12.4. Kā notiek procesi?	134
12.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode	134
12.5.1. Radars.....	134
12.5.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	136
12.5.3. Attāluma mērīšanas iekārta	136
12.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti	136
12.6.1. Radars.....	137
12.6.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	137
12.6.3. Attāluma mērīšanas iekārta	138
12.7. Riska novērtējums	138
12.8. Veiktie piesardzības pasākumi	141
12.8.1. Radars.....	141
12.8.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	142
12.8.3. Attāluma mērīšanas iekārta	142
12.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma.....	142
12.9.1. Radars.....	142
12.9.2. Nevērsta darbības radiobāka.....	143
12.9.3. Attāluma mērīšanas iekārta	143

GADĪJUMU ANALĪZES

Šis gadījumu analīžu apkopojums veido Nesaistošās labas prakses rokasgrāmatas par Elektromagnētisko lauku direktīvas jeb EML direktīvas (2013/35/ES) īstenošanu 2. sējumu. Tas jālasa kopā ar rokasgrāmatas pamattekstu, kas dots 1. sējumā.

Šīs gadījumu analīzes ir izstrādātas dažādām profesionālajām nozarēm, kurās galvenokārt iesaistīti darba ņēmēji no maziem un vidējiem uzņēmumiem. To pamatā ir reālu dzīves situāciju reāls novērtējums. Taču, ņemot vērā dažu šo novērtējumu sarežģītību, tie ir vienkāršoti vai apkopoti, lai padarītu tos noderīgākus lasītājam un samazinātu šā sējuma kopējo garumu. Ar tām paredzēts ilustrēt, cik dažādas praktiskās metodes darba devēji var izmantot, lai pārvaldītu ar ekspozīciju elektromagnētiskajiem laukiem saistītus riskus. Tie ietver labas prakses piemērus.

Dažas gadījumu analīzes ir papildinātas ar kontūru diagrammām, kas paredzētas, lai shematiski (plānā) parādītu izmērīto (vai aprēķināto) ekspozīcijas līmeni ap noteiktām iekārtām.

Dažās gadījumu analīzēs ir ietverti datormodelēšanas rezultāti — krāsainās diagrammās attēlots maksimālais inducētais elektriskais lauks vai noteikts enerģijas absorbcijas līmenis 2 mm³ vokseļu cilvēka modelī. Šo diagrammu mērķis ir shematiski parādīt, kur cilvēka ķermenī tiek absorbēts lauks, nevis sniegt precīzu informāciju par šo lauku lielumu. Zemas frekvences diagrammās ir attēloti maksimālie inducētie elektriskie lauki, nevis 99. procentiles inducētie elektriskie lauki (ko izmanto salīdzināšanai ar ekspozīcijas robežvērtībām (ER)).

Šajā sējumā ir iekļautas šādu gadījumu analīzes:

- 1) **birojs,**
- 2) **kodolmagnētiskās rezonanses (KMR) spektrometrs,**
- 3) **elektrolīze,**
- 4) **medicīna,**
- 5) **inženieru darbnīca,**
- 6) **automehānika,**
- 7) **metināšana,**
- 8) **metalurģiskā ražošana,**
- 9) **radiofrekvenču (RF) plazmas ierīces,**
- 10) **jumta antenas,**
- 11) **portatīvi radoraidītāji un uztvērēji,**
- 12) **lidostas.**

1. BIROJS

1.1. Darba vieta

Šī gadījuma analīze attiecas uz biroja telpu grupu vidēji lielā inženieruzņēmumā. Biroja telpās ir parastas elektriskās biroja iekārtas, kas darbojas ar tīkla elektrību. Datori ir gan galddatori, kas pieslēgti lokālajam tīklam (*LAN*), gan klēpjatori, kas izmanto *Wi-Fi* sistēmu un tīkla serveri. Ir arī neliela virtuve darbiniekiem. Virtuvē ir šādas elektriskās iekārtas: tējkanna, ledusskapis un mikroviļņu krāsns. Atsevišķā telpā atrodas liels centrālais tīkla serveris. Biroja telpu drošību garantē radiofrekvences identifikācijas (RFID) piekļuves kontroles sistēma, un katram biroja darbiniekam ir piekļuves marķierierīce. Biroja vadītājs nolēma pārskatīt biroja riska novērtējumu pēc tam, kad no kolēģiem bija dzirdējis par jaunajiem tiesību aktiem, ar ko īsteno EML direktīvu.

1.2. Darba apraksts

Biroja darbinieki lielu daļu laika pavada, strādājot ar datoriem un sarunājoties pa bezvadu (*DECT*) un mobilajiem tālruņiem. Piekļuves marķierierīce, kas iekārta lentē, ļauj iekļūt biroja telpās, kad to novieto RFID durvju slēdžu tuvumā. Daži no šiem elektromagnētisko lauku avotiem ir parādīti 1.1. attēlā. Visi darbinieki var izmantot virtuvi, lai pagatavotu karstus dzērienus un uzsildītu ēdienu mikroviļņu krāsnī.

1.1. attēls. Elektromagnētisko lauku avoti birojā

RFID durvju slēdzis



Datori un tālruņi



Tīkla serveris



1.3. Novērtēšanas metode

Biroja vadītājs izstaigāja biroja telpas, izdarot piezīmes par iekārtām, kas izmanto elektroenerģiju, tostarp tām, kas rada elektromagnētiskos laukus, un aprunājās ar darba ņēmējiem, lai pārliecinātos, ka nevienu iekārtu nav palaidis garām. Izlasījis Nesaistošās labas prakses rokasgrāmata par Direktīvas 2013/35/ES (Elektromagnētisko lauku direktīvas) īstenošanu pirmo sadaļu, biroja vadītājs saprata, ka labākais veids, kā novērtēt risku, ir noskaidrot, vai noteiktās iekārtas ir iekļautas 3.2. tabulā, kas dota rokasgrāmatas 1. sējuma 3. nodaļā. Ja kāda iekārta minētajā tabulā nav iekļauta, var būt jāveic papildu novērtējums.

1.4. Novērtējuma rezultāti

Biroja vadītājs uzskaitīja visas elektriskās iekārtas (1.1. tabula) un atzīmēja, vai tās ir iekļautas rokasgrāmatas 1. sējuma 3. nodaļā dotajā 3.2. tabulā.

1.1. tabula. Birojā esošo elektrisko iekārtu saraksts

Iekārta	Zems risks ikvienam darba ņēmējam (3.2. tabula 3. nodaļā)	Novērtējums jāveic attiecībā uz darba ņēmējiem ar aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm (AIMI) vai uz ķermeņa nēsājamām medicīnas ierīcēm (3.2. tabula 3. nodaļā)	Piezīmes
Datori	✓		
Tīkla serveris ar nepārtraukto barošanu (UPS) un tīkla vadiem	✓		UPS jauda ir tāda pati kā parastai elektropadevei.
Klēpjdati (ar Wi-Fi)		✓	
Bezvadu (DECT) tālruņi		✓	
Tīkla vadi	✓		
Mobilie tālruņi		✓	
Fotokopētājs	✓		
Wi-Fi piekļuves centri		✓	
Tējkanna	✓		
Ledusskapis	✓		
Mikroviļņu krāsns	✓		Krāsns jāuztur labā stāvoklī.
RFID drošības piekļuve		✓	

1.5. Riska novērtējums

Novērtējuma rezultāti liecina, ka, lietojot biroja iekārtas, kas uzskaitītas rokasgrāmatas 1. sējuma 3. nodaļā dotajā 3.2. tabulā, netiks pārsniegtas attiecīgās EML direktīvā noteiktās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību. Taču ir iespējams, ka citas 3.2. tabulā minētās iekārtas var traucēt tādu aktīvu implantētu medicīnas ierīču (AIMI) vai uz ķermeņa nēsājamu medicīnas ierīču darbību, kuras lieto darbinieki. EML īpašā riska novērtējums, kas attēlots 1.2. tabulā, tika pievienots vispārējam biroja riska novērtējumam.

1.6. Veiktie piesardzības pasākumi

Mikroviļņu krāsns vispārējā stāvokļa periodiskas pārbaudes veic parasto biroja drošuma pārbaūžu ietvaros.

1.7. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Biroja vadītājs ievieš dažus vienkāršus pasākumus:

- katra jauna iekārta, kas ir cita veida iekārta, ir jāpārbauda, ņemot vērā EML direktīvu, lai noskaidrotu, vai tā ietekmē riska novērtējuma iznākumu;
- ja kāds biroja darbinieks norāda, ka ir pakļauts īpašam riskam aktīvas implantētas medicīnas ierīces dēļ, biroja vadītājs kopā ar viņu pārbauda informāciju, ko ir sniedzis medicīnas speciālists, kurš ir atbildīgs par šā darbinieka aprūpi.

1.2. tabula. Īpaši papildinājumi vispārējā biroja riska novērtējumā attiecībā uz EML

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams		
Mikroviļņu krāsns radīts EML starojums	Mikroviļņu krāsns vispārējā stāvokļa periodiskas pārbaudes, tostarp pārbaudes, vai nav bojātas durvju blīves, stiklā iestrādātais režģis, kā arī drošības slēdžu pārbaudes	Visi darbinieki	✓			Zems	Nav vajadzīgi
EML starojuma radīti aktīvu implantēto medicīnas ierīču (AIMI) vai uz ķermeņa nēsājamu medicīnas ierīču darbības traucējumi	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓			Zems	Nodrošināt, ka attiecībā uz darba ņēmējiem, kuri lieto elektriskas medicīnas iekārtas vai ierīces, tiek veikts individuāls riska novērtējums, tiklīdz viņi atgriežas darbā, ja ir iespējams apzināt un veikt piesardzības pasākumus, ko ieteikuši viņus konsultējošie mediķi. Ir jānovērtē ikviena jauna iekārta.

2. KODOLMAGNĒTISKĀS REZONANSES (KMR) SPEKTROMETRS

2.1. Darba vieta

Kodolmagnētiskās rezonanses (KMR) spektrometri var radīt apdraudējumu spēcīgo statisko magnētisko lauku dēļ. Minētos spektrometrus izmanto, lai pārbaudītu materiālu raksturlielumus, piemēram, lai ražošanas nozarēs analizētu ķīmiskās sastāvdaļas. Šī gadījuma analīze ir veikta farmācijas uzņēmumā, kur KMR ierīces atrodas īpašā spektroskopijas laboratorijā. Bija plānots iegādāties jaunu aparātu, un par drošību atbildīgā persona pirms rīcības plāna sagatavošanas vēlējās pārskatīt riska novērtējumu.

2.2. Darba apraksts

Mazus analizējamā materiāla paraugus ievieto vai nu pa vienam ar roku, vai grupās automātiski, izmantojot karuseļveida padeves sistēmu, KMR aparāta vertikālajā stobrā (2.1. attēls).

2.1. attēls. KMR aparāts ar paraugu karuseļveida padeves sistēmu un padeves platformu

paraugu
karuseļveida
padeves sistēma

kriostats

padeves platforma



2.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

Gatavojoties veikt pārskatu, par drošību atbildīgā persona apkopoja vispārīgu informāciju par KMR aparātiem un pamanīja, ka:

- elektromagnēts rada spēcīgu statisku (0 Hz) magnētisko lauku; magnētiskā indukcija ir no aptuveni 0,5 līdz 20 teslām (T) atkarībā no aparāta. Mazos galda aparātos

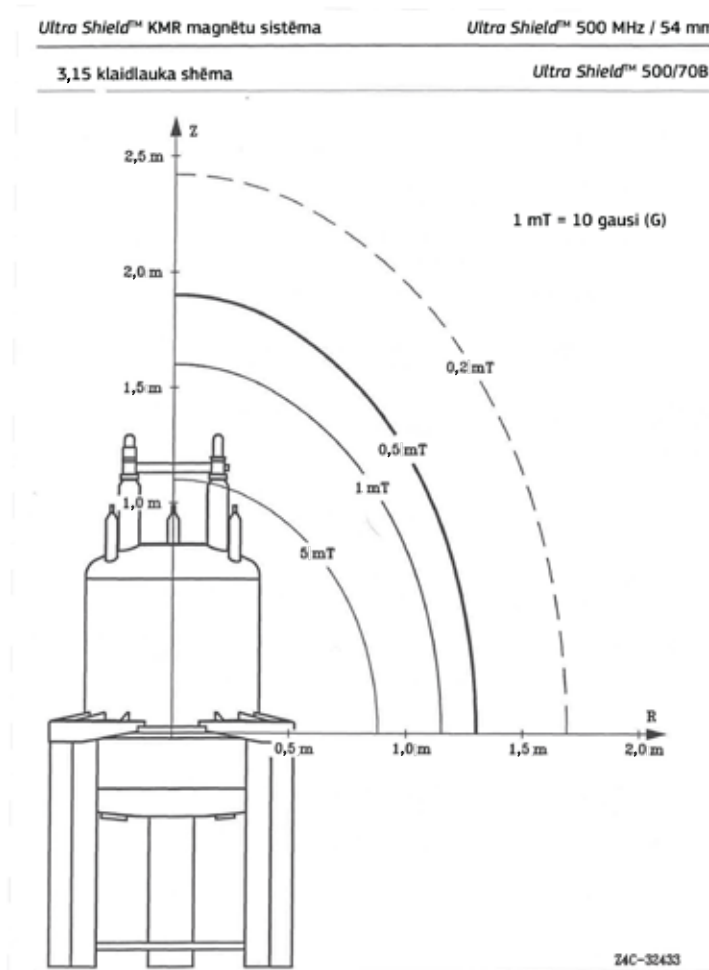
parasti izmanto retzemju elementu pastāvīgos magnētus, savukārt lielākos brīvi stāvošos aparātos izmanto supravadošus magnētus. Magnēts ir pilnīgi uzlādēts ilgu laiku, lai uzlabotu lauka stabilitāti, un nav praktiski samazināt lauka intensitāti, kad pietuvojas darbinieki;

- ražotāji ir pakāpeniski uzlabojuši ražoto aparātu konstrukciju, iekļaujot pasīvus un aktīvus aizsargekrānus, tādējādi samazinot tā statiskā magnētiskā lauka intensitāti, kas sasniedz darbinieku. Tādā veidā ir iespējams, ka bīstamais magnētiskais lauks gandrīz pilnīgi atrodas kriostata robežās. Vecāku vai sliktāk aizsargātu aparātu gadījumā bīstamais magnētiskais lauks var paplašināties, iesniedzoties dažus metrus darba zonā;
- šos ārējos magnētiskos laukus kropļo un novirza ēkas tērauda elementi (piem., sijas).

2.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Par drošību atbildīgā persona zināja, ka jaunā aparāta ražotājs var sniegt informāciju par tā statiskā magnētiskā lauka intensitāti, kas sasniedz darba ņēmējus. Vēl svarīgāk ir tas, ka ražotājs varēja aprakstīt, kāds ir netiešās ietekmes radītā apdraudējuma apjoms, piemēram, risks saņemt mehānisku triecienu no feromagnētiskiem priekšmetiem vai elektronisko medicīnas iekārtu un ierīču darbības traucējumi. Ņemot vērā labo praksi, ražotājs varēja sagatavot shēmu, kurā grafiski attēlots dispersais statiskais magnētiskais lauks ap aparātu (2.2. attēls).

2.2. attēls. Dispersais statiskais magnētiskais lauks ap KMR aparātu (shematisks attēlojums)



Par drošību atbildīgā persona zināja, ka statiskā magnētiskā lauka stiprumu aparāta tuvumā varētu novērtēt arī ar atbilstošu magnetometru un ka iegūt uzticamu rezultātu būtu daudz vieglāk, izmantojot izotropisku (trīsasu) zondi, nevis vienas ass zondi. Taču, izmantojot šādu metodi, būtu jāiegulda laiks un nauda un jāņem vērā ar mērījumu veikšanu saistītie apdraudējumi, jo īpaši tad, ja instruments ir metāla korpusā. Novērtēšanas procesā par drošību atbildīgā persona atteicās no mērījumu veikšanas, pamatojoties uz to, ka derīgu informāciju varētu sniegt ražotājs.

Par drošību atbildīgā persona arī apsvēra, kuras darbaņēmēju grupas varētu piekļūt KMR laboratorijai un kādus uzdevumus viņi, visticamāk, veiks. Minētā persona konstatēja, ka piekļuve ik pa laikam varētu būt atļauta KMR aparātu ražotāju apkopes inženieriem un ka viņi piekļūtu zonām, kurās ir spēcīgi lauki, piemēram, kriostata pamatnei, lai veiktu spektrometra pielāgošanu. Taču viņš norādīja, ka viņa uzņēmums varētu pieprasīt, lai šie inženieri iesniegtu rakstisku sava darba riska novērtējumu un drošības procedūru aprakstu, un viņiem pirms apmeklējuma būtu jāpierāda sava kompetence (piem., pierādot, ka viņi ir atbilstoši apmācīti un viņiem ir praktiska pieredze). Ņemot to vērā, viņš novērtēja, ka ar minēto inženieru darbu saistītie riski ir zemi. Viņš arī atzīmēja, ka līgumdarbiniekiem apkopējiem iekļūt laboratorijā nebūs atļauts.

2.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Pēc pašreizējo KMR laboratorijas aparātu pārbaudes par drošību atbildīgā persona zināja, ka apdraudējuma attālums var būtiski atšķirties atkarībā no aparāta konstrukcijas un jo īpaši aizsargekrāniem — vecāki neaizsargāti aparāti ar lielu lauka intensitāti var radīt apdraudējumu vairāku metru attālumā, savukārt mūsdienīgu labi aizsargātu aparātu gadījumā šis attālums var būt praktiski nulle. Tomēr nebija sagaidāms, ka lauka intensitāte uzņēmuma darbiniekiem piekļūstamās vietās pārsniegtu tiešās ietekmes ekspozīcijas robežvērtības (ER). Kaut arī radiofrekvenču pastiprinātāja ģenerētā jauda bija būtiska, bija sagaidāms, ka radiofrekvenču lauks būs pilnīgi ietverts aparātā un nesasnies darbaņēmējus.

Pamatojoties uz ražotāja sniegto informāciju (2.2. attēls), par drošību atbildīgā persona konstatēja, ka rīcības līmeņi (RL) attiecībā uz netiešo ietekmi, visticamāk, tiek pārsniegti attālumā, kas nepārsniedz 1,3 metrus no kriostata ārējās virsmas.

2.6. Riska novērtējums

Par drošību atbildīgā persona zināja, ka jau ir sagatavots KMR laboratorijas risku novērtējums, un atzīmēja, ka tas ticis veikts atbilstoši metodoloģijai, kas ieteikta Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūras (EU-OSHA) tiešsaistes interaktīvajā riska novērtēšanas platformā (OIRA). Tajā novērtēti visi riski, kuriem pakļauti laboratorijas darbinieki, tostarp riski, ko rada:

- darbs augstumā, padodot paraugus;
- kriegēnie šķidrums un straujš supravadošo magnētu supravadītspējas zudums jeb *quenching*;
- smacējoša slāpekļa atmosfēra slēgtās telpās zem kriostata, piemēram, paraugu nomaiņas tvertnēs;
- risks saņemt mehānisku triecienu ar feromagnētiskiem priekšmetiem (piem., darbarīkiem un instrumentiem);
- elektronisku medicīnas iekārtu un ierīču darbības traucējumi.

Attiecīgi būtu vienkāršāk sagatavot jaunu rīcības plānu, balstoties uz šo pašreizējā riska novērtējuma pārbaudi. KMR laboratorijas EML īpašā riska novērtējuma piemērs ir dots 2.1. tabulā.

2.7. Veiktie piesardzības pasākumi

Par drošību atbildīgā persona secināja, ka KMR laboratorijā jau ir veikti vairāki organizatoriski pasākumi, lai novērstu vai ierobežotu ekspozīciju. Pirmkārt, ir izraudzīti KMR aparāti ar mūsdienīgiem pasīviem vai aktīviem aizsargekrāniem. Citi labas prakses pasākumi bija šādi:

- novietot KMR aparātus īpašā laboratorijā ar fizisku piekļuves kontroli, izmantojot cipartastatūru;
- izvietot brīdinājumus un aizliegumus saskaņā ar Direktīvu 92/58/EEK pie laboratorijas ieejas durvīm (2.3. attēls); tas ietver arī brīdinājumu cilvēkiem, kuri izmanto implantētas vai uz ķermeņa nēsājamas elektroniskas medicīnas ierīces;
- nepieļaut feromagnētisku rīku un citu priekšmetu nonākšanu laboratorijā;
- nodalīt KMR aparātus no citām laboratorijas iekārtām un darbstacijām;
- uzstādīt ķēžu norobežojumu un izdarīt atzīmes uz grīdas 0,5 mT kontūrā, lai kontrolētu piekļuvi (2.4. attēls);
- sniegt informāciju, instruēt un apmācīt tās personas, kas strādā laboratorijā, un nodrošināt pienācīgu uzraudzību;
- pieprasīt apkopes inženieriem pirms apmeklējuma iesniegt rakstiskus drošības dokumentus un pierādīt savu kompetenci.

2.3. attēls. Brīdinājumi un aizliegumi pie KMR laboratorijas ieejas durvīm



2.4. attēls. Aizliegtās zonas nodalīšana ar ķēdi un atzīmēm uz grīdas



2.1. tabula. KMR laboratorijas EML ģipāā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
Statiskā magnētiskā lauka tieša ietekme	Ģipāā laboratorija ar fizisku piekļuves kontroli	Laboratorijas darbinieki	✓			✓	Zema	
	Brīdinājumi un aizliegumi							
	Informēšana, instruēšana un apmācība						Zināšanu atsvaidzināšanas apmācība; iekļaut punktu ziņojumā par drošību	
	Vajadzīgi rakstiski drošības dokumenti un kompetences apliecinājums	Apkopes mehāniķi	✓			✓	Zema	
	Apkopējiem piekļuve liegta	Apkopēji	✓			✓	Zema	Nodrošināt, ka apkopēji ir informēti
Statiskā magnētiskā lauka netiešā ietekme (iedarbība uz medicīniskiem implantiem, risks saņemt mehānisku triecienu)	Novērst feromagnētisku priekšmetu iekļūšanu laukā	Viss iepriekšminētais		✓		✓	Zema	Nodrošināt, ka apkopes personāls ir informēts
	Sk. iepriekš	Ģipāšam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Zema	Sk. iepriekš
Radiofrekvences lauks	Pilnīgi ietverts aparātā un nav pieejams	Viss iepriekšminētais	✓			✓	Zema	Nav

2.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtēšanas

Par drošību atbildīgā persona kopumā bija apmierināta ar riska novērtējuma pārskatu un ar jaunā aparāta radīto apdraudējumu novērtējumu. Tika atzīts, ka organizatoriskie pasākumi ir pietiekami, kaut arī kopš pēdējās darba ņēmēju apmācības par apdraudējumiem un piesardzības pasākumiem, kas saistīti ar KMR laboratoriju, bija pagājuši pieci gadi. Attiecīgi par drošību atbildīgā persona sagatavoja rīcības plānu, kurā paredzēja šādus pasākumus:

- atsvaidzināt laboratorijas darbinieku apmācību ar vairākām īsām informācijas sesijām, primāri pievērsties jaunajiem darba ņēmējiem;
- nodrošināt, ka par apkopi atbildīgie darba ņēmēji ir informēti par apdraudējumiem, jo īpaši par tiem, ko rada "lidojoši feromagnētiski rīki";
- pārliecināties, ka līgumslēdzēji apkopēji ir informēti par to, ka viņi nedrīkst iekļūt laboratorijā;
- nākamajā uzņēmuma drošības ziņojumā iekļaut punktu par apdraudējumiem, kas saistīti ar laboratoriju.

3. ELEKTROLĪZE

Šajā gadījuma analīzē EML avoti ir šādi:

- elektrolīzeri;
- tiristortaisngrieži;
- sadalkopnes;
- transformatori.

3.1. Darba vieta

Aprīkojumu uzstādīja lielā hlorā ražotnē. Tika aplūkotas šādas darba vietas:

- elektrolīzeru zāle;
- taisngriežu kameras.

3.2. Darba apraksts

Darbu ar iekārtām lielākoties veic kvalificēti un pieredzējuši inženieri, kuriem var būt jāstrādā ar visām hlorā ražotnē esošajām iekārtām. Cita starpā periodiski varētu būt nepieciešams demontēt un apkopt kādu elektrolīzeri, kamēr blakus esošie elektrolīzeri ir zem sprieguma.

Ražotne ir salīdzinoši jauna, un projektēšanas posmā ticis ņemts vērā EML drošums. Tāpēc šī gadījuma analīzē ir labas prakses piemērs un ilustrē to, cik svarīgi ir liela projekta plānošanas posmā ņemt vērā EML ekspozīciju.

3.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

3.3.1. Elektrolīzeru zāle

Elektrolīzeru zālē bija 20 elektrolīzeri, kas ražo hloru, laižot elektrisko strāvu caur sāls šķīdumu, izmantojot membrānas elektrolīzera metodi. Katram elektrolīzerim izmantoja 450 V, 16,5 kA līdzstrāvu. Ap elektrolīzeriem bija uzstādīts organiskā stikla norobežojums, lai nepieļautu piekļuvi zem sprieguma esošiem elektriskajiem vadiem.

Kopā ar norobežojumu katrs elektrolīzers bija 17,2 m garš un 4,4 m plats un sastāvēja no 138 šūnām, kas sadalītas divās grupās pa 69 šūnām katrā un sasaistītas virknēs. Attālums starp elektrolīzeriem bija aptuveni 1,1 m. Elektrolīzeru izkārtojums ir redzams 3.1. attēlā.

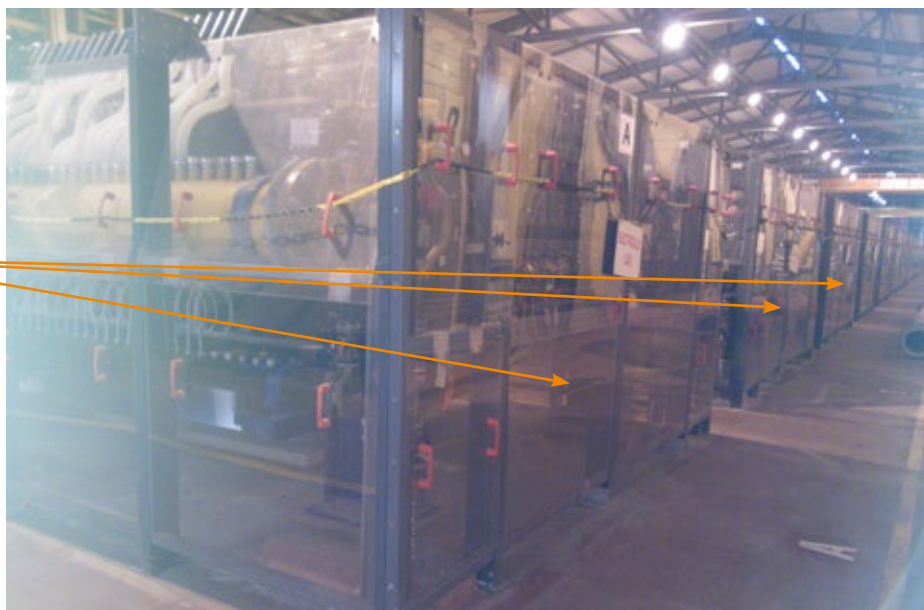
Projektēšanas posmā bija veikts teorētisks novērtējums ar modelēšanu, pamatojoties uz aprēķiniem par magnētiskajiem laukiem, kas veidojas ap strāvu vadošajām daļām ražotnē, lai pārliecinātos, ka EML ekspozīcija tiks samazināta līdz minimumam.

3.1. attēls. Elektrolīzeri zālē

Viens elektrolīzers,
gareniskā skatījumā



Vairāki
elektrolīzeri



3.3.2. Taisngriežu kamera

Katrā taisngriežu kamerā (3.2. attēls) bija tiristortaisngriezis, kas nodrošināja līdzstrāvas padevi diviem elektrolīzeriem. Sadalkopnes, kas apgādā elektrolīzerus, bija novietotas aptuveni 4,2 m virs grīdas. Kameras bija nožogotas, lai nepieļautu piekļuvi no ēkas ārpuses, un katras kameras durvis bija bloķētas, blakus norādot brīdinājumu (3.3. attēls). Kamēr elektrolīzeri darbojas, piekļuve kamerām parasti nav atļauta.

Transformatori, kas apgādā zāli, atrodas ārpus taisngriežu kamerām, taisngriežus norobežojošās sienas otrā pusē. Arī transformatoru kameras bija norobežotas, lai nepieļautu piekļuvi (3.4. attēls).

3.2. attēls. Taisngriežu kamera



Augšējās sadalkopnes

Tiristortaisngriezis

3.3. attēls. Piekļuves taisngriežu kamerai ierobežojums



Bloķētas taisngriežu
kameras durvis

3.4. attēls. Transformatoru kameras



3.4. Kā notiek process?

Hlora ražošanas process ir automatizēts, un to vada attālināti no vadības telpas blakus esošajā ēkā.

3.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Ekspozīcijas mērījumus veica konsultants eksperts, izmantojot speciālus instrumentus. Tā kā ēka bija projektēta, ņemot vērā EML drošumu, un projektēšana bija ietvērusi teorētisku novērtējumu ar modelēšanu, pamatojoties uz aprēķiniem par magnētiskajiem laukiem, kas veidojas ap strāvu vadošajām daļām ražotnē, mērījumus veica, lai pārliecinātos, ka īstenotie aizsardzības un preventīvie pasākumi efektīvi ierobežo eksponētību EML.

Tika mērīta gan statiskā magnētiskā indukcija, jo elektrolīzei pievadīja līdzstrāvu, gan laikā mainīga magnētiskā indukcija, jo līdzstrāva radās maiņstrāvas plūsmas taisngriešanas rezultātā un bija paredzams, ka elektrolīzei pievadītā līdzstrāva nedaudz pulsēs. Ekspozīcijas novērtējumā tika apstiprināta arī pulsāciju frekvence.

Pirms mērījumu veikšanas konsultants izpētīja procesa "laiku un kustību", lai nodrošinātu, ka mērījumi tiek veikti vietās, kas ir reprezentatīvas parastām darba veikšanas vietām. Mērījumus veica, elektrolīzei darbojoties ar pastāvīgu jaudu.

Mērījumu rezultāti tika salīdzināti ar attiecīgajām ekspozīcijas robežvērtībām (ER) un tiešās ietekmes rīcības līmeņiem (RL), kā arī ar statisko magnētisko lauku netiešās ietekmes RL (aktīvu implantēto medicīnas ierīču darbības traucējumi, kā arī pievilkšanas un lidojošu priekšmetu risks spēcīga lauka avotu perifērijā).

Novērtējot darba ņēmēju eksponētību noteiktam riskam, tika izdarīts salīdzinājums ar Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

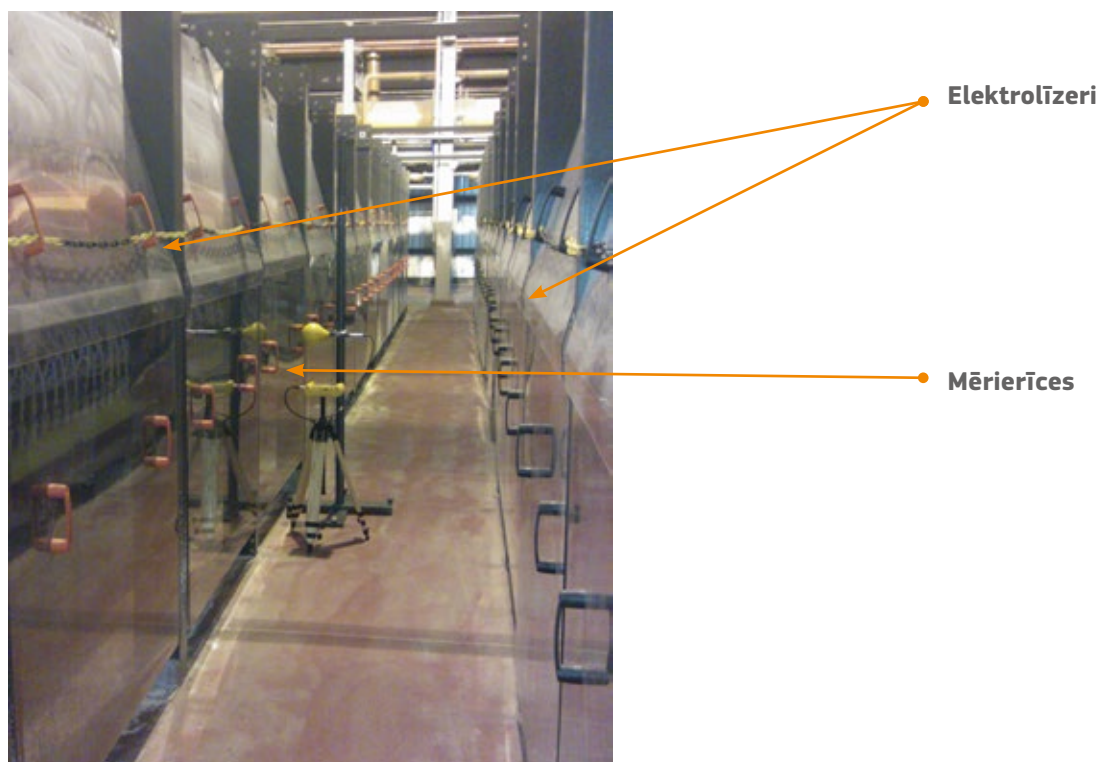
3.5.1. Elektrolīzeru zāle

Laikā mainīgās magnētiskās indukcijas un statiskās magnētiskās indukcijas mērījumus veica starp diviem elektrolīzeriem (3.5. attēls). Mērījumus veica trijos blokos:

- attāluma intervālos telpā starp diviem elektrolīzeriem;
- attāluma intervālos visā garumā telpas centrā no viena elektrolīzeru gala līdz otram;
- vertikālā plaknē gar vienu no elektrolīzeriem.

Šie mērījumi sniedza priekšstatu par tāda darba ņēmēja eksponētību, kurš staigā starp elektrolīzeriem zālē, kas ir uzskatāms par sliktākā gadījuma ekspozīcijas scenāriju.

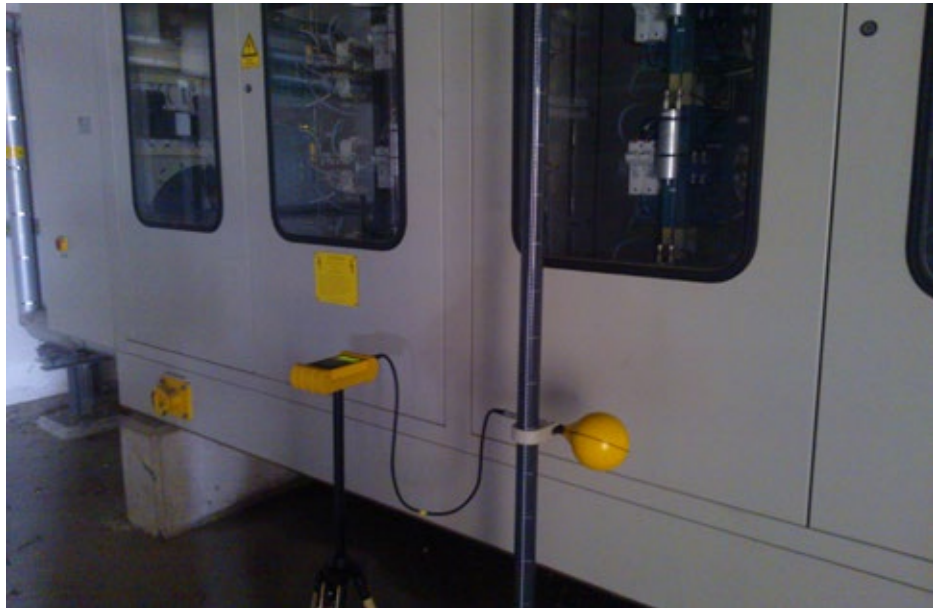
3.5. attēls. Mērījumi, ko veica starp diviem elektrolīzeriem



3.5.2. Taisngriežu kamera

Laikā mainīgas magnētiskās indukcijas un statiskās magnētiskās indukcijas mērījumus veica ap tiristortaisngriezi (3.6. attēls), zem sadalkopnēm un pie sienas starp taisngriezi un transformatoru.

3.6. attēls. Mērījumi, kurus veica tiristortaisngrieža tuvumā



3.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Ekspozīcijas mērījumu rezultāti tika salīdzināti ar attiecīgajām ER un RL. Elektrolīzes gadījumā svarīgi rādītāji, ar kuriem salīdzināt mērījumu rezultātus, ir šādi:

- statisku magnētisko lauku gadījumā:
 - statisku magnētisko lauku magnētiskās indukcijas ER (normālos darba apstākļos);
 - rīcības līmenis attiecībā uz statisku magnētisko lauku magnētisko indukciju (aktīvu implantēto medicīnas ierīču, piem., elektrokardiostimulatoru, darbības traucējumi);
 - rīcības līmenis attiecībā uz statisku magnētisko lauku magnētisko indukciju (pievilkšanas un lidojošu priekšmetu risks spēcīga lauka avotu perifērijā);
- laikā mainīgu magnētisko lauku gadījumā:
 - rīcības līmeņi attiecībā uz laikā mainīgu magnētisko lauku magnētisko indukciju;
 - Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi attiecībā uz laikā mainīgiem magnētiskajiem laukiem (attiecībā uz īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem).

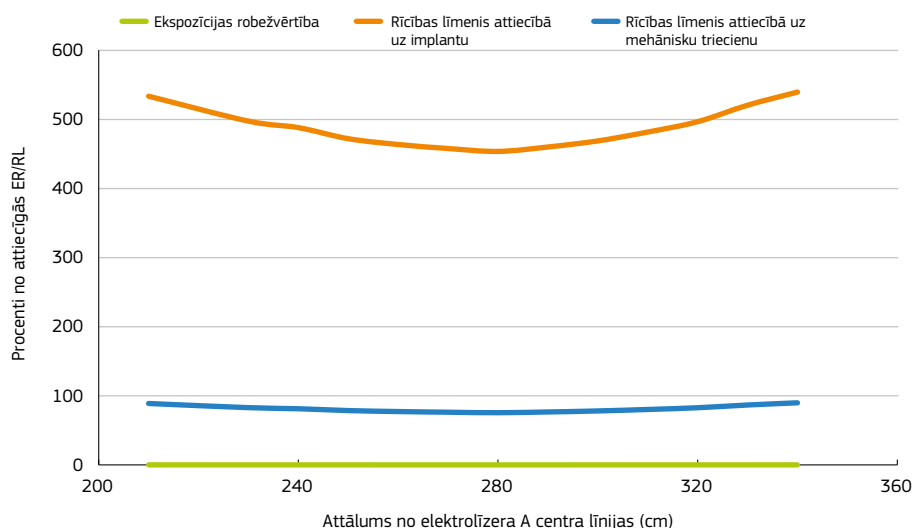
Būtiskākie ekspozīcijas novērtēšanā gūtie konstatējumi, kā arī daži teorētiskajā novērtēšanā ar modelēšanu izveidoto diagrammu piemēri ir doti 3.7. līdz 3.17. attēlā.

Jānorāda, ka ekspozīcijas novērtējuma rezultātus nevar tieši salīdzināt ar rezultātiem, kas gūti novērtēšanā ar modelēšanu, jo novērtēšana ar modelēšanu tika veikta pirms EML direktīvas publicēšanas un tās pamatā bija Starptautiskās komisijas aizsardzībai pret nejonizējošo starojumu (*ICNIRP*) definētie profesionālie atsauces līmeņi, kas bija vairāk ierobežojoši nekā EML direktīvā noteiktie rīcības līmeņi.

3.6.1. Elektrolīzeru zāle

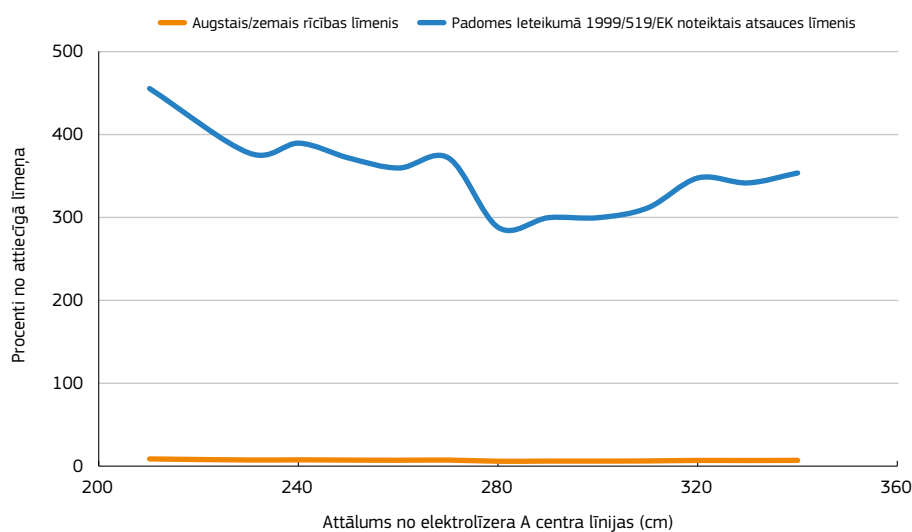
Nākamajos grafikos ir redzamas magnētiskās indukcijas variācijas attiecībā pret iepriekš minētajām piemērojamajām ER un RL. Tika apstiprināts, ka līdzstrāvas pulsāciju frekvence ir 300 Hz. Mērierīce detektēja harmonikas arī 600 Hz un 900 Hz līmenī, kaut arī šajā gadījumā harmoniku ietekme uz kopējo ekspozīciju nebija būtiska.

3.7. attēls. Statiskās magnētiskās indukcijas variācijas telpā starp diviem elektrolīzeriem



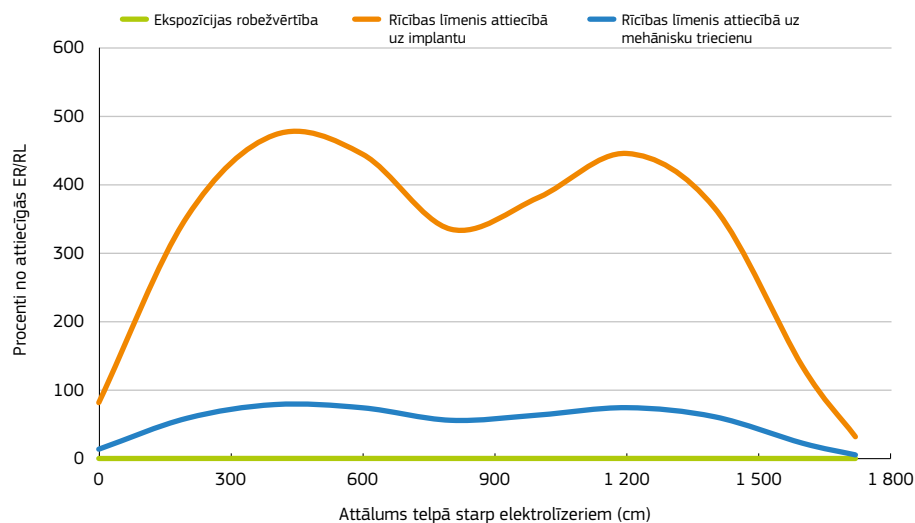
Svarīgi! Mērījumi tika veikti 120 cm augstumā virs grīdas.
 Ekspozīcijas robežvērtība (normālos darba apstākļos): 2 T.
 Rīcības līmenis attiecībā uz implantu: 0,5 mT.
 Rīcības līmenis attiecībā uz mehānisku triecienu: 3 mT.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±5 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla ER/RL daļa.

3.8. attēls. 300 Hz laikā mainīgas magnētiskās indukcijas variācijas telpā starp diviem elektrolīzeriem



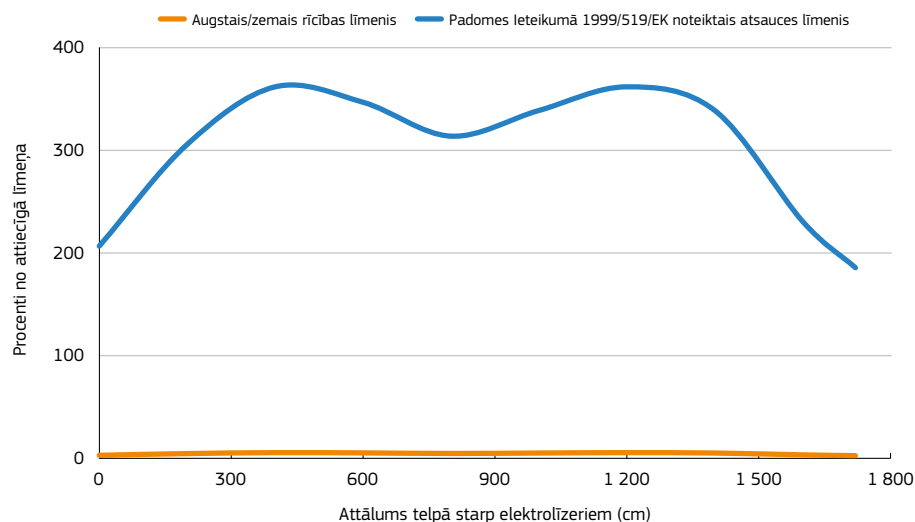
Svarīgi! Mērījumi tika veikti 120 cm augstumā virs grīdas.
 Augstais un zemais rīcības līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 1000 μ T
 Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsauces līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 16,7 μ T.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL/AL daļa, kur AL ir atsauces līmenis.

3.9. attēls. Statiskās magnētiskās indukcijas variācijas gareniski telpā starp diviem elektrolīzeriem



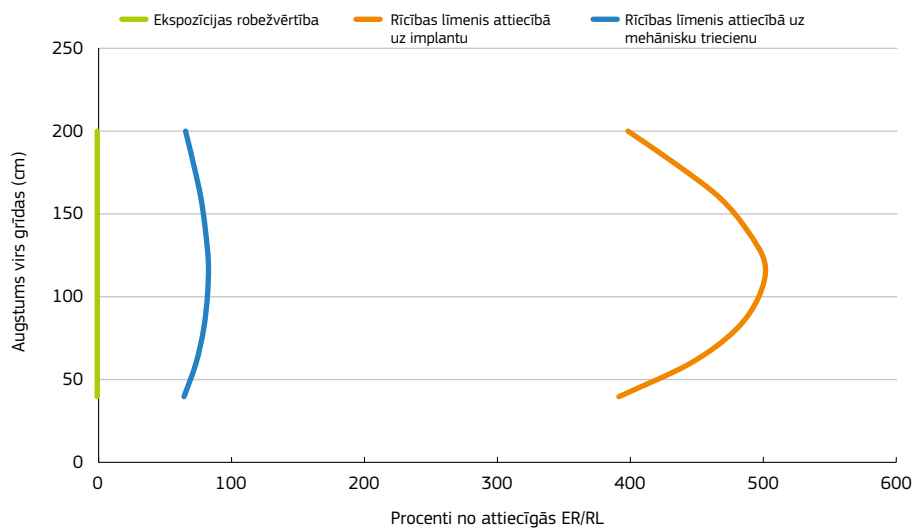
Svarīgi! Mērījumi tika veikti 120 cm augstumā virs grīdas.
 Ekspozīcijas robežvērtība (normālos darba apstākļos): 2 T.
 Rīcības līmenis attiecībā uz implantu: 0,5 mT.
 Rīcības līmenis attiecībā uz mehānisku triecienu: 3 mT.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±5 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla ER/RL daļa.

3.10. attēls. 300 Hz laikā mainīgas magnētiskās indukcijas variācijas atkarībā no augstuma starp diviem elektrolīzeriem



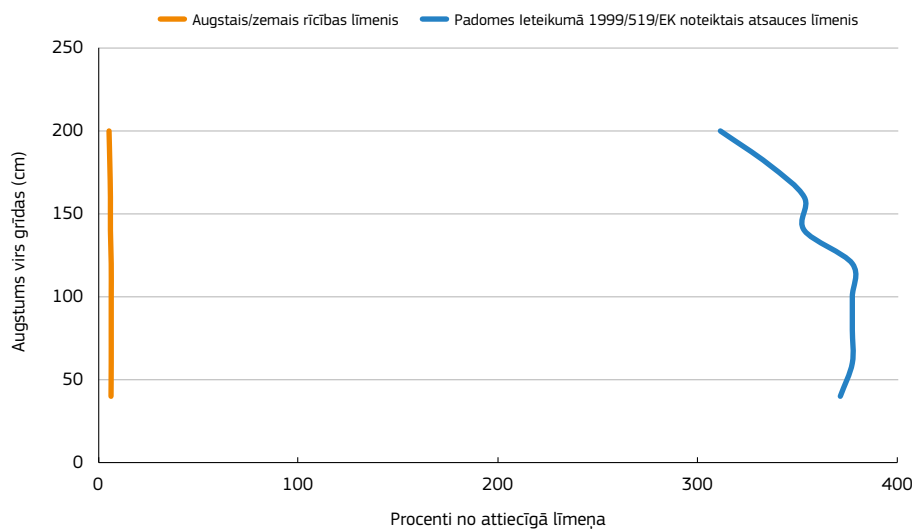
Svarīgi! Mērījumi tika veikti 120 cm augstumā virs grīdas.
 Augstais un zemais rīcības līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 1000 μ T
 Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsauces līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 16,7 μ T.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL/AL daļa.

3.11. attēls. Statiskās magnētiskās indukcijas variācijas atkarībā no augstuma gar vienu no elektrolīzeriem



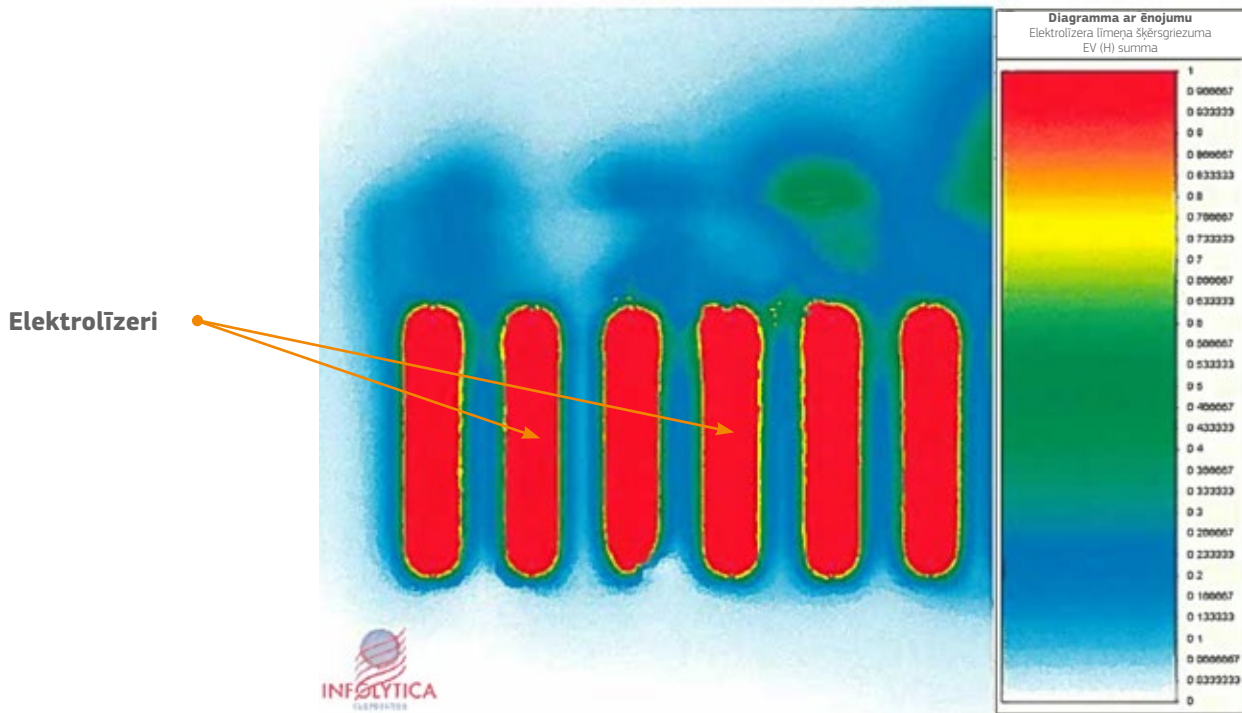
Svarīgi! Mērījumi tika veikti 230 cm attālumā no viena elektrolīzera centra līnijas.
 Ekspozīcijas robežvērtība (normālos darba apstākļos): 2 T.
 Implanta rīcības līmenis: 0,5 mT.
 Mehāniskā trieciena rīcības līmenis: 3 mT.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±5 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla ER/RL daļa.

3.12. attēls. 300 Hz laikā mainīgas magnētiskās indukcijas variācijas atkarībā no augstuma gar vienu no elektrolīzeriem



Svarīgi! Mērījumi tika veikti 230 cm attālumā no viena elektrolīzera centra līnijas.
 Augstais un zemais rīcības līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 1000 μ T
 Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktais atsaucis līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 16,7 μ T.
 Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL/AL daļa.

3.13. attēls. Piemērs elektrolīzeru kameras teorētiskajai novērtēšanai ar modelēšanu — diagramma (plāna skats)



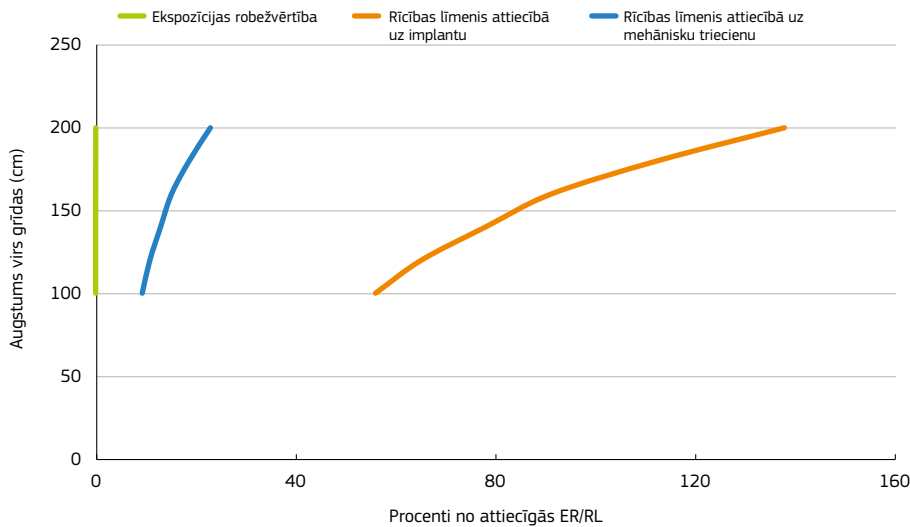
Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti attiecībā uz elektrolīzeru kameru sniedza uzņēmumam šādu informāciju:

- eksponētība magnētiskajiem laukiem, ko rada elektrolīzери, bija mazāka par attiecīgajām ER un tiešās ietekmes RL;
- cilvēki, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, zālē var tikt pakļauti statistisku magnētisko lauku radītam apdraudējumam;
- Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi attiecībā uz laikā mainīgiem magnētiskajiem laukiem tika pārsniegti gareniskā virzienā gar elektrolīzериem. Tomēr bija maz ticams, ka zālē atradīsies īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji.

3.6.2. Taisngriežu kamera

Nākamajos grafikos ir redzamas magnētiskās indukcijas variācijas attiecībā pret iepriekš minētajām piemērojamajām ER un RL. Tika apstiprināts, ka līdzstrāvas plūsmas pulsācijas frekvence ir 300 Hz, un transformatora ārpusē tika detektēti arī lauki ar frekvenci 50 Hz.

3.14. attēls. Statiskās magnētiskās indukcijas variācijas atkarībā no augstuma zem sadalkopņu līdzstrāvas atdalītāja



Svarīgi! Sadalkopņu līdzstrāvas atdalītājs atradās aptuveni 420 cm augstumā virs zemes.

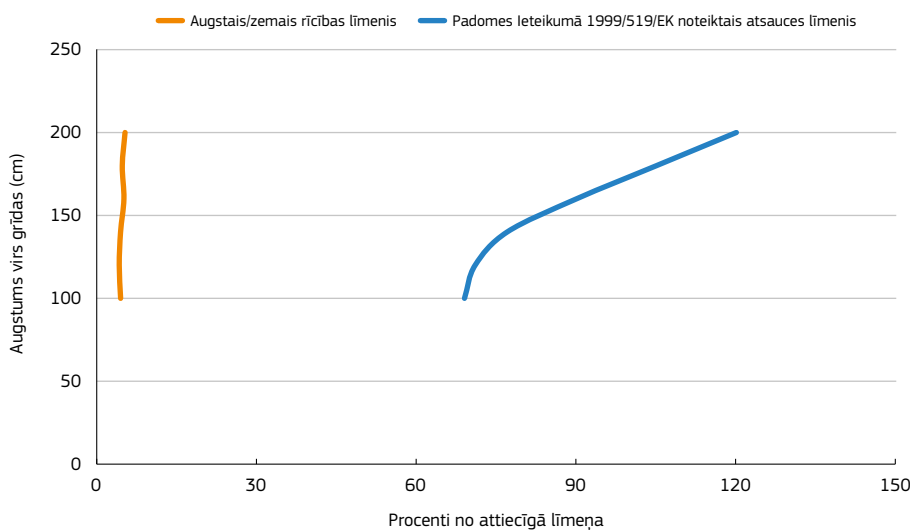
Ekspozīcijas robežvērtība (normālos darba apstākļos): 2 T.

Rīcības līmenis attiecībā uz implantu: 0,5 mT.

Rīcības līmenis attiecībā uz mehānisku triecienu: 3 mT.

Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 5\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla ER/RL daļa.

3.15. attēls. 300 Hz laikā mainīgas magnētiskās indukcijas variācijas atkarībā no augstuma zem sadalkopņu līdzstrāvas atdalītāja



Svarīgi! Sadalkopņu līdzstrāvas atdalītājs atradās aptuveni 420 cm augstumā virs zemes.

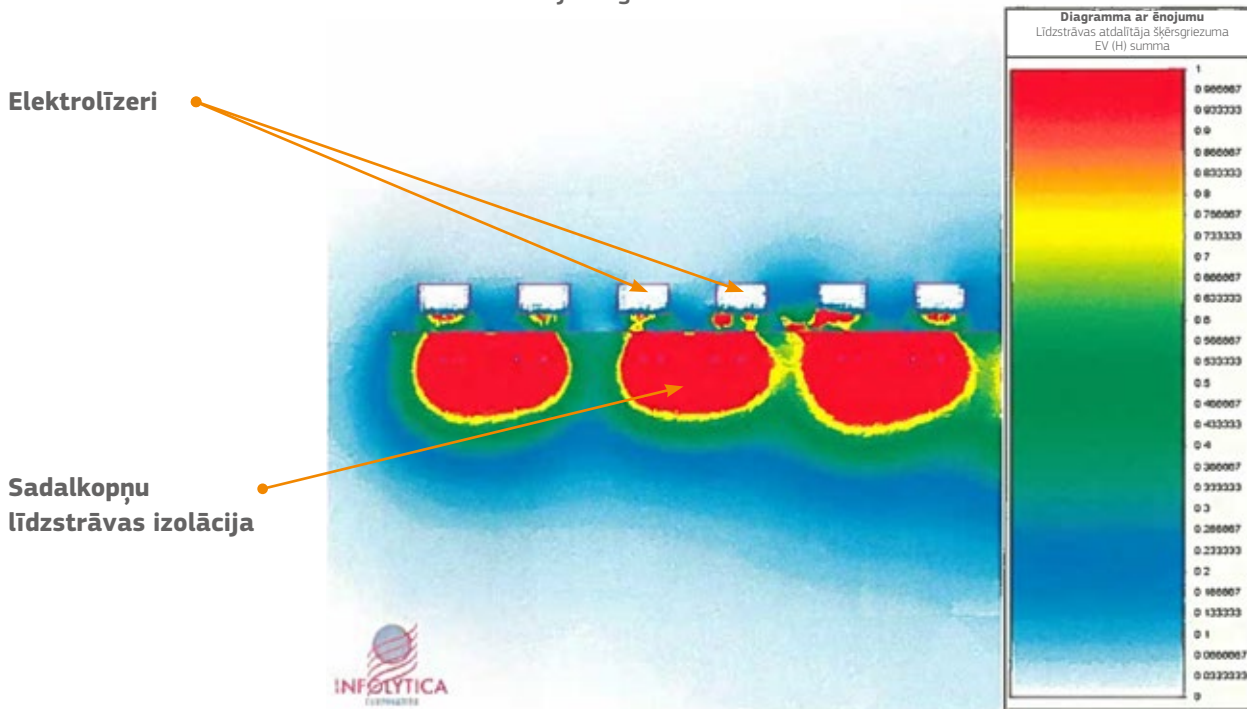
Augstais un zemais rīcības līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 1000 μ T

Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktais atsauces līmenis 300 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 16,7 μ T.

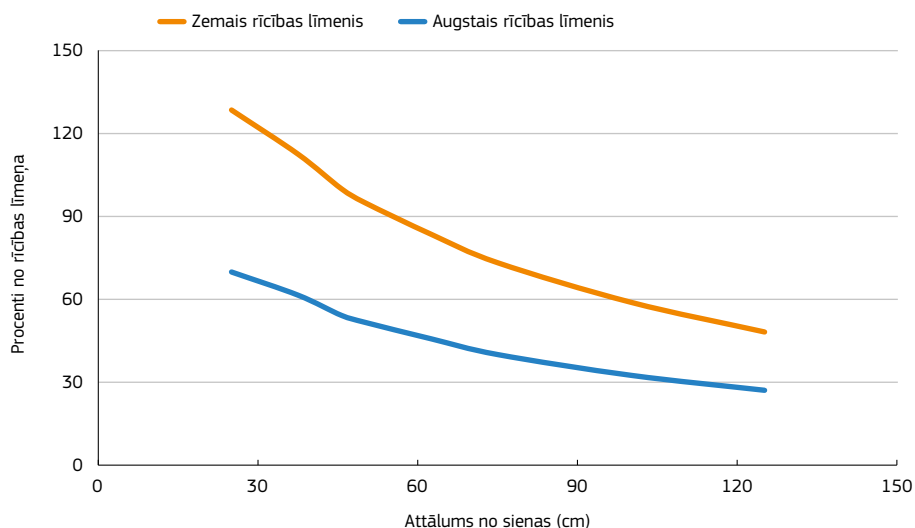
Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 10\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL/AL daļa.

3.16. attēls. Piemērs ap sadalkopņu līdzstrāvas atdalītāju esošo reģionu teorētiskai novērtēšanai ar modelēšanu — diagramma (šķērsgriezums)

Līdzstrāvas atdalītājs ar grīdu un kabīnēm



3.17. attēls. 50 Hz laikā mainīgas magnētiskās indukcijas variācijas attālumā no sienas starp tiristoraisngriezi un transformatoru



Svarīgi! Mērījumi tika veikti 120 cm augstumā virs grīdas.
Zemais rīcības līmenis 50 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 1000 μ T
Augstais rīcības līmenis 50 Hz magnētiskā lauka gadījumā: 6000 μ T.
Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 10\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL/AL daļa.

Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti attiecībā uz taisngrieža kameru sniedza uzņēmumam šādu informāciju:

- eksponētība sadalīto un tiristortaisngriežu radītajiem magnētiskajiem laukiem zemes līmenī nesasniedza tiešās ietekmes rīcības līmeņus;
- eksponētība laikā mainīgiem magnētiskajiem laukiem, ko radīja transformators sienas otrā pusē aiz taisngrieža, pārsniedza zemo rīcības līmeni attiecībā uz laikā mainīgu magnētisko indukciju līdz 37 cm attālumā no sienas virsmas taisngriežu kamerā;
- eksponētība laikā mainīgiem magnētiskajiem laukiem, ko radīja transformators, bija zemāka nekā augstais rīcības līmenis attiecībā uz laikā mainīgu magnētisko indukciju taisngriežu kamerā;
- personas, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, jebkurā vietā taisngriežu kamerās var apdraudēt statistiski magnētiskie lauki. Tomēr uzskatāms, ka bīdījumi un informācija par objekta drošumu bija atbilstoši;
- Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi tika pārsniegti attiecībā uz laikā mainīgiem magnētiskajiem laukiem. Tomēr bija maz ticams, ka taisngriežu kamerā atradīsies īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji.

3.7. Riska novērtējums

Pamatojoties uz konsultanta veikto ekspozīcijas novērtējumu, uzņēmums veica hlora ražotnes riska novērtējumu attiecībā uz EML. Tas tika veikts atbilstoši metodoloģijai, ko piedāvā *OIRA (EU-OSHA)* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma). Riska novērtējumā tika secināts, ka:

- Īpašam riskam pakļautie darba ņēmēji var tikt pakļauti apdraudējumam elektrolīzeru tuvumā;
- darba ņēmēji, tostarp īpašam riskam pakļautie darba ņēmēji, var tikt pakļauti apdraudējumam taisngriežu kamerās sakarā ar eksponētību magnētiskajiem laukiem.

Hlora ražotnes EML īpašā riska novērtējuma piemērs ir dots 3.1. tabulā.

3.1. tabula. Hlora ražotnes EML īpašā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļauti cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams		
			Mazvarbūtīgs	Iespējams	Varbūtīgs		
Magnētiskā lauka tiešā ietekme	Rūpīga hlora ražotnes projektēšana, lai līdz minimumam samazinātu magnētisko lauku intensitāti	Inženieri	✓		✓	Zems	Nav vajadzīgi
	Ierobežota piekļuve taisngriežu kamerai	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (tostarp darba ņēmējas grūtnieces)	✓		✓	Zems	
	Atbilstoši brīdinājumi, kas izvietoti skaidri redzamās vietās						
	Darba ņēmēju apmācība						
Magnētiskā lauka netiešā ietekme (iedarbība uz medicīniskiem implantiem)	Nepieļaut to darba ņēmēju piekļuvi hlora ražotnei, kuru ķermenī ir medicīniski implanti	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓	✓	Zems	Nav vajadzīgi
	Atbilstoši brīdinājumi, kas izvietoti skaidri redzamās vietās						
	Darba ņēmēju apmācība						

3.8. Veiktie piesardzības pasākumi

EML drošumam bija noteikta augsta prioritāte jau no ražotnes projektēšanas sākotnējiem posmiem, un tāpēc tika veikti vairāki aizsardzības un preventīvie pasākumi, tostarp:

- līdz minimumam samazināta to laikā mainīgo magnētisko lauku intensitāte, ko rada elektrolīzeriem pievadītās līdzstrāvas pulsācijas, piemēram, izmantojot 12 impulsu taisngriežus, nevis sešu impulsu taisngriežus;
- ražotne bija pietiekami liela, lai zonas, kurās ir spēcīgi magnētiskie lauki, varētu viegli nodalīt no zonām, kurās uzturas darba ņēmēji;
- ap ražotni bija izvietoti skaidri redzami atbilstoši brīdinājumi par spēcīgu magnētisko lauku klātbūtni;
- darba ņēmēji bija informēti par iespējamo eksponētību EML un instruēti informēt darba devēju, ja viņu ķermenī ir medicīnisks implants.

3.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtēšanas

Ekspozīcijas novērtējums apstiprināja, ka ražotne ir labi projektēta attiecībā uz ekspozīciju EML un tāpēc pēc ekspozīcijas novērtēšanas nav jāveic papildu piesardzības pasākumi.

3.10. Plašākas informācijas avoti

*Euro Chlor publikācija *Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units. Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions* ("Elektromagnētiskie lauki hlora elektrolīzes aparātos. Ietekme uz veselību, ieteicamās robežvērtības, mērījumu metodes un iespējamā preventīvā rīcība"), 2014. gads.*

4. MEDICĪNA

4.1. Darba vieta

Slimnīcas medicīniskās fizikas nodaļai lūdza novērtēt, kā EML direktīvas īstenošana varētu ietekmēt slimnīcas darbu.

4.2. Darba apraksts

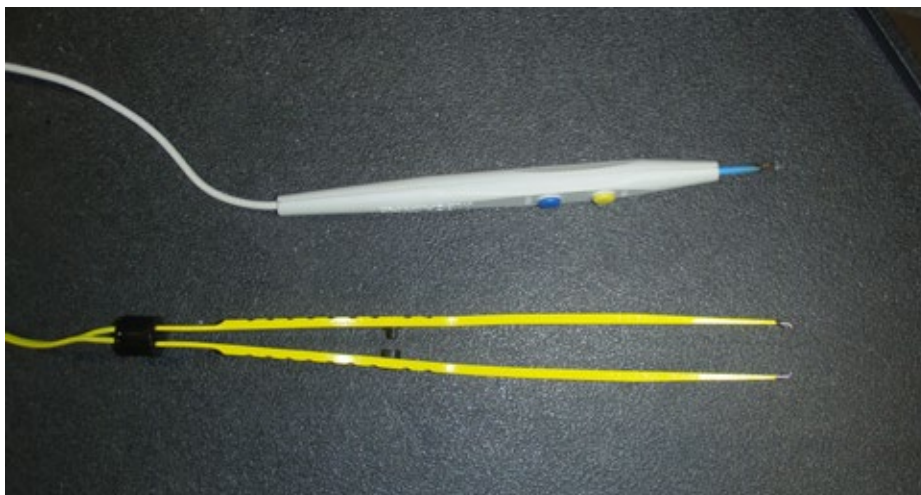
Elektriskās ierīces plaši izmanto pacientu ārstēšanā un uzraudzībā, kā arī slimību diagnosticēšanā. Medicīniskās fizikas ekspertu komanda sāka novērtēšanu, apzinot iekārtas, kas varētu radīt spēcīgus elektromagnētiskos laukus. Viņi pārbaudīja slimnīcas iekārtu sarakstu un identificēja trīs veidu iekārtas, par kurām bija zināms, ka tās rada spēcīgus elektromagnētiskos laukus, — elektroķirurģijas aparāti, transkraniālās magnētiskās stimulācijas (TMS) ierīces un īsviļņu diatermijas aparāti. Slimnīca īsviļņu diatermijas iekārtu attiecīgajā laikā neizmantoja, tomēr novērtējumā tā tika iekļauta. Komanda arī vēlējās pārbaudīt, vai elektromagnētiskie lauki varētu radīt pacientu jutīgo uzraudzības iekārtu darbības traucējumus, jo īpaši to iekārtu darbības traucējumus, kuras varētu izmantot tādu ierīču tuvumā, kas rada spēcīgus elektromagnētiskos laukus. Viņi noteica, ka pret elektromagnētisko lauku radītājiem traucējumiem visjutīgākās varētu būt medicīnas iekārtas, ko izmanto elektroķirurģijas procedūrās (piem., ventilatori un elektrokardiogrāfiskās ierīces).

4.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

4.3.1. Elektroķirurģijas aparāti

Elektroķirurģijas ierīces izmanto slimnīcā, lai grieztu un/vai koagulētu cilvēka audus, un tās tiek izmantotas lielā daļā ķirurģisko procedūru. Tās darbojas, izvadot augsta sprieguma elektrisko strāvu caur operējamiem audiem. Šīs ierīces parasti darbojas vidējas frekvences diapazonā — aptuveni 300 kHz līdz 1 MHz — un izmanto 50 līdz 300 W jaudu. Elektroķirurģijas aparāts sastāv no aktīva elektroda, ģenerators, vadiem, kas savieno ģeneratoru un aktīvo elektrodu, kā arī atgriezes elektroda vai zemētas plāksnes, kas uzstādīta uz pacienta ķermeņa (4.1. attēls). Strāvu pievada aktīvajam elektrodam (elektroķirurģiskajai zondei) pa vadiem, kas var nebūt izolēti. Strāva iziet caur pacienta audiem un atgriežas elektroķirurģijas aparātā caur atgriezes elektrodu.

4.1. attēls. Aktīvais un atgriezes elektrods un attiecīgie vadi



4.3.2. Transkraniālā magnētiskā stimulācija

Transkraniālās magnētiskās stimulācijas (TMS) ierīce tīšām rada elektromagnētisko lauku impulsus, lai inducētu strāvu smadzenēs, un to var izmantot vairākos veidos (piem., lai diagnosticētu smadzeņu saslimšanas un traumas, depresijas ārstēšanai, kā arī — pēdējā laikā — migrēnu ārstēšanai). Parasti TMS ierīces sastāv no galvenā aparāta, kas rada spēcīgus strāvas impulsus, un rokā turamas stimulācijas spoles (4.2. attēls). Tirdzniecībā pieejamās ierīcēs enerģiju glabā lielos augsta sprieguma kondensatoros. Šos kondensatorus izlādē spolē, izmantojot tiristoru, kas var dažās sekundēs pārslēgt lielas strāvas plūsmas. Ir izplatītas un slimnīcā tiek lietotas divu veidu spoles — aplveida spole un astotnieka formas spole (taču pastāv arī citi spoļu veidi).

4.2. attēls. Astotnieka formas TMS spole



4.3.3. Īsviļņu diatermija

Īsviļņu diatermijas ierīces rada radiofrekvenču (RF) starojumu, parasti 27,1 MHz. Ierīces izmanto fizioterapeiti muskuļu un saišu terapeitiskai ārstēšanai. Ir divi darba režīmi — kapacitīvais, kad pacientu novieto RF laukā starp diviem plakanelektrodiem (4.3. attēls), un induktīvais, kad elektromagnētisko lauku rada, izmantojot spoli.

4.3. attēls. Kapacitīvā īsviļņu diatermija



4.4. Lietošana

4.4.1. Elektroķirurģijas aparāti

Lietošanas laikā ķirurgs parasti tur ārstēšanas zondi sava ķermeņa augšdaļas tuvumā. Vadi var būt novietoti operāciju zāles darbinieku tuvumā un jo īpaši ķirurga plaukstu un roku tuvumā.

4.4.2. Transkraniālā magnētiskā stimulācija

Spole atrodas pacienta galvas tuvumā, un tiek radīts elektromagnētiskais impulss vai impulsu virkne, lai inducētu strāvu pacienta smadzenēs. Zonde var būt nofiksēta vietā, vai to var turēt vietā medicīnas darbinieks (4.4. attēls).

4.4. attēls. Apļveida TMS spole lietošanā



4.4.3. Īsviļņu diatermija

Komanda tika informēta, ka slimnīcā tobrīd neizmanto īsviļņu diatermijas metodi, kaut gan iepriekš fizioterapeiti to izmantojuši. Viņi netika pilnībā informēti par darba procedūrām, ko izmantoja tad, kad šī iekārta tika lietota, taču nolēma veikt novērtējumu gadījumam, ja slimnīca plānotu nākotnē atkal izmantot šo iekārtu.

4.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Medicīniskās fizikas speciālistu komanda zināja, ka visas trīs apzinātās medicīnas ierīces rada spēcīgus elektromagnētiskos laukus. Tomēr viņi droši nezināja, vai šīs ierīces rada laukus, kuru dēļ darba ņēmēji pārsniegtu ekspozīcijas robežvērtības (ER). Tāpēc viņi secināja, ka būtu jāveic papildu novērtējums un elektromagnētisko lauku mērījumi. Komanda mērījumu veikšanai izvēlējās divas iekārtas — elektroķirurģijas aparātu *ConMed 5000* un TMS ierīci *200 MAGSTIM*. Viņi nolēma pagaidām neveikt nekādu īsviļņu diatermijas ierīču mērījumus.

Medicīniskās fizikas nodaļai ir dažādas mērījumu zondes elektromagnētisko lauku uzraudzībai. Komanda mērījumu veikšanai izmantoja izotropisku (trīsasu) zondi. Katrai iekārtai bija nepieciešamas atšķirīgas zondes radīto elektromagnētisko lauku dažādo frekvenču dēļ.

4.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

4.6.1. Elektroķirurģijas aparāts

Elektroķirurģijas aparātu *ConMed 5000* darbināja monopolārā režīmā. Šo aparātu var darbināt griešanas un koagulācijas režīmā. Taču sākotnējie mērījumi atklāja, ka griešanas režīmā radītie elektromagnētiskie lauki ir spēcīgāki nekā koagulācijas režīmā radītie, tāpēc lielāko daļu mērījumu veica, izmantojot griešanas režīmu. Lauka frekvenci novērtēja, izmērot un attēlojot viļņa formu osciloskopā, un noskaidroja, ka tā ir 391 kHz. Izmantotā jauda bija aptuveni 200 W.

Elektrisko un magnētisko lauku mērījumus veica ārstēšanas un atgriezes vadu tuvumā. Ja salīdzina izmērīto lauku ar rīcības līmeņiem (RL), vidējas frekvences lauka dēļ ir piemērojami gan RL, kas attiecas uz netermisko ietekmi, gan RL, kas attiecas uz termisko ietekmi.

Mērījumu rezultāti, kas attēloti 4.1. tabulā, parāda magnētiskā lauka intensitāti vairākos horizontālos attālumos ārstēšanas vada vidū. Izmantojot šos rezultātus, komanda ekstrapolēja magnētisko lauku 1 cm attālumā no vada un aprēķināja, ka tas ir 7 % no RL attiecībā uz ekstremitātēm.

Novērtējot magnētisko lauku ap iekārtu, komanda secināja, ka ķirurga un citu operāciju zāles medicīnisko darbinieku eksponētība nepārsniegtu ne EML direktīvā noteiktos RL, ne Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus.

4.1. tabula. Magnētiskā lauka intensitāte dažādos attālumos no ārstēšanas vada, izteikta procentos no rīcības līmeņiem un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem

Attālums no vada (cm)	Magnētiskā lauka intensitāte ($A\cdot m^{-1}$)	Magnētiskā indukcija (μT)	Netermiskā ietekme		Termiskā ietekme	
			Procentuāli no augstā/zemā rīcības līmeņa (%) ¹	Procentuāli no rīcības līmeņiem attiecībā uz ekstremitātēm (%) ²	Procentuāli no rīcības līmeņa (%) ³	Procentuāli no Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem (%) 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 Magnētiskās indukcijas zems/augstais rīcības līmenis 391 kHz frekvencē: 100 μT .

² Magnētiskās indukcijas rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm 391 kHz frekvencē: 300 μT .

³ Magnētiskās indukcijas rīcības līmenis 391 kHz frekvencē: 5,12 μT .

⁴ Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsauces līmenis attiecībā uz magnētisko indukciju 391 kHz frekvencē: 2,35 μT .

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 2,7$ dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/AL.

Elektrisko lauku mērīja vietā, kur atradās ārstēšanas vads un atgriezes vads. Tika atklāts, ka atgriezes vada radītais elektriskais lauks ir ievērojami spēcīgāks nekā ārstēšanas vada radītais elektriskais lauks, kas liecina, ka ārstēšanas vads ir ekranēts. Elektriskā lauka intensitāte atkarībā no attāluma līdz atgriezes vadam ir attēlota 4.2. tabulā. Šie mērījumi ir veikti dažādos horizontālos attālumos vada vidū. Spēcīgākais izmērītais lauks — 10 cm attālumā no vada — ir zemāks nekā rīcības līmeņos noteiktais. Tomēr rezultāti liecina, ka Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti zonā, kas atrodas līdz aptuveni 20 cm attālumā no vada.

4.2. tabula. Elektriskā lauka intensitāte dažādos attālumos no atgriezes vada, izteikta procentos no rīcības līmeņiem un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsaucē līmeņiem

Attālums no vada (cm)	Elektriskā lauka intensitāte (Vm^{-1})	Netermiskā ietekme		Termiskā ietekme	
		Procentuāli no zemā rīcības līmeņa (%) ¹	Procentuāli no augstā rīcības līmeņa (%) ²	Procentuāli no rīcības līmeņa (%) ³	Procentuāli no Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsaucē līmeņiem (%) 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 Zemais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: $170 Vm^{-1}$.

² Augstais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: $610 Vm^{-1}$.

³ Augstais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: $610 Vm^{-1}$.

⁴ Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis elektriskā lauka intensitātei frekvenču diapazonā no 150 kHz līdz 1 MHz: $87 Vm^{-1}$.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 0,8$ dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/AL.

Lai novērtējums būtu pilnīgs, komanda izmantoja savu modelēšanas programmatūru, lai noteiktu pacienta eksponētību, un pārkonfigurēja to, lai modelētu ķirurga eksponētību, ņemot vērā RL. Inducēto elektrisko lauku un enerģijas īpatnējās absorbcijas rādītāja (SAR) vērtības aprēķināja ekspozīcijai situācijā, kad elektroķirurģijas ierīci lieto un vadi atrodas pie ķirurga rokas 1 cm attālumā.

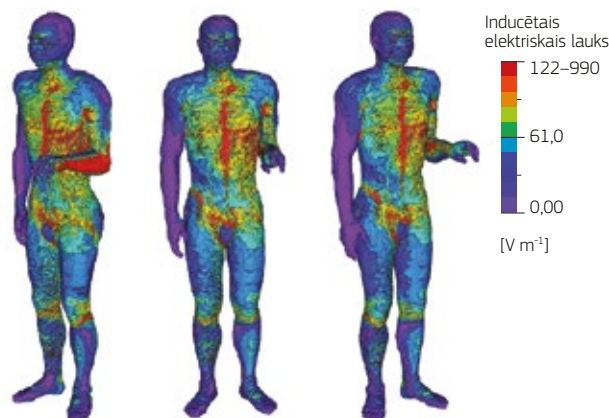
Tika aprēķināts inducētais elektriskais lauks dažādos audos (4.3. tabula). Tika aprēķināts, ka lielākā vērtība ir $628 mVm^{-1}$ kaulā. Tie ir 0,6 % no ER attiecībā uz ietekmi uz veselību, līdz ar to komanda secināja, ka ķirurga tuvumā ER attiecībā uz netermisko ietekmi netiktu pārsniegti. Inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī ir redzams 4.5. attēlā. Protams, ir iespējams, ka elektroķirurģijas aparāta vadi atrodas ķirurgam tuvāk par 1 cm vai pat ir tiešā saskarē ar ķirurgu. Tomēr komanda secināja, ka inducētā elektriskā lauka zemās vērtības nozīmē to, ka ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, pārbaudāmās iekārtas tuvumā netiktu pārsniegtas.

4.3. tabula. Inducētais elektriskais lauks, procentuāli no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību

Audi	Inducētais elektriskais lauks (mVm ⁻¹) ¹	% no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību
Kauls	628	0,60 %
Tauki	493	0,47 %
Āda	461	0,44 %
Smadzenes	146	0,14 %
Muguras smadzenes	275	0,26 %
Tīklene	103	0,10 %

¹ Iekšējā elektriskā lauka intensitātes ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: 105 Vm⁻¹ (EV).

4.5. attēls. Inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ja ekspozīciju rada 391 kHz elektroķirurģisks vads

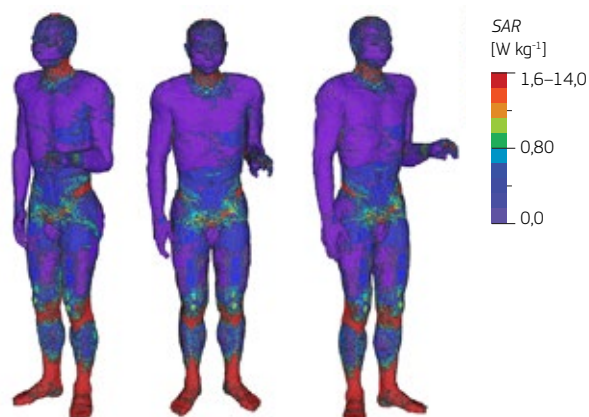


Tika aprēķinātas visa ķermeņa un lokalizētas SAR vērtības (4.4. tabula), un tās liecina, ka ķirurga atrašanās vietā ER netiktu pārsniegtas. SAR sadalījums cilvēka modelī ir redzams 4.6. attēlā.

4.4. tabula. Augstākās SAR vērtības pārbaudāmajā ekspozīcijas vietā un salīdzinājumi ar ER

Vieta	SAR (Wkg ⁻¹)	ER (Wkg ⁻¹)	% no ER
Vidējā SAR vērtībā visā ķermenī	0,0338	0,4	8,4
Maksimālā lokalizētā 10 g SAR vērtība galvā un rumpī	0,780	10	7,8
Maksimālā lokalizētā 10 g SAR vērtība ekstremitātēs	1,75	20	8,7

4.6. attēls. Energijas īpatnējās absorbcijas rādītājs (SAR) cilvēka modelī, ja ir eksponētība 391 kHz laukam, ko rada elektroķirurģijas aparāts



Novērtējums komandai vēlreiz apliecināja: ir maz iespējams, ka ķirurgs vai citi slimnīcas darbinieki varētu tikt eksponēti laukiem, kas pārsniedz ER. Tomēr viņi atzina, ka pacients varētu tikt eksponēts laukiem, kas pārsniedz Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus, jo īpaši atgriezes elektroda atrašanās vietas tuvumā. Kopumā tā netika atzīta par problēmu, jo ekspozīcija būtu pamatota ķirurģijas procesa daļa. Tomēr papildu uzmanība būtu jāpievērš tad, ja pacientam ķermenī ir aktīva implantēta medicīnas ierīce (AIMI). Vēl viens iespējamais risks, kas tika konstatēts, ir elektromagnētisko lauku izraisīti jutīgu medicīnas ierīču darbības traucējumi operāciju zālē; komanda bija informēta, ka tas ir noticis apstākļos, kad ārstēšanas zonde atradās šo ierīču tuvumā.

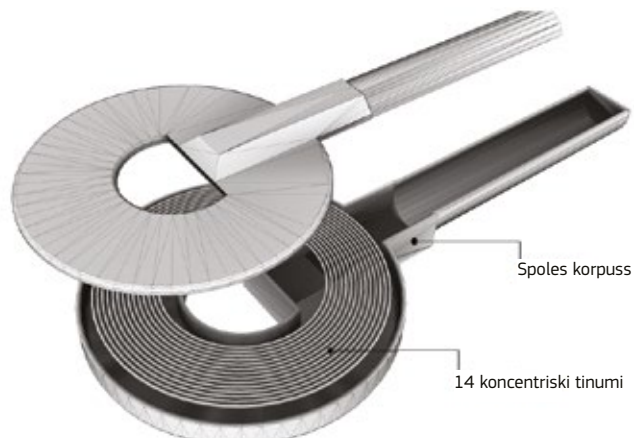
4.6.2. TMS ierīce

TMS ierīcei *200 MAGSTIM* ir divas rokā turamas daļas — vienā ir apļveida spole, bet otrā — divas apļveida spoles astotnieka formā. Ģenerators jaudu iestata medicīnas darbinieks procentuāli no maksimālās jaudas. Var iestatīt vienu impulsu vai impulsu virkni.

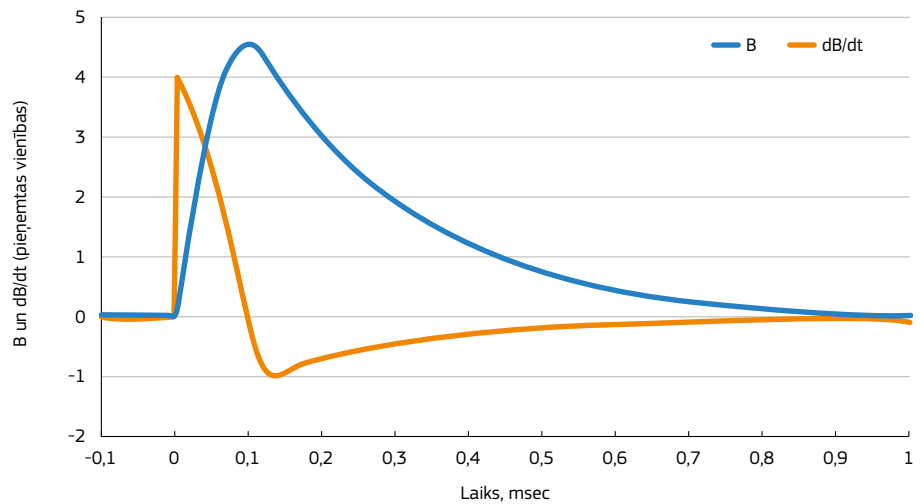
Pēc sākotnējiem mērījumiem tika secināts, ka apļveida spole rada lielākas intensitātes magnētiskos laukus. Šī spole (4.7. attēls) atrodas plastmasas korpusā, bet spoles tinumi ir izgatavoti no vara, kas ir materiāls ar mazu elektrisko pretestību un lielu siltumvadītspēju. Spole sastāv no 14 koncentriskiem tinumiem, kuru diametrs ir no 70 mm līdz 122 mm.

Komanda veica mērījumus, izmantojot apļveida spoli un ģeneratoru, kas darbojas ar 100 % no tā maksimālās jaudas viena impulsa režīmā. Ražotājs sniedza datus par impulsa raksturlielumiem (4.8. attēls).

4.7. attēls. Apļveida TMS spole

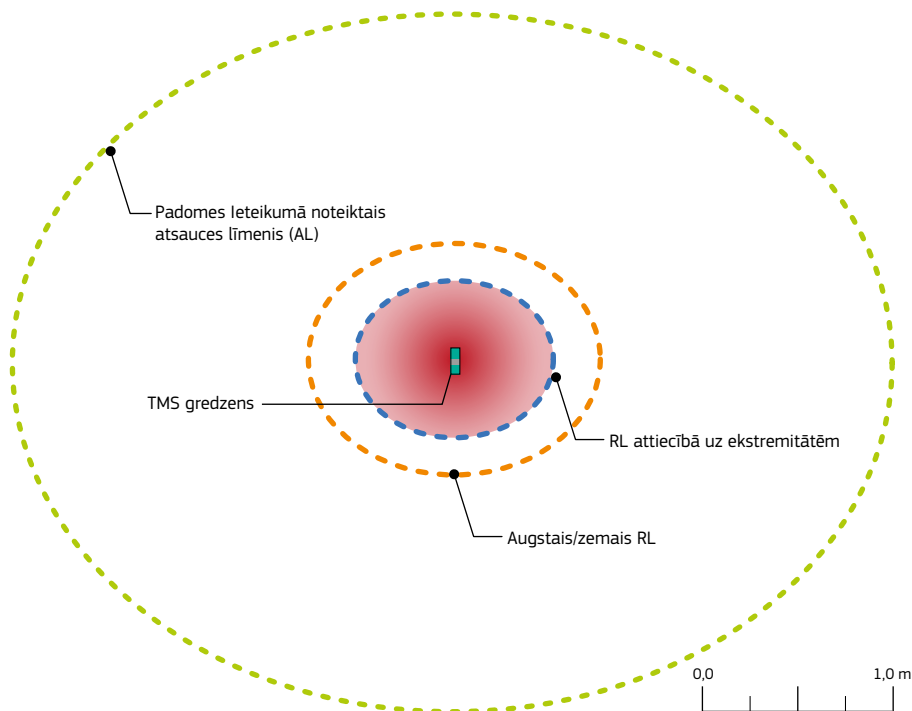


4.8. attēls. Viena impulsa raksturlielumi saskaņā ar ražotāja datiem



Kā gaidāms, spēcīgākie lauki tika konstatēti tieši spoles priekšā un centrā; zonas, kurās varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi (RL) un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi, ir redzamas 4.9. attēlā. Lietotāja rokas parastajā atrašanās pozīcijā (turot rokā turamo daļu 11 cm zem spoles centra) izmērītā magnētiskā indukcija bija 5600 % no RL attiecībā uz ekstremitātēm.

4.9. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē ap TMS ierīci varētu tikt pārsniegts rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila), augstais/zemais rīcības līmenis (sarkana) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 10\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/AL, novērtējot iepriekš minētos attālumus.

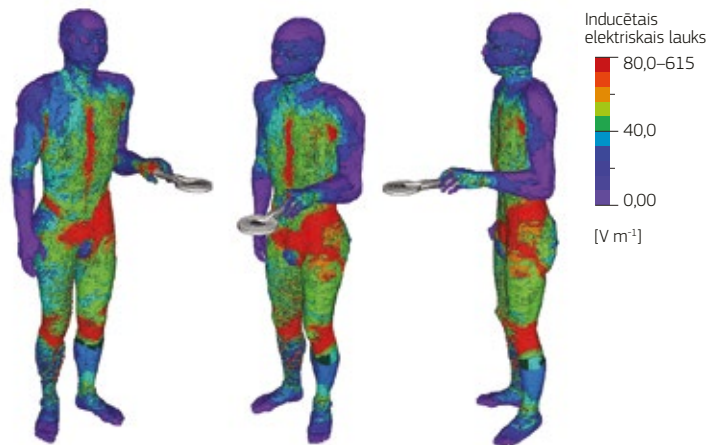
Komanda secināja: ir ļoti iespējams, ka medicīnas darbinieka eksponētība pārsniedz RL. Viņi vēlreiz veica medicīnas darbinieka iespējamās eksponētības datormodelēšanu, ņemot vērā ER. Modelēšanu veica, pārbaudot divas medicīnas darbinieka pozīcijas: pirmo, kad spoli tur 30 cm attālumā no ķermeņa, un otro, kad spoli tur 15 cm attālumā no rumpja. Modelēšana pierādīja, ka ER varētu tikt pārsniegtas pat par 35 700 % (4.5. tabula). Inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī abās pozīcijās ir redzams 4.10. un 4.11. attēlā.

4.5. tabula. Datormodelētās inducētā elektriskā lauka vērtības un salīdzinājums ar ER

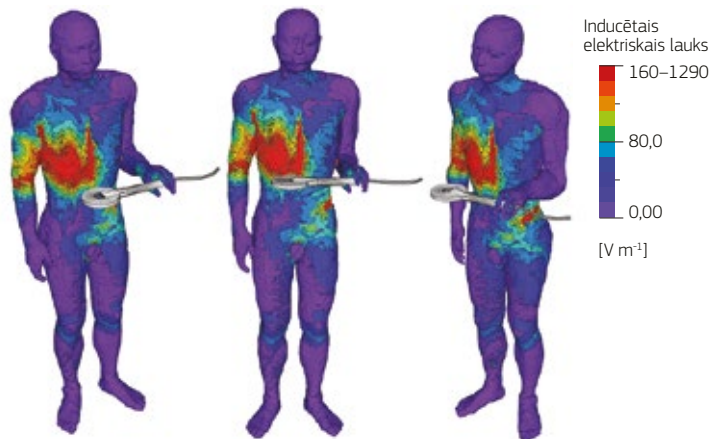
Pozīcija	Inducētais elektriskais lauks (Vm^{-1})	% no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību ¹
Spoli tur 30 cm attālumā no ķermeņa	265 (kauls)	24 100 %
Spoli tur 15 cm attālumā no rumpja	393 (kauls)	35 700 %

¹ Iekšējā elektriskā lauka intensitātes ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, frekvenču diapazonā no 1 Hz līdz 3 kHz: $1,1 Vm^{-1}$ (maksimāli).

4.10. attēls. Tāda inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ko rada eksponētība TMS spolei, turot spoli 30 cm attālumā no ķermeņa



4.11. attēls. Tāda inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ko rada eksponētība TMS spolei, turot spoli 15 cm attālumā no ķermeņa



Komanda secināja, ka tad, ja spoli tur vietā medicīnas darbinieks, ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, noteikti tiks pārsniegta. Iespējams arī AIMI darbības traucējumu risks. Taču citām slimnīcas ierīcēm radītie darbības traucējumi tika atzīti par mazāku problēmu nekā elektroķirurģiskā aparāta gadījumā, jo parasti iekārtu nelieto vietās, kur atrodas jutīgas medicīnas ierīces.

4.6.3. Īsviļņu diatermija

Kaut arī komanda neveica slimnīcas īsviļņu diatermijas ierīču novērtējumu, viņi zināja, ka šīs ierīces var izraisīt gan fizioterapeita, gan, iespējams, citu darba ņēmēju ievērojamu eksponētību. Līdzīgu ierīču novērtējumos citās iestādēs bija secināts, ka RL varētu tikt pārsniegti līdz aptuveni 2 m attālumā no kapacitīvām īsviļņu diatermijas ierīcēm un līdz 1 m attālumā no induktīvām īsviļņu diatermijas ierīcēm. Komanda nolēma, ka tad, ja slimnīcas iekārtu nolems atkal izmantot, būs jāveic tās papildu novērtējums. Tā tika nolemts tāpēc, lai komanda varētu sniegt padomus fizioterapeitiem par drošu darba praksi (piem., drošu darba attālumu) un noteikt, vai Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti vietās, kur var atrasties īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji.

4.7. Riska novērtējums

Slimnīca veica elektroķirurģijas aparāta un TMS ierīces riska novērtējumu (sk. attiecīgi 4.6. un 4.7. tabulu), pamatojoties uz medicīniskās fizikas speciālistu komandas veiktajiem mērījumiem atbilstoši metodoloģijai, ko piedāvā *OiRA (EU-OSHA)* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma). Riska novērtējumos tika secināts turpmākais.

4.7.1. Elektroķirurģijas aparāts

- Lietojot šo aparātu, ER attiecībā uz ķirurgu vai citiem slimnīcas darbiniekiem diez vai tiks pārsniegtas;
- elektromagnētiskie lauki var traucēt AIMI un citu telpā esošu jutīgu medicīnas ierīču darbību.

4.7.2. TMS ierīce

- Lietojot šo aparātu, ER attiecībā uz klīnicistu vai, iespējams, citiem slimnīcas darbiniekiem varētu tikt pārsniegtas — iespējams, ievērojami;
- elektromagnētiskie lauki var traucēt AIMI darbību;
- ir maz iespējams, ka elektromagnētiskie lauki varētu ietekmēt jutīgu medicīnas ierīču darbību, jo iekārtu nelieto šo ierīču tuvumā.

Izmantojot riska novērtējumu, slimnīca sagatavoja rīcības plānu, šo procesu dokumentējot.

4.6. tabula. Elektroķirurģijas aparāta EML īpašā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
EML tiešā ietekme	Modelēšana pierādīja, ka attiecībā uz darba ņēmējiem ER netiks pārsniegtas.	Ķirurgs un citi ķirurģiskās komandas locekļi	✓			✓	Zems	Nav vajadzīgi
EML netiešā ietekme (ietekme uz aktīvu implantētu medicīnas ierīču (AIMI) un citu jutīgu medicīnas ierīču darbību)	Nav	Ķirurgs un citi ķirurģiskās komandas locekļi Pacients	✓			✓	Zems	Darba ņēmējus informēt par risku, ka ir iespējami jutīgu medicīnas ierīču darbības traucējumi. Lūgt darba ņēmējus ziņot medicīniskās fizikas speciālistu komandai par ikvienu medicīnas ierīču darbības traucējumu. Medicīniskās fizikas speciālistu komandai būtu jāapsver iespēja sniegt padomus ķirurgiem par drošu minimālo attālumu no ārstēšanas zondes un vadiem līdz AIMI un citām jutīgām medicīnas ierīcēm.

4.8. Veiktie piesardzības pasākumi

Pirms mērījumu novērtēšanas nebija veikti nekādi īpaši piesardzības pasākumi, kas ierobežotu personu eksponētību EML.

4.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Pēc mērījumu un ar iekārtām saistīto apdraudējumu novērtēšanas slimnīca sagatavoja rīcības plānu un nolēma veikt šādus papildu piesardzības pasākumus.

4.9.1. Elektroķirurģijas aparāts

Saistībā ar elektroķirurģijas aparātu:

- darba ņēmējus informēt par risku, ka ir iespējami jutīgo medicīnas ierīču darbības traucējumi;
- lūgt darba ņēmējus ziņot medicīniskās fizikas speciālistu komandai par ikvienu medicīnas ierīču darbības traucējumu;
- medicīniskās fizikas speciālistu komandai būtu jāapsver iespēja medicīnas darbiniekus informēt par minimālo drošo attālumu no ārstēšanas zondes un vadiem līdz AIMI un citām jutīgām medicīnas ierīcēm.

4.9.2. TMS ierīce

Attiecībā uz TMS ierīci:

- neļaut darba ņēmējām grūtniecēm un darba ņēmējiem, kuriem ir AIMI, lietot iekārtu vai atrasties telpā ārstēšanas laikā;
- neveikt tādu pacientu ārstēšanu, kuriem ir AIMI;
- izvietot brīdinājumus par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem, kā arī aizliegumus cilvēkiem, kuriem ir AIMI (4.12. attēls);
- ja iespējams, uzstādīt zondi uz precīza manipulatora tā, lai medicīnas darbinieks ārstēšanas laikā varētu stāvēt tālāk no zondes;
- vajadzības gadījumā medicīniskās fizikas speciālistu komanda varētu apsvērt iespēju izstrādāt attālinātas manipulēšanas ierīci, lai klīnicists ārstēšanas laikā varētu stāvēt tālāk no zondes.

4.12. attēls. Piemēri — brīdinājumi par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem un aizlieguma simbols cilvēkiem, kuriem ir AIMI



Brīdinājums!
Šī iekārta rada spēcīgus magnētiskos laukus!



Cilvēkiem ar aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm ieeja aizliegta!

4.9.3. Īsviļņu diatermija

Attiecībā uz īsviļņu diatermiju:

- medicīniskās fizikas speciālistu komanda ieteica slimnīcas fizioterapeitiem informēt viņus pirms ārstēšanas ar īsviļņu diatermiju, lai viņi varētu novērtēt EML risku un vajadzības gadījumā īstenot atbilstošus kontroles pasākumus.

5. INŽENIERU DARBNĪCA

5.1. Darba vieta

Inženieru uzņēmums vēlējas novērtēt, kā to ietekmētu EML direktīvas ieviešana. Uzņēmuma inženieru darbnīcā ir dažādas elektriskas iekārtas, tostarp:

- magnētiskās defektoskopijas aparāts,
- atmagnetizēšanas iekārta,
- virsmas slīpēšanas mašīna,
- metāla plāksņu griešanas mašīna,
- lentzāģis,
- elektriskais lokzāģis,
- leņķzāģis,
- frēzmašīna (ar motoru),
- stāvurbis,
- karstvada locītājs (*hot wire strip heater*),
- virpas,
- rokas urbis,
- tecīļa.

5.2. Darba apraksts

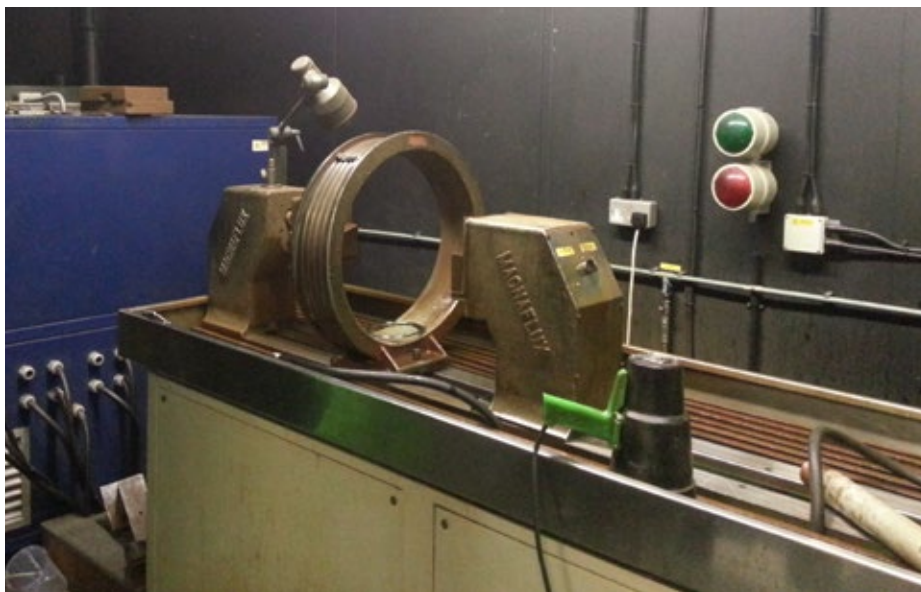
Uzņēmums bija informēts, ka dažas iekārtas, piemēram, magnētiskās defektoskopijas aparāts nedestruktīvai testēšanai un atmagnetizēšanas iekārta detaļu atmagnetizēšanai, ir elektromagnētisko lauku avoti. Tomēr uzņēmums arī vēlējas noskaidrot, vai izmantotie rīki var radīt būtiskas intensitātes elektromagnētiskos laukus.

5.3. Kā notiek procesi?

5.3.1. Magnētiskā defektoskopija

Magnētiskā defektoskopija (MD) (5.1. attēls) ir metode, ko izmanto metāla detaļu nedestruktīvai testēšanai. MD laikā feromagnētiskam darba materiālam pieslēdz strāvu, lai to magnetizētu, un pārbaudāmā priekšmeta virsmas bojājumi rada strāvas radītā magnētiskā lauka traucējumus. Pārbaudāmā priekšmeta virsmai uzklājot feromagnētisku krāsvielu un aplūkojot virsmu piemērotā gaismā, var ieraudzīt ikvienu virsmas bojājumu. Darba ņēmējs, kas veic pārbaudi, parasti strādā aprikojuma tiešā tuvumā.

5.1. attēls. Magnētiskās defektoskopijas aparāts



5.3.2. Atmagnetizēšanas iekārta

Uzņēmums lieto atmagnetizēšanas iekārtu (5.2. attēls), lai atmagnetizētu metāla detaļas pēc MD. Detaļas manuāli novieto uz ratiņu un sliežu sistēmas, kas iet caur atmagnetizēšanas iekārtas spoles caurumu. Operators uz ratiņiem novietoto detaļu ar roku izbīda cauri atmagnetizēšanas iekārtai. Pēc tam atmagnetizēšanas iekārtas otrā pusē detaļa no ratiņiem tiek izņemta.

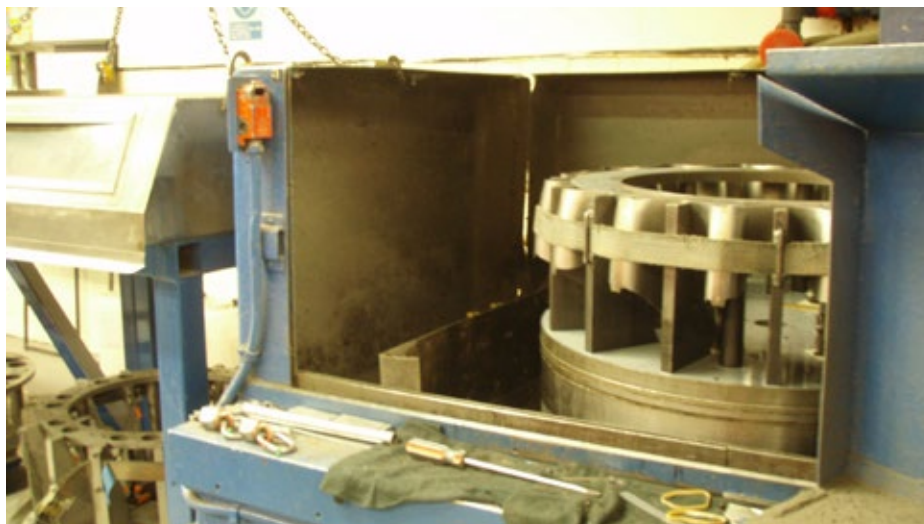
5.2. attēls. Atmagnetizēšanas iekārta ar slīdošiem ratiņiem



5.3.3. Virsmas slīpēšanas mašīna

Virsmas slīpēšanas mašīna (5.3. attēls) sastāv no rotējoša galda ar statiska lauka magnētisko patronu, kurā nofiksē slīpējamās detaļas. Magnētisko patronu var aktivizēt operators, kad slīpēšanas mašīnas paneli ir atvērti.

5.3. attēls. Virsmas slīpēšanas mašīna



5.3.4. Citi darbnīcā izmantotie rīki

Citus uzņēmumā izmantotos rīkus, kas uzskaitīti tālāk, regulāri izmanto daudzi darba ņēmēji:

- metāla plāksņu griešanas mašīna,
- lentzāģis,
- elektriskais lokzāģis,
- leņķzāģis,
- frēzmašīna (ar motoru),
- stāvurbis,
- karstvada locītājs,
- virpas,
- rokas urbis,
- tecīļa.

5.4. Informācija par iekārtām, kas rada EML

Uzņēmums bija informēts, ka ir iespējami EML riski, kas saistīti ar MD aparātu un atmagnetizēšanas iekārtu, jo ražotāju sniegtā informācija liecina, ka iekārtas varētu traucēt elektrokardiostimulatoru darbību. Taču nebija sniegti nekādi papildu skaidrojumi par šo apdraudējumu. Uzņēmums nevarēja atrast nekādu EML drošības informāciju par citiem rīkiem, kas atradās uzņēmumā, un tāpēc iepazinās ar rokasgrāmatas 1. sējuma 3. nodaļas 3.2. tabulā dotajiem iekārtu sarakstiem. Pamatojoties uz to, uzņēmums varēja secināt, ka ir maz ticams, ka lielākā daļa elektrisko rokas instrumentu un mazāko elektrisko iekārtu radīs problēmas, kas saistītas ar ekspozīciju EML.

5.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Tā kā nebija pieejama informācija par EML risku, kas saistīts ar MD aparātu un atmagnetizēšanas iekārtu, uzņēmums nolēma ekspertam konsultantam uzdot detalizētu novērtēšanu. Uzņēmums vēlējās noskaidrot, vai ar kādu no šīm iekārtām varētu būt saistīti apdraudējumi un, ja varētu, kāds būtu to apjoms.

Konsultants veica laikā mainīgas magnētiskās indukcijas mērījumus iekārtas tuvumā, izmantojot instrumentu ar iebūvētu elektronisku filtru, kas parāda tādu rezultātu procentos, kurš iegūts, izmantojot izsvērtās maksimumvērtības metodi laika apgabalā, un ļauj veikt tiešu salīdzināšanu ar rīcības līmeņiem (RL). Statisku magnētisko lauku gadījumā konsultants izmantoja trīsasu Holla magnetometru, kas mēra magnētiskā lauka intensitāti.

5.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

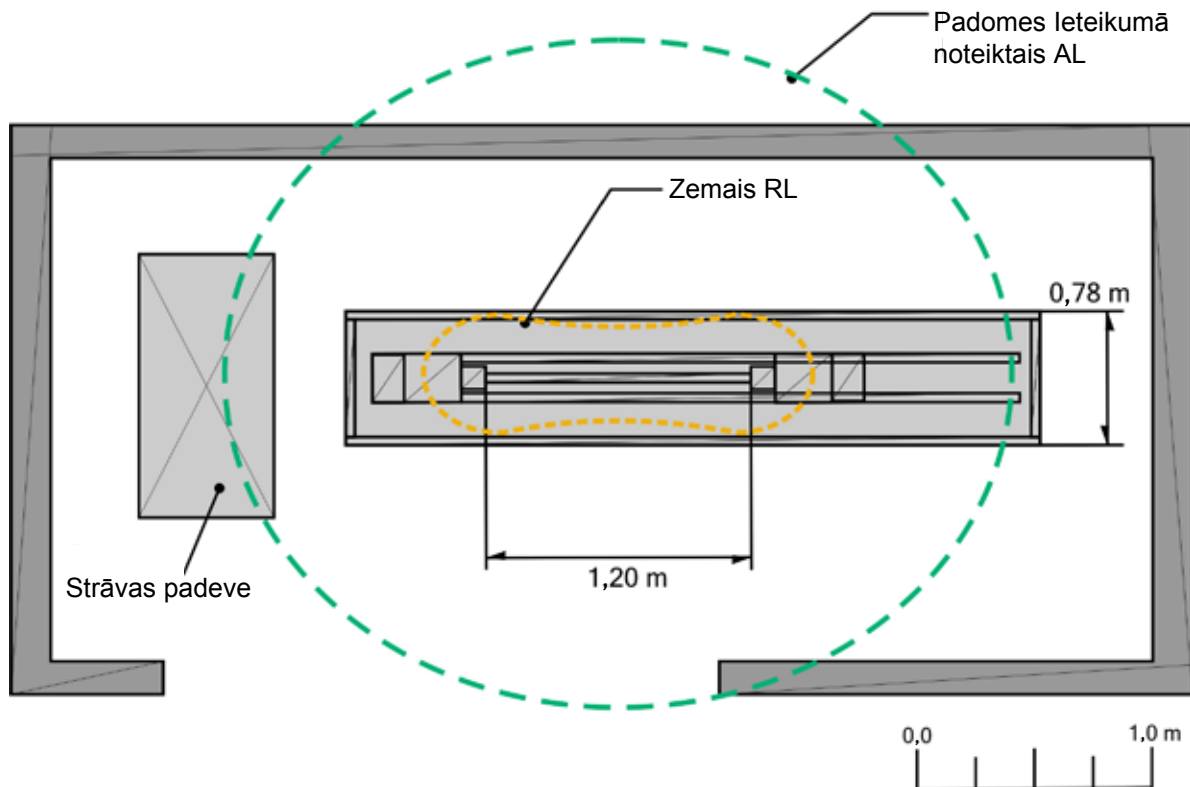
5.6.1. Magnētiskā defektoskopija

Parasti MD aparāts darbojas ar strāvu, kuras stiprums ir 1–4 kA. Magnētiskās indukcijas mērījumi tika veikti ar iekārtu, kas darbojas tās maksimālajā 10 kA režīmā. Iekārta bija iestatīta radiālās magnetizēšanas režīmā, kurā strāvu pievada tieši pārbaudāmajam priekšmetam. Pārbaudes laikā operators atradās 60 cm attālumā no pārbaudāmā priekšmeta, tāpēc mērījumi tika veikti šajā vietā. Zemais rīcības līmenis šajā vietā netika pārsniegts.

Mērījumi tika veikti arī dažādās citās vietās ap iekārtu, un rezultāti tika salīdzināti ar RL, kā arī ar Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Šos līmeņus var izmantot kā īpašam riskam pakļauto darba ņēmēju ekspozīcijas vispārīgu rādītāju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

Vietas, kurās RL un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti, ir parādītas 5.4. attēlā. Zemā RL kontūra ir pilnīgi ietverta mašīnas pamatnē, savukārt kontūra, kas attiecas uz Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem, sasniedz aptuveni 1,5 m attālumu no pārbaudāmā priekšmeta un 0,4 m attālumu zonās blakus MD aparāta kabīnei.

5.4. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē varētu tikt pārsniegts zemais rīcības līmenis (dzeltena) un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



5.6.2. Atmagnetizēšanas iekārta

Darbuņēmējs veica magnētisko lauku mērījumus ap atmagnetizēšanas iekārtu, un tie ir doti 5.1. tabulā. Tika konstatēts, ka magnētiskā intensitāte samazinās zem zemā RL 40 cm attālumā no magnēta tuneļa centra un tikai nedaudz pārsniedz augsto RL tieši pie magnēta plakanskalldnes. Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi tika pārsniegti līdz 1 m attālumā no magnēta tuneļa.

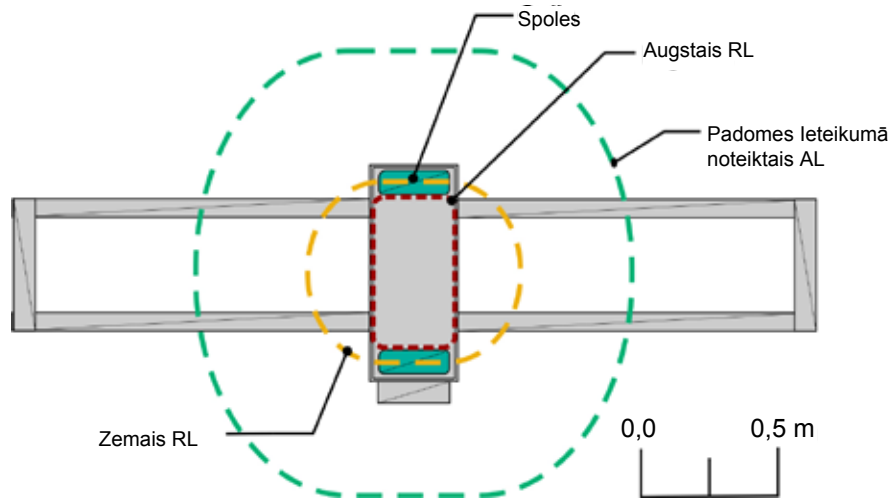
Zonas, kurās varētu tikt pārsniegti RL un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi, ir parādītas 5.5. attēlā.

5.1. tabula. Izmērītā magnētiskā indukcija ap atmagnetizēšanas iekārtu, izteikta procentos no EML direktīvā noteiktajiem rīcības līmeņiem

Mērījumu vieta	Mērāmais lielums		Ekspozīcija EML direktīvas kontekstā				Rīcības līmeņi uz ekstremitātēm (µT)	Ekspozīcija (%)	Ekspozīcija (%)
	Frekvence (Hz)	Magnētiskā indukcija (µT)	Zemais rīcības līmenis (µT)	Ekspozīcija (%)	Augstais rīcības līmenis (µT)	Ekspozīcija (%)			
Ratiņu sliedes operatora puse:									
• pie vadības paneļa labās puses	50	590	1000	59 %	6000	18 000	10 %	18 000	3,3 %
• sliedes mala gar magnētu	50	1400	1000	140%	6000	18 000	23 %	18 000	7,8 %
• 40 cm attālumā no magnēta tuneļa centra	50	600	1000	60 %	6000	18 000	10 %	18 000	3,3 %
1 m attālumā no magnēta tuneļa centra (atmagnetizēšanas iekārtas vienā pusē):									
• atvērtais gals	50	70	1000	7,0 %	6000	18 000	1,2 %	18 000	0,4 %
• slēgtais gals	50	70	1000	7,0 %	6000	18 000	1,2 %	18 000	0,4 %
Ratiņu sliedes tālākajā pusē (nevis vadības paneļa pusē):									
• 25 cm attālumā no magnēta tuneļa centra	50	3200	1000	320 %	6000	18 000	53 %	18 000	18 %
• 40 cm attālumā no magnēta tuneļa centra	50	600	1000	60 %	6000	18 000	10 %	18 000	3,3 %
• 30 cm attālumā no magnēta korpusa (izolācijas slēdža pusē)	50	250	1000	25 %	6000	18 000	4,2 %	18 000	1,4 %
Virs ratiņu sliedes uz magnēta tuneļa ass:									
• cieši pie magnēta plakanskalldnes (atvērtais gals)	50	6700	1000	670 %	6000	18 000	110 %	18 000	37 %
• cieši pie magnēta plakanskalldnes (slēgtais gals)	50	6700	1000	600 %	6000	18 000	100 %	18 000	33 %

Svarīgi! Mērījumi tika veikti ar instrumentu lauka intensitātes režīmā, kas uzrādīja, ka viļņa formā pastāvīgi dominē 50 Hz pamatfrekvence. Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL.

5.5. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē ap atmagnetizēšanas iekārtu varētu tikt pārsniegts augstais rīcības līmenis (sarkana), zemais rīcības līmenis (dzeltena) un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



5.6.3. Virsmas slīpēšanas mašīna

Mērījumi tika veikti ap slīpēšanas mašīnu, kas aprīkota ar magnētisku patronu apstrādājamās detaļas fiksācijai.

Mērījumi ap aparātu pierādīja, ka ekspozīcijas robežvērtības (ER) attiecībā uz eksponētību statistiskiem magnētiskajiem laukiem netiks pārsniegtas nevienā vietā. Taču RL attiecībā uz aktīvu implantētu medicīnas ierīču eksponētību varētu tikt pārsniegts magnētiskās patronas ciešā tuvumā (5.2. tabula).

5.2. tabula. Attālums, kurā magnētiskā indukcija samazinās līdz rīcības līmenim attiecībā uz aktīvu implantētu medicīnas ierīču eksponētību (0,5 mT)

Aprīkojums	Attālums no galda sānu malas	Attālums no galda augšējās malas
Slīpēšanas mašīna "Lumsden"	15 cm	15 cm

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 5\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu), novērtējot iepriekš minētos attālumus, rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL.

5.6.4. Citi darbnīcā izmantotie rīki

Magnētiskās indukcijas mērījumi tika veikti citu darbnīcā esošo elektrisko darbarīku tuvumā, un neviena instrumenta tuvumā RL netika pārsniegti.

5.3. tabulā minēto rīku gadījumā magnētiskā indukcija nevienā vietā nepārsniedza RL vai Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus. 5.4. tabulā minēto rīku gadījumā magnētiskā indukcija dažās vietās iekārtu tuvumā pārsniedza Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus.

5.3. tabula. Rīki, kas nerada EML risku

Aprīkojums	Procentuāli no Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem
Metāla plākšņu griešanas mašīna	33 %
Lentzāģis	<1 %
Elektriskais lokzāģis	<1 %
Frēzmašīna	50 %
Stāvurbis	20 %
Karstvada locītājs	20 %
Tecīļa	20 %
Virpas	<2 %

5.4. tabula. Rīki, kuru tuvumā magnētiskā indukcija pārsniedz Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus

Iekārta	Piezīmes
Leņķzāģis	280 % uz iekārtas virsmas 100 % 15 cm attālumā no motora 20 % operatora atrašanās vietā
Slīpēšanas/pulēšanas mašīna	350 % uz iekārtas virsmas 100 % 10 cm attālumā no iekārtas
Rokas urbis	700 % uz iekārtas virsmas 300 % parastajā ķermeņa atrašanās vietā (7 cm attālumā no urbja aizmugurējās daļas) 100 % 15 cm attālumā no urbja aizmugurējās daļas

5.7. Riska novērtējums

Uzņēmums veica savu iekārtu EML specifiskā riska novērtējumus, pamatojoties uz konsultanta veikto mērījumu novērtējumu (5.5. līdz 5.9. tabula). Tos veica atbilstoši *OIRA (EU-OSHA)* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma) piedāvātajai metodoloģijai. Riska novērtējumus tika secināts, ka:

- attiecībā uz MD aparātu — parastajā operatora atrašanās vietā RL netiktu pārsniegti. Īpašam riskam pakļautu darba ņēmēju apdraudējums varētu pastāvēt līdz aptuveni 1,5 m attālumā no pārbaudāmā priekšmeta;
- attiecībā uz atmagnetizēšanas iekārtu — darba ņēmēji varētu pārsniegt zemo RL, stāvot magnēta tuvumā. Īpašam riskam pakļautu darba ņēmēju apdraudējums varētu pastāvēt aptuveni līdz 1 m attālumā no magnēta;
- attiecībā uz virsmas slīpēšanas mašīnu — īpašam riskam pakļautu darba ņēmēju apdraudējums varētu pastāvēt aptuveni līdz 15 cm attālumā no magnētiskās patronas. Taču tika uzskatīts, ka ir maz iespējams, ka darba ņēmējs novietotos tik tuvu magnētam;
- attiecībā uz rokas urbi — strādājot ar šo rīku, apdraudēti varētu būt īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji;
- attiecībā uz citiem rīkiem — ap dažiem rīkiem tika izmērīti lauki, kas pārsniedza Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus. Taču lauki bija ļoti lokalizēti, un tāpēc tika secināts, ka īpašam riskam pakļautu darba ņēmēju apdraudējums ir zems.

Izmantojot riska novērtējumu, uzņēmums sagatavoja un dokumentēja rīcības plānu.

5.5. tabula. Magnētiskās defektoskopijas (MD) aparāta EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams		
EML tiešā ietekme: zemais rīcības līmenis varētu tikt pārsniegts mašīnas pamatnē;	Operatora parastā atrašanās vieta ir 60 cm attālumā no pārbaudāmā priekšmeta, kas nozīmē, ka zemais rīcības līmenis operatora atrašanās vietā diez vai tiks pārsniegts.	Operatori Citi darba ņēmēji Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (darba ņēmējas grūtnieces)	✓			✓	Zems Jāsniedz informācija un apmācība operatoriem un citiem darba ņēmējiem. Uz iekārtas jāizvieto brīdinājumi. Darba ņēmējas grūtnieces nedrīkst lietot iekārtu vai atrasties kabīnē iekārtas lietošanas laikā. Pie ieejas kabīnē jāizvieto atbilstoši brīdinājumi un aizliegumi.
EML netiešā ietekme (ietekme uz aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm):	Darba ņēmēji, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, nedrīkst lietot šo iekārtu.	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓			✓	Zems Visiem darba ņēmējiem ir jāsniedz informācija par šo apdraudējumu. Objekta drošības informācijā ir jāiekļauj brīdinājumi. Pie ieejas kabīnē jāizvieto atbilstoši brīdinājumi un aizliegumi.
Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 1,5 m attālumā no pārbaudāmā priekšmeta.							

5.7. tabula. Slīpēšanas mašīnas EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
Statiskā magnētiskā lauka tiešā ietekme	Nav. ER netiek pārsniegtas nevienā vietā.	Operatori	✓			✓	Zems	Nav vajadzīgi.
Statiskā magnētiskā lauka netiešā ietekme (ietekme uz aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm): rīcības līmenis attiecībā uz aktīvu implantēto medicīnas ierīču eksponētību varētu tikt pārsniegts aptuveni 15 cm attālumā no magnētiskās patronas.	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Zems. Ir maz iespējams, ka darba ņēmējs varētu atrasties tik tuvu magnētiskajām patronām.	Iekārtas operatoriem jāsniedz informācija par šo apdraudējumu. Darba ņēmēji, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, nedrīkst strādāt ar mašīnu, kad paneļi ir atvērti. Uz iekārtas ir jāizvieto brīdinājumi un aizliegumi.

5.8. tabula. Rokas urbja EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
EML tiešā ietekme:	Nav	Operatori	✓			✓	Zems	Darba ņēmējas grūtniecības nedrīkst izmantot rokas urbi.
Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 15 cm attālumā no urbja aizmugurējās daļas.		Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (darba ņēmējas grūtniecības)		✓				Darba ņēmējiem ir jāsniedz informācija par šo apdraudējumu.
EML netiešā ietekme (ietekme uz aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm): Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 15 cm attālumā no urbja aizmugurējās daļas.	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Zems	Darba ņēmēji, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, nedrīkst lietot šo iekārtu. Darba ņēmējiem ir jāsniedz informācija par šo apdraudējumu.

5.9. tabula. Citu elektrisko darbarīku EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
EML tiešā ietekme:	Nav	Operatori	✓			✓	Zems. Varbūtība, ka darba ņēmējs varētu novietoties tik tuvu iekārtai, ir ļoti maza.	Nav vajadzīgi.
Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti ļoti lokalizētās vietās iekārtas tuvumā.		Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (darba ņēmējas grūtnieces)						
EML netiešā ietekme (ietekme uz aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm):	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓			✓	Zems. Varbūtība, ka darba ņēmējs varētu novietoties tik tuvu iekārtai, ir ļoti maza.	Nav vajadzīgi.
Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti ļoti lokalizētās vietās iekārtas tuvumā.								

5.8. Veiktie piesardzības pasākumi

Pirms konsultants veica mērījumu novērtējumu, bija veikti tikai daži piesardzības pasākumi. Bija noteikts tikai:

- aizliegums darba ņēmējiem, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, izmantot MD aparātu vai atmagnetizēšanas iekārtu.

5.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Pēc mērījumu un ar iekārtām saistīto apdraudējumu novērtēšanas uzņēmums sagatavoja rīcības plānu un nolēma:

- atmagnetizēšanas iekārtai uzstādīt četrus salīdzinoši mazus nemetāliskus (*Perspex*) aizsargekrānus — katrā magnēta tuneļa pusē. Tie būtu novietoti slīpi uz iekšu, lai neradītu būtiskus šķēršļus, taču visos punktos attālums līdz magnēta tunelim būtu aptuveni 40 cm;

- automatizēt dažas biežāk atkārtojošās atmagnetizēšanas darbības, ieviešot robotizētas apstrādes posmus un konveijera lentes (5.6. attēls). Tas deva papildu ieguvumus saistībā ar manuālām apstrādes darbībām atbilstīgi Eiropas Direktīvas 90/269/EEK prasībām;
- izvietot atbilstošus brīdinājumus un aizliegumus attiecīgi uz iekārtas un pie ieejas zonās, kurās varētu tikt pārsniegti Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsaucies līmeņi. Brīdinājuma teksta piemērs ir dots 5.7. attēlā;
- nodrošināt operatoru apmācību, lai palielinātu viņu izpratni, un pārliecināties, ka viņi zina par riska novērtējuma konstatējumiem un attiecīgajiem aizsardzības un preventīvajiem pasākumiem;
- izstrādāt atbilstošas procedūras, lai nodrošinātu, ka visi darba ņēmēji, kā arī apmeklētāji un līgumdarbinieki zina par īpašam riskam pakļautu darba ņēmēju iespējamo apdraudējumu (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

5.6. attēls. Automatizēta atmagnetizēšanas iekārta ar konveijera lenti robotizētā apstrādes kamerā

Robots

Atmagnetizēšanas iekārta



5.7. attēls. Brīdinājumu un aizliegumu teksta piemērs



**Brīdinājums!
Iekārta darbības
laikā rada spēcīgus
magnētiskos laukus!**



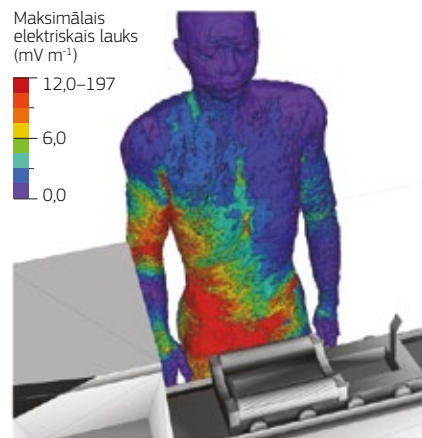
**Cilvēkiem ar aktīvām
implantētām medicīnas
ierīcēm šo iekārtu
izmantot aizliegts!**

5.10. Atsauce uz plašākas informācijas avotiem

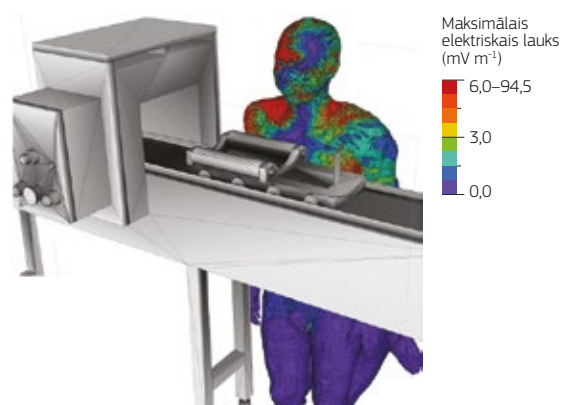
Datormodelēšana, kuras pamatā ir ap atmagnetizēšanas iekārtu veikto mērījumu rezultāti, parāda, ka, neraugoties uz to, ka tika pārsniegti RL, inducētie elektriskie lauki nepārsniedza ER. Turpmāk minētajās trijās ekspozīcijas situācijās inducētie elektriskie lauki bija robežās no 5 % līdz 54 % no zemajām ER:

- stāvot 1. vietā — 25 cm attālumā no magnēta tuneļa (5.8.a attēls);
- tupot uz ceļiem 1. vietā — 25 cm attālumā no magnēta tuneļa (5.8.b attēls);
- noliecoties 2. vietā, tieši pie magnēta tuneļa (5.8.c attēls).

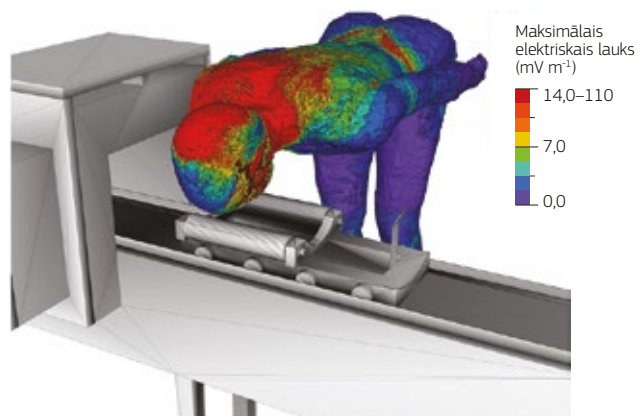
5.8.a attēls. Tāda inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ko rada eksponētība atmagnetizēšanas iekārtai, ja cilvēks stāv 1. vietā — 25 cm attālumā no magnēta tuneļa



5.8.b attēls. Tāda inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ko rada eksponētība atmagnetizēšanas iekārtai, ja cilvēks tup uz ceļiem 1. vietā — 25 cm attālumā no magnēta tuneļa



5.8.c attēls. Tāda inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ko rada eksponētība atmagnetizēšanas iekārtai, ja cilvēks noliecas 2. vietā, tieši pie magnēta tuneļa



6. AUTOMEHĀNIKA

6.1. Darba vieta

Šī gadījuma analīze attiecas uz rokas punktmetināšanas iekārtām un induktīvajiem sildītājiem, ko izmanto autoremontdarbnīcā. Kaut arī rokasgrāmata ir paredzēta mažiem un vidējiem uzņēmumiem, 6.1. sadaļā ir nedaudz aplūkota punktmetināšanas iekārtu lietošana vadošā starptautiskā transportlīdzekļu ražošanas uzņēmumā.

6.2. Darba apraksts

Rokas punktmetināšanas iekārtas (6.1. attēls) un induktīvie sildītāji (6.3. attēls) var radīt apdraudējumu tādu spēcīgu laikā mainīgu magnētisko lauku dēļ, ko rada spēcīgā elektriskā strāva, kura tiek izmantota metināšanas vai metāla sildīšanas procesā. Šajā gadījuma analīzē ir aplūkotas divas punktmetināšanas iekārtas un trīs induktīvās sildīšanas sistēmas, ko parasti izmanto remontdarbnīcās.

6.1. attēls. Rokas punktmetināšanas iekārta, ko izmanto, lai nostiprinātu vietā jaunu paneli



6.3. Kā notiek procesi?

Lielāko daļu mūsdienu transportlīdzekļu ražo, sametinot kopā paneļus, lai izveidotu vienu korpusu, kam pēc tam piestiprina galvenās detaļas. Visbiežāk metināšanā izmanto punktmetināšanas iekārtas. Rokas punktmetināšanas iekārtas sastāv no metināšanas pistoles, kas pieslēgta vadības iekārtai, kurā ir elektriskā un dzesēšanas sistēma. Punktmetināšanai pistolē izmanto divu formu vara sakausējuma elektrodus. Elektrodu izmēri var atšķirties atkarībā no punkta atrašanās vietas uz metināmā korpusa. Vienas vērtētās remontdarbnīcās punktmetināšanas iekārtas piemērs ir dots 6.2. attēlā.

6.2. attēls. Standarta remontdarbnīcas rokas punktmetināšanas iekārta. Sistēmu var pārvietot kopā ar vadības iekārtu uz ritentiņiem. Elektropadeves vads un dzesētāja vads iet no aparāta priekšpusē un uz metināšanas pistoles (kas atrodas turētājā vadības paneļa kreisajā pusē) aizmuguri.



Ir ierasts, ka, apkopjot vai remontējot transportlīdzekli, darba ņēmējiem korozijas dēļ mēdz būt jāsilina metāla detaļas, lai tās būtu iespējams noņemt. Induktīvie sildītāji sastāv no elektromagnētiskās spoles, caur kuru tiek padota zemas frekvences maiņstrāva. Magnētiskais lauks, kas izveidojas ap spoli, apstrādājamajā priekšmetā inducē elektrisko strāvu, ko dēvē par virpuļstrāvu, un pretestība šai strāvai liek priekšmetam uzsilt. Viena vērtētā sildītāja piemērs ir dots 6.3. attēlā.

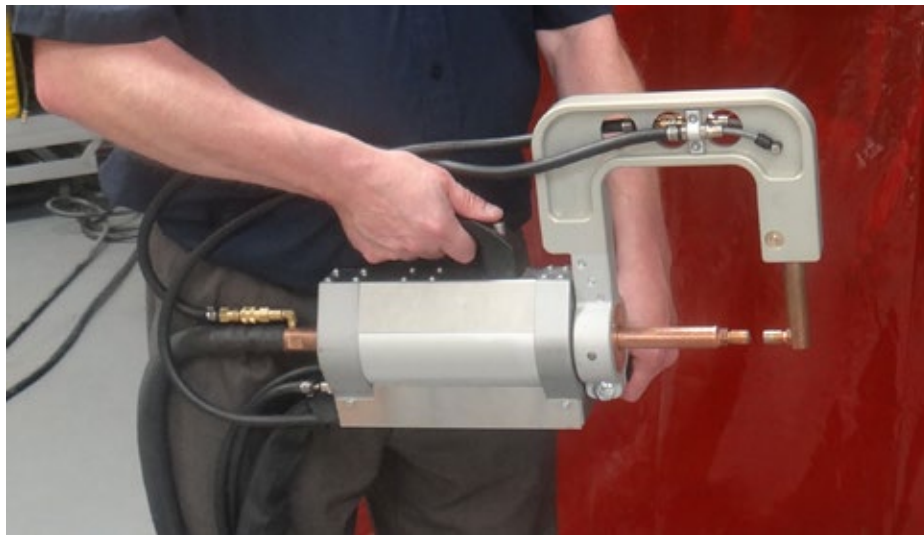
6.3. attēls. 1 kW rokas inductīvais sildītājs, ko izmanto, lai uzsildītu iekāļējušos skrūvi



6.4. Informācija par iekārtām, kas rada EML

Vienai no divām vērtētajām metināšanas iekārtām remontdarbnīcā bija "C veida" pistole, kurā var izmantot vai nu 160 mm, vai 550 mm kronšteinus, bet otrā bija "X veida" pistole vai nu ar 160 mm, vai 550 mm elektrodiem. Dažādie pistoļu veidi ir attēloti 6.4. un 6.5. attēlā. Abas metināšanas iekārtas izmantoja 7500 līdz 12 000 A strāvu un darbojās 2 kHz frekvencē. Taču "C veida" pistolei metināšanas strāva tika pievadīta ar attālinātu transformatoru, savukārt "X veida" pistolei metināšanas strāva tika pievadīta ar miniatūru transformatoru pašā pistolē. Tas nozīmē, ka šajā "X veida" metināšanas iekārtā pa vadu starp vadības iekārtu un pistoli tiek padota 50/60 Hz strāva, nevis daudz lielākā metināšanas strāva. Šā fakta nozīme ir aplūkota tālāk šajā gadījuma analīzē.

6.4. attēls. Remontdarbnīcas “C veida” metināšanas iekārta ar ievietotu 160 mm kronšteinu. Pistoles korpusā (zem darba ņēmēja plaukstas) atrodas virzulis, kas virza vienu elektrodu uz otra. Metināšanas strāva tiek padota no vadības iekārtas pa vadiem attēla kreisajā pusē



6.5. attēls. Remontdarbnīcas “X veida” metināšanas iekārta ar ievietotiem 550 mm elektrodziem. Abus elektrodus kā spīles saspiež kopā ar virzuli, kas atrodas pistoles korpusā (starp darba ņēmēja plaukstām), kur atrodas arī transformators, kas pievada metināšanas strāvu



Triju vērtēto remontdarbnīcas induktīvo sildītāju jauda bija atšķirīga: 1, 4 un 10 kW. 1 kW sildītājs darbojās 15 kHz frekvencē, savukārt 4 kW un 10 kW sildītājs darbojās 17 līdz 40 kHz frekvencē. 4 kW un 10 kW sildītāja izmantotā frekvence ir mainīga, jo iekārtas spēj automātiski noregulēt pievadītās strāvas frekvenci, lai nodrošinātu maksimālu saiti ar sildāmo priekšmetu.

1 kW sildītājs sastāvēja no vienas rokas iekārtas, kurā apvienots transformators un sildelements, bez aktīva dzesētāja (6.3. attēls). 4 kW un 10 kW sildītājs sastāvēja no atsevišķas barošanas iekārtas un rokas sildelementa, un tajos bija aktīvas dzesēšanas sistēmas (6.6. attēls).

6.6. attēls. 4 kW (pa kreisi) un 10 kW (pa labi) induktīvo sildītāju izmanto metāla detaļu sildīšanai remontdarbnīcā. Šajos gadījumos transformators atrodas atsevišķā barošanas iekārtā (attēlā pa kreisi) ar elektropadeves un dzesētāja vadiem, kas savieno barošanas iekārtu ar sildelementu (ko abos gadījumos tur darba ņēmējs). Tie atšķiras no daudz vienkāršākā 1 kW induktīvā sildītāja, kas redzams 6.3. attēlā



6.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Automehānikas nozari pārstāvoša struktūra pauda bažas par to, ka EML direktīva var ietekmēt tās biedrus, kuru vidū ir elektrisko metināšanas un sildīšanas iekārtu piegādātāji. Tai šķita, ka standarta remontdarbnīcas punktmetināšanas iekārtas un induktīvie sildītāji varētu pakļaut darba ņēmējus ekspozīcijai, kas pārsniedz EML direktīvas 3. panta 2. punktā noteiktos attiecīgos rīcības līmeņus. Tas tāpēc, ka gan punktmetināšanas iekārtas, gan induktīvie sildītāji izmanto stipru strāvu un darba ņēmēji, lietojot šīs iekārtas, bieži tās tur ķermeņa tuvumā, kā redzams 6.1., 6.4., 6.5. un 6.6. attēlā.

Tāpēc struktūra izmantoja Eiropas projektā iesaistīta darbuņēmēja eksperta pakalpojumus, lai izstrādātu norādes par arokspozīciju elektromagnētiskajiem laukiem. Tāpēc darbuņēmējam ekspertam uzdeva novērtēt dažādas remontdarbnīcas iekārtas automehānikas koledžā.

Darbuņēmējs veica laikā mainīgas magnētiskās indukcijas mērījumus ap iepriekš aprakstītajām metināšanas iekārtām un sildītājiem, izmantojot izotropisku (trīsasu) zondi (6.7. attēls). Instrumentā bija iebūvēts elektronisks filtrs, kas parāda rezultātu (procentos), kuru iegūst, izmantojot izsvērtās maksimumvērtības metodi laika apgabalā, un kurš tāpēc ļauj veikt tiešu salīdzinājumu ar EML direktīvā noteiktajiem rīcības līmeņiem (RL). Instrumentā bija iebūvēta arī spektra analizēšanas ierīce, kas ļāva analizēt viļņa formas harmonikas.

6.7. attēls. Mērījumi ap remontdarbnīcas punkmetināšanas iekārtu, kas aprīkota ar “C veida” pistoli ar uzstādītu 160 mm kronšteinu. Metināšanas iekārta ar “X veida” pistoli atrodas fonā



6.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Darbuņēmēja iegūtie mērījumu rezultāti ir redzami tālāk attēlos un tabulā. Visos gadījumos mērījumus veica, kamēr metināšanas iekārtu vai sildītāju izmantoja tā, kā tas parasti notiek, strādājot remontdarbnīcā. Ar mērījumiem tika noteikts, cik plašā zonā ap katru metināšanas pistoli un inductīvo sildītāju:

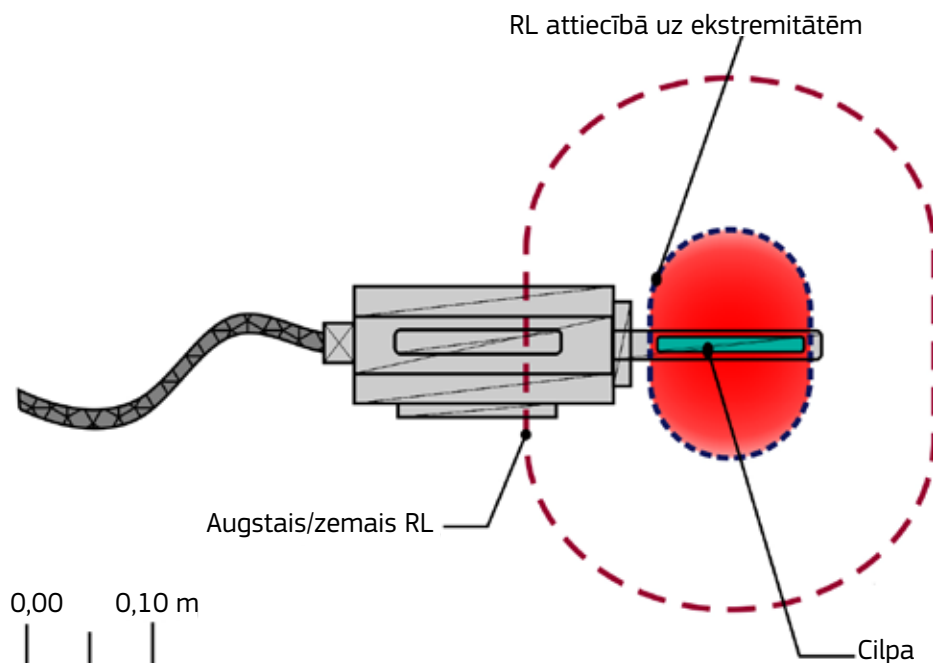
- tiek pārsniegti EML direktīvā noteiktie RL;
- var būt apdraudēti īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji. To novērtēja, ņemot vērā Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

Punktmetināšanas iekārtas un induktīvie sildītāji darbojas frekvences diapazonā no 2 līdz 36 kHz. Šajā frekvences diapazonā EML direktīvā noteiktie augstie un zemie RL ir vienādi. Kad magnētiskā lauka intensitātes mērījums ir norādīts procentuāli no rīcības līmeņa, tas ir procentuāli gan no augstā, gan zemā RL. Atbilstošos gadījumos mērījumi ir norādīti procentuāli arī no EML direktīvā noteiktā RL attiecībā uz ekstremitātēm.

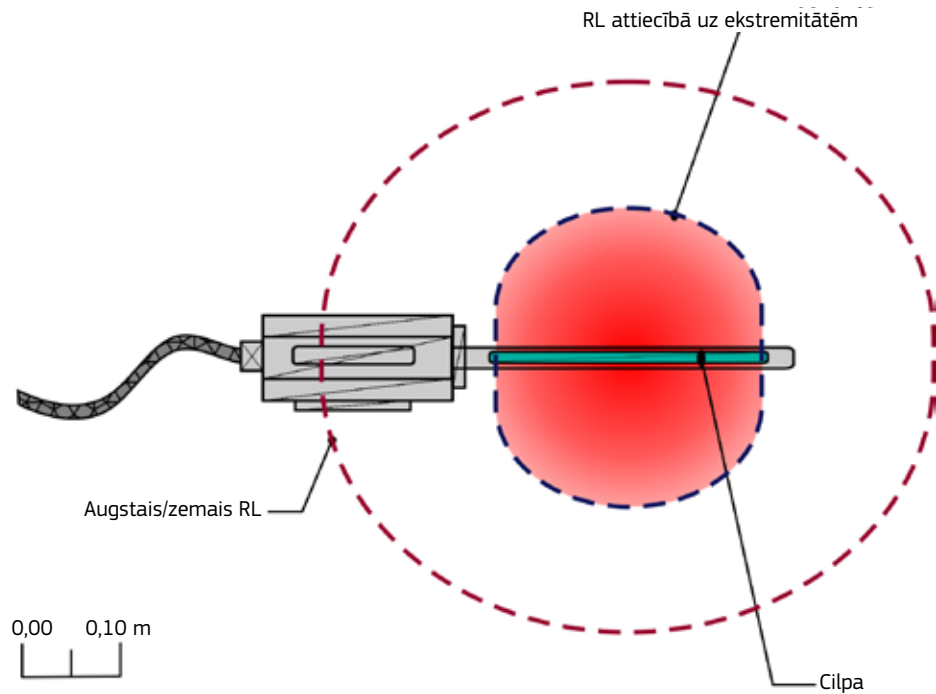
6.6.1. Remontdarbnīcas punktmetināšanas iekārtu ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

6.8. līdz 6.11. attēlā redzams, cik plašā zonā ap katru metināšanas pistoli ir pārsniegts EML direktīvā noteiktais RL attiecībā uz ekstremitātēm vai augstais un zemois RL, vai abi. 6.11. attēlā redzams arī tas, cik plašā zonā ap "X veida" pistoli, kurā ievietoti 550 mm elektrodi, ir pārsniegti Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi. Visos gadījumos kontūras ap pistolēm ataino 100 % atsaucē līmeni, kur zilā kontūra ataino RL attiecībā uz ekstremitātēm, sarkanā — augsto un zemo RL, bet zaļā — Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsaucē līmeņus. Turklāt 6.1. tabulā ir redzams, cik plašā zonā ir pārsniegti attiecīgie RL ap "C veida" metināšanas pistoles vadu.

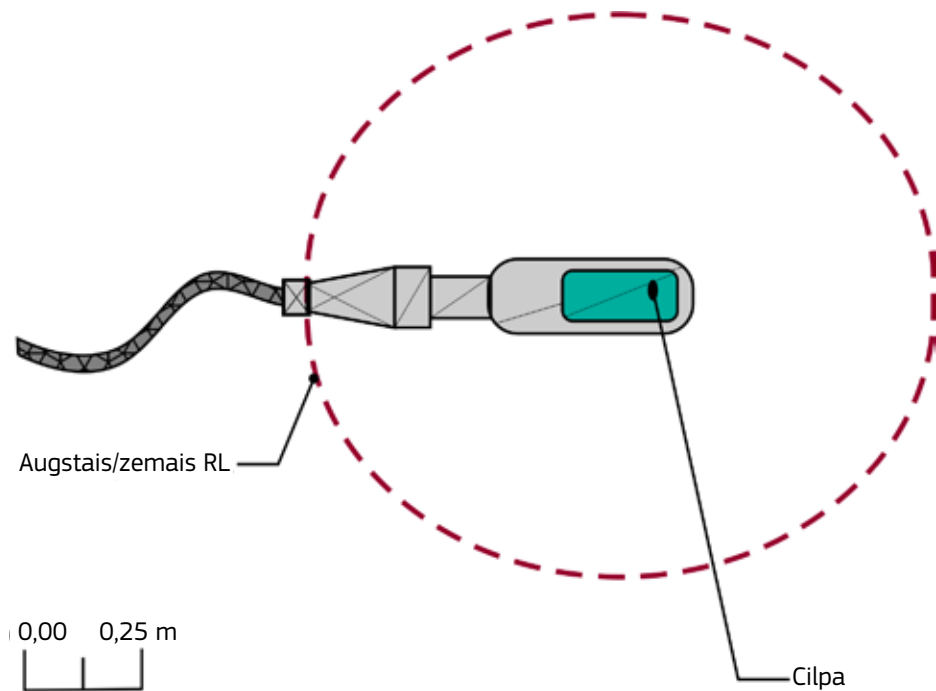
6.8. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē remontdarbnīcā ap "C veida" pistoli, kurā ievietots 160 mm kronšteins, varētu tikt pārsniegti rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila) un augstais/zemois rīcības līmenis (sarkana)



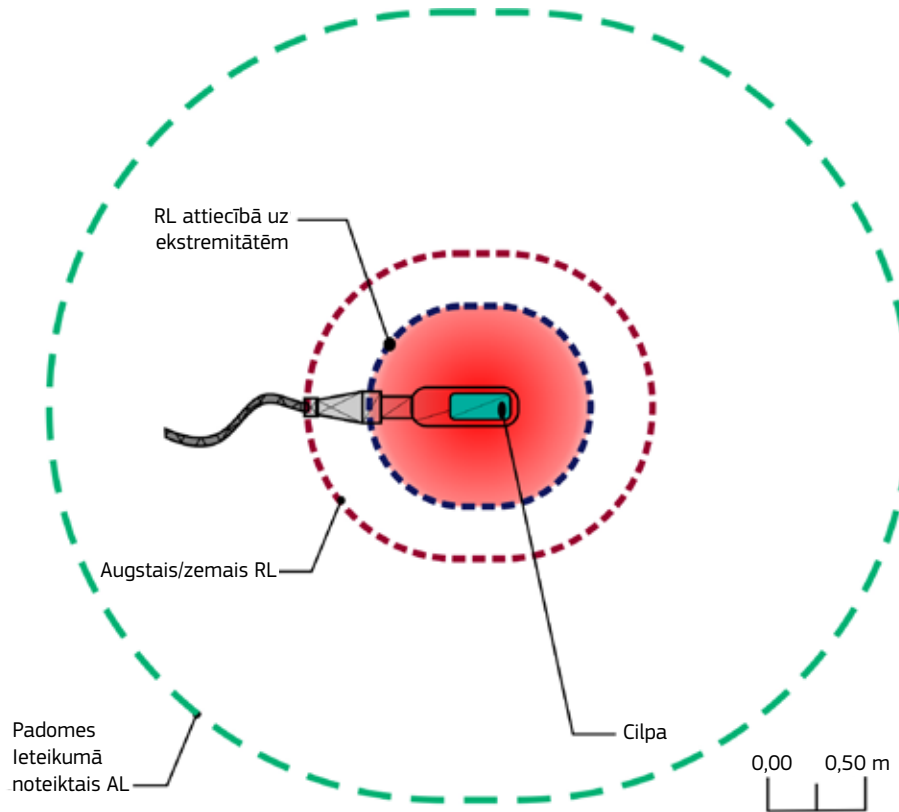
6.9. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē remontdarbnīcā ap “C veida” pistoli, kurā ievietots 550 mm kronšteins, varētu tikt pārsniegts rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila) un augstais/zemais rīcības līmenis (sarkana)



6.10. attēls. Plāna skats, kurā redzama kontūra, kuras iekšpusē remontdarbnīcā ap “X veida” pistoli, kurā ievietoti 160 mm elektrodi, varētu tikt pārsniegts augstais/zemais rīcības līmenis (sarkana)



6.11. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē remontdarbnīcā ap “X veida” pistoli, kurā ievietoti 550 mm elektrodi, varētu tikt pārsniegts rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila), augstais/zemais rīcības līmenis (sarkana) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



6.1. tabula. Mērījumu rezultāti pie vada starp “C veida” metināšanas pistoli un vadības iekārtu

Spailes tips	Strāvas stiprums (A)	% no augstā/zemā rīcības līmeņa ¹ 10 cm attālumā no vada	% no augstā/zemā rīcības līmeņa ¹ 12 cm attālumā no vada	% no augstā/zemā rīcības līmeņa ² 8 cm attālumā no vada
160 mm “C veida”	8000	180	100	100

¹ Magnētiskās indukcijas augstais un zemais rīcības līmenis 2 kHz frekvencē: 150 μ T

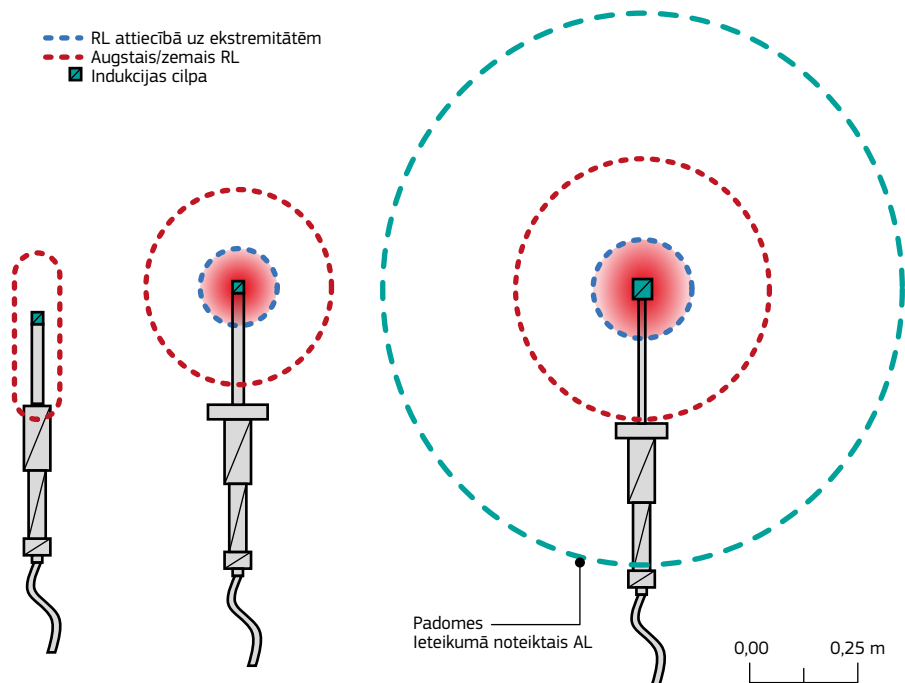
² Magnētiskās indukcijas rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm 2 kHz frekvencē: 450 μ T

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ± 10 % apmērā, un saskaņā ar “dalītā riska” pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

6.6.2. Remontdarbnīcas inductīvo sildītāju ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

6.12. attēlā ir redzami triju inductīvo sildītāju sildelementi, kur 1 kW sildītājs atrodas pa kreisi, 4 kW sildītājs — pa vidu, bet 10 kW sildītājs — pa labi. Visos gadījumos kontūras ap sildelementiem ataino 100 % attiecīgā atsauces līmeņa, kur zilā ataino EML direktīvā noteikto RL attiecībā uz ekstremitātēm, sarkanā — EML direktīvā noteikto augsto un zemo RL, bet zaļā — Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus.

6.12. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē remontdarbnīcā ap trim induktīvajiem sildītājiem (1 kW pa kreisi, 4 kW pa vidu un 10 kW pa labi) varētu tikt pārsniegts rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila), augstais/zemais rīcības līmeņi (sarkana) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



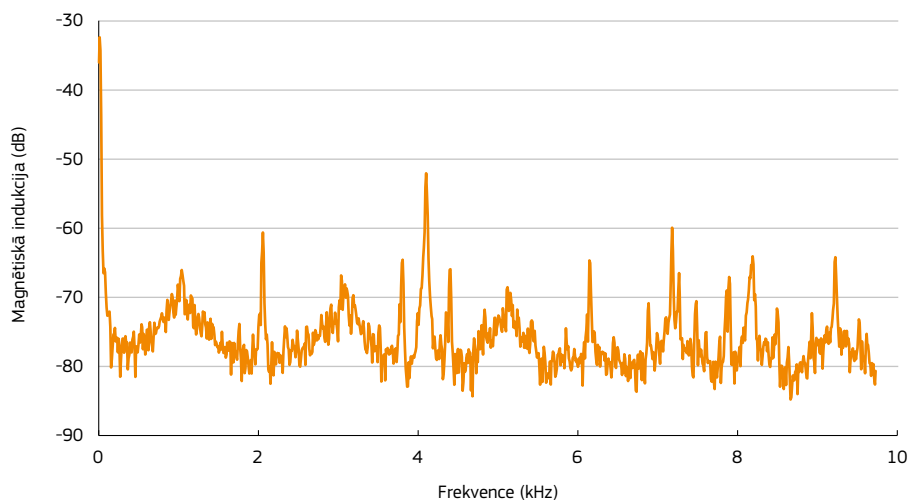
6.7. Ekspozīcijas novērtējuma secinājumi

Atkarībā no pistoles veida EML direktīvā noteiktais RL attiecībā uz ekstremitātēm tika pārsniegts 10 līdz 22 cm attālumā no spaiļes, bet EML direktīvā noteiktais augstais un zemais rīcības līmenis tika pārsniegts 20 līdz 32 cm attālumā no spaiļes. Mērījumu vietās Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi tika pārsniegti pat dažu metru attālumā no spaiļes.

Darbuņēmējs norādīja, ka "C veida" pistoles barošanas vadi ap sevi rada magnētiskos laukus, kas pārsniedz RL attiecībā uz ekstremitātēm un augsto un zemo RL, savukārt "X veida" pistoles vadu radītie lauki šīs robežvērtības nepārsniedz. Patiesi, RL attiecībā uz ekstremitātēm tika pārsniegts līdz 8 cm attālumā no vadiem, bet augstais un zemais RL — līdz 12 cm attālumā no vadiem. Darbuņēmējs to saistīja ar faktu, ka "C veida" pistoles vadi vada metināšanas strāvu no vadības iekārtas līdz pistolei, savukārt "X veida" pistoles (kurā atrodas transformators) vads vada tikai 50/60 Hz strāvu.

Darbuņēmējs apstiprināja, ka remontdarbnīcas punktmetināšanas iekārtu metināšanas strāvas pamatfrekvence ir 2 kHz, tomēr vairākas harmonikas būtiski ietekmēja kopējo ekspozīciju. Saistībā ar šo 6.13. attēlā ir redzams no remontdarbnīcas punktmetināšanas iekārtas ar uzstādītu 160 mm "C veida" pistoli iegūtas viļņa formas spektrālais sadalījums.

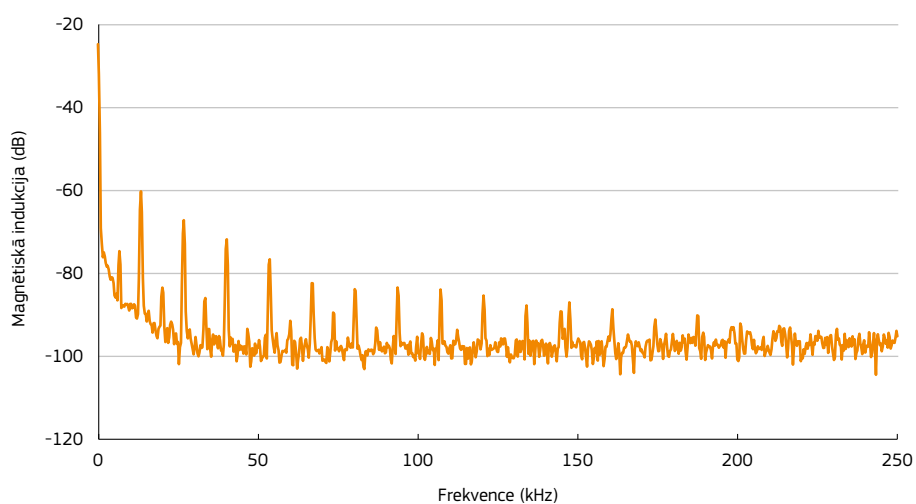
6.13. attēls. No 160 mm "C veida" pistoles iegūtas viļņa formas spektrālais sadalījums



Attiecībā uz induktīvajiem sildītājiem atkarībā no sildītāja jaudas RL attiecībā uz ekstremitātēm tika pārsniegts 7 līdz 11 cm attālumā no sildelementa darba ņēmēja rokas virzienā, bet augstais un zemais RL tika pārsniegts 13 līdz 18 cm attālumā no sildelementa vidus visos virzienos.

Sildītāju pamatfrekvence bija dažāda: 1 kW sildītāja pamatfrekvence bija 15 kHz, bet 4 kW un 10 kW sildītāji izmantoja 36 kHz frekvenci. Tieši tāpat kā metināšanas iekārtu gadījumā, vairākas harmonikas būtiski ietekmēja kopējo ekspozīciju katrā gadījumā. Saistībā ar šo 6.14. attēlā ir redzams no 1 kW induktīvā sildītāja iegūtas viļņa formas spektrālais sadalījums.

6.14. attēls. No 1 kW induktīvā sildītāja iegūtas viļņa formas spektrālais sadalījums



6.8. Riska novērtējums

Ņemot vērā mērījumu rezultātus, darbuņēmējs secināja, ka, tā kā punktmetināšanas pistoles tur rokā, tuvu ķermenim, darba ņēmēju eksponētība magnētiskajam laukam, visticamāk, pārsniedz attiecīgos EML direktīvā noteiktos RL un, iespējams, arī attiecīgo ekspozīcijas robežvērtību (ER). Mērījumi ap "C veida" pistoles barošanas vadiem arī liecina, ka arī tie, iespējams, varētu radīt ekspozīciju, kas pārsniedz attiecīgo RL.

Darbuņēmējs arī norādīja, ka magnētiskie lauki pārsniedz Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus pat dažu metru attālumā no metināšanas pistolēm. Atsauces līmeņus var izmantot kā īpašam riskam pakļauto darba ņēmēju eksponētības netiešās ietekmes vispārīgu rādītāju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

Attiecībā uz induktīvajiem sildītājiem darbuņēmējs secināja, ka darba ņēmēji, kuri tos lieto, netika eksponēti laukiem, kas pārsniedz RL, jo sildelementi sildīšanas laikā atrodas pietiekamā attālumā no darba ņēmēju rokām un ķermeņa. Tomēr magnētiskie lauki bija pietiekami spēcīgi, lai pārsniegtu Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus līdz 0,5 m attālumā no 10 kW sildītāja. Tāpēc darbuņēmējs ieteica pievērst uzmanību īpašam riskam pakļautiem cilvēkiem saistībā ar netiešo ietekmi, ko izraisa eksponētība sildītāju radītajiem elektromagnētiskajiem laukiem (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

Ņemot vērā šos secinājumus, konsultants sagatavoja EML specifiskā riska novērtējumu attiecībā uz punktmetināšanas iekārtu un induktīvo sildītāju lietošanu, izmantojot *OIRA* (*EU-OSHA* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma) piedāvāto metodoloģiju. Tas tika darīts, lai noteiktu, kādi pasākumi būtu jāveic, lai aizsargātu darba ņēmējus un pārliecinātos, ka viņi nav eksponēti magnētiskajiem laukiem, kas pārsniedz RL. EML specifiskā riska novērtējums ir redzams 6.2. tabulā.

6.9. Veiktie piesardzības pasākumi

Nav.

6.2. tabula. Remontdarbnīcas rokas punktmetināšanas iekārtu un induktīvo sildītāju EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe		Varbūtīgums		Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs Nopietns Dzīvībai bīstams	Mazvarbūtīgs Iespējams Varbūtīgs				
Zemas frekvences tiešā ietekme	Nav. Rokas un ķermenis bieži atrodas tuvu metināšanas spaiļei, lai atbalstītu pistoles svaru metināšanas laikā.	Remontdarbnīcas darbinieki	✓		✓		Zema	Izmaiņas metināšanas procesā — stabilizatoru izmantošana, lai atbalstītu pistoles svaru, ļaujot darba ņēmējiem turēt rokas un ķermeni atstātus no metināšanas elektrodiem.
	Induktīvo sildītāju sildelementus parasti tur izstieptas rokas attālumā.		✓		✓		Zema	Metināšanas standarta procedūras. Brīdinājumi uz metināšanas iekārtām un sildītājiem. Operatoru apmācība par EML apdraudējumu.
		Darba ņēmējas grūtnieces	✓		✓		Zema	Metināšanas iekārtas/sildītājus nedrīkst lietot darba ņēmējas grūtnieces, kā arī šādu darba ņēmēju tuvumā.
Zemas frekvences netiešā ietekme (aktīvu implantēto medicīnas ierīču darbības traucējumi)	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓		✓		Zema	Metināšanas iekārtas/sildītājus nedrīkst lietot darba ņēmēji, kuru ķermenī ir aktīvas implantētas medicīnas ierīces, ne arī šādu darbinieku tuvumā. Darbinieku apmācība par EML apdraudējumu.

6.10. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Pēc riska novērtējuma uzņēmuma vadītājs nolēma veikt šādus piesardzības pasākumus:

- ciktāl iespējams, veikt pasākumus, lai nodrošinātu, ka darba ņēmēju rokas un ķermenis atrodas tālāk no punktmetināšanas pistoles un vajadzības gadījumā arī tālāk no citiem elektrovadītājiem un barošanas vadiem. Piemēram, vadītājs ievieša stabilizatorus, ar kuriem atbalstīt punktmetināšanas pistoles. Tas nozīmē, ka darba ņēmējiem vairs nav jāatbalsta pistoļu svārs un tāpēc viņi vienmēr var stāvēt aiz pistoles un tikai pieturēt pistoles aizmugurējo daļu, lai noturētu to vietā metināšanas laikā;
- uz metināšanas iekārtām un sildītājiem izvietot brīdinājumus par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem un aizliegumus izmantot metināšanas iekārtu vai sildītāju darba ņēmējiem ar aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm (AIMI) un citiem īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem, piemēram, darba ņēmējām grūtniecēm, kā arī šādu darba ņēmēju tuvumā. Remontdarbnīcā uz metināšanas iekārtām izvietoto brīdinājumu un aizliegumu piemēri ir doti 6.15. attēlā;

6.15. attēls. Brīdinājums par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem un aizlieguma izmantot metināšanas iekārtu darba ņēmējiem ar AIMI vai šādu darba ņēmēju tuvumā (piemēri)



**Brīdinājums! Spēcīgs magnētiskais lauks!
Metinot saglabājiet atstatumu no pistoles spaiļiem!**



Šo iekārtu aizliegts lietot cilvēkiem ar aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm, kā arī šādu cilvēku tuvumā!

- sniegt darba ņēmējiem informāciju, tostarp par riska novērtējuma rezultātiem;
- sniegt darba ņēmējiem norādes par to, kā panākt, lai eksponētība nepārsniegtu EML direktīvā noteiktos RL;
- izmantojot atbilstošas indukcijas programmas, nodrošināt, ka citi darba ņēmēji zina par magnētiskā lauka apdraudējumu, ko rada metināšanas iekārtas un sildītāji;
- regulāri pārskatīt riska novērtējumu.

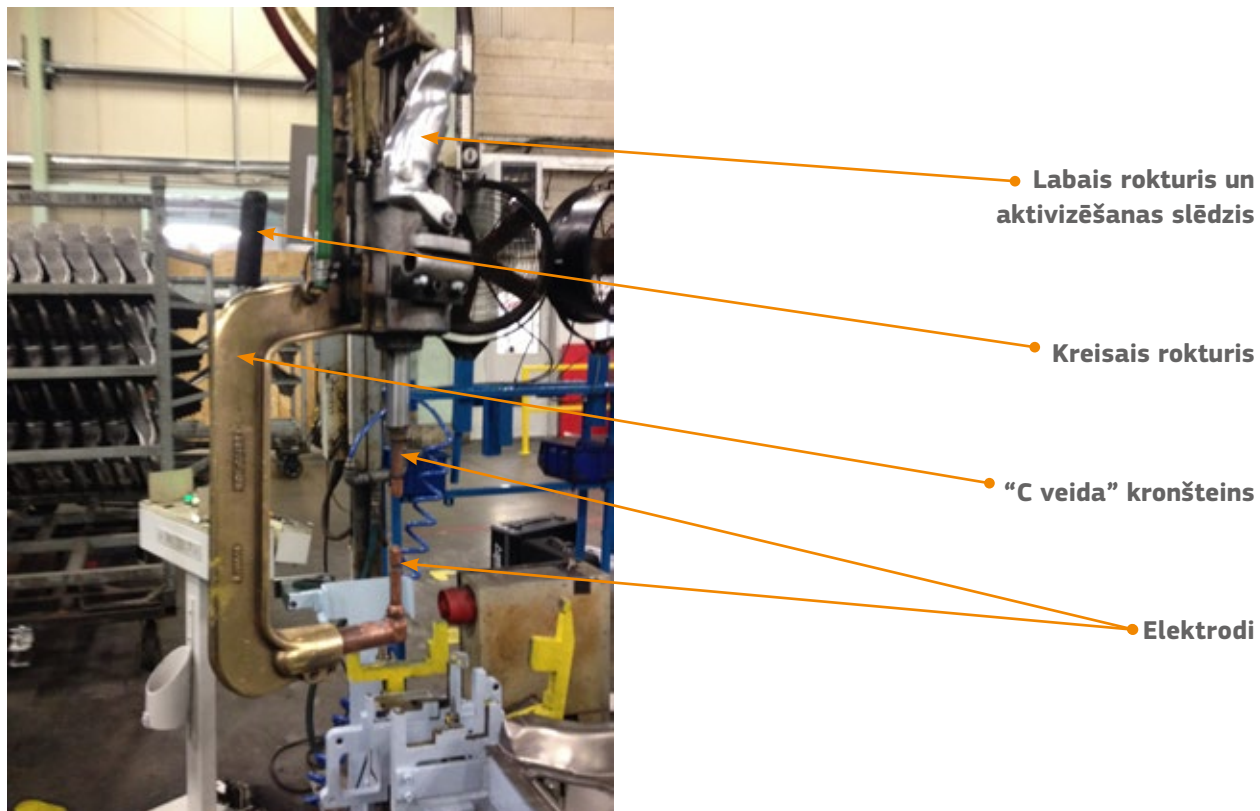
6.11. Punktmetināšanas iekārtas transportlīdzekļu ražošanā

Kaut arī starptautiskus transportlīdzekļu ražotājus nevar uzskatīt par maziem vai vidējiem uzņēmumiem, punktmetināšanas nozīme šajā nozarē ir tik liela, ka šīs rokasgrāmatas autori uzskatīja par svarīgu iekļaut darbuzņēmēja veiktu novērtējumu attiecībā uz vadoša ražotāja lietoto punktmetināšanas iekārtu piemēriem.

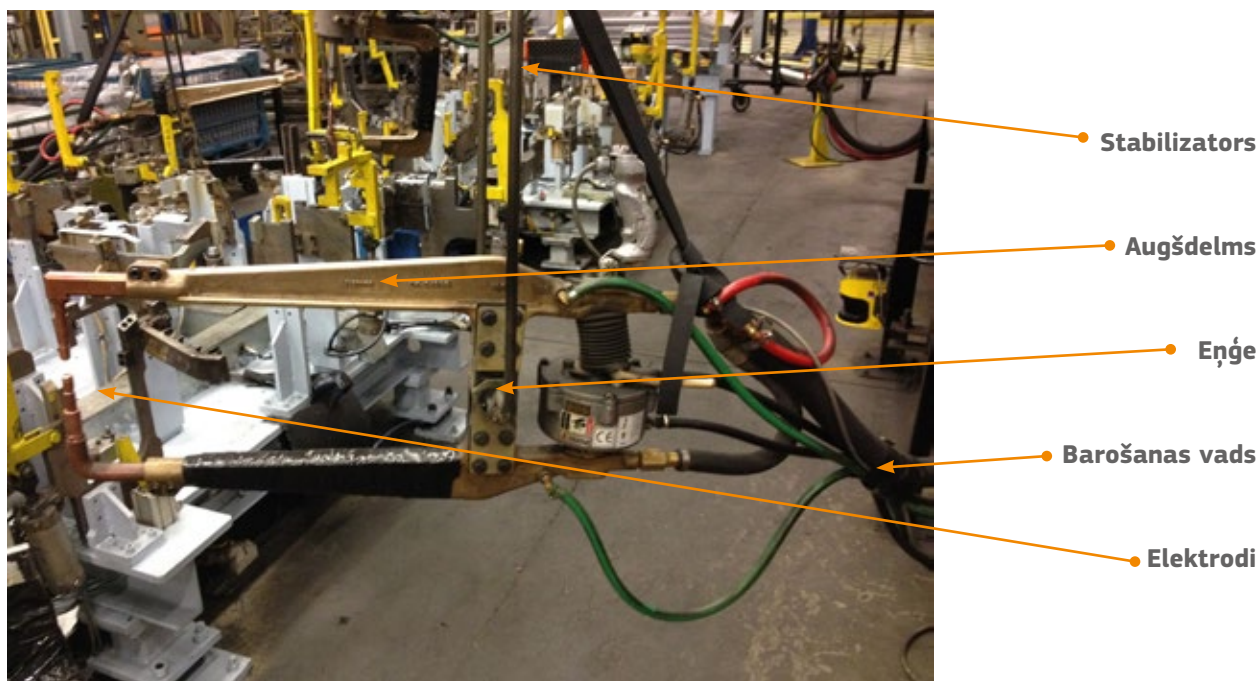
6.11.1. Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu novērtējums

Tika vērtētas trīs punktmetināšanas iekārtas: "C veida" pistole ar 400 mm kronšteinu, "X veida" pistole ar 130 mm gariem elektrodiem un "X veida" pistole ar 700 mm gariem elektrodiem. Divas mazākās pistoles darbojās ar 8400 A, lielākā pistole darbojās ar 10 200 A. Visu triju pistoļu darba frekvence bija 50 Hz, un barošanu nodrošināja no attālinātiem transformatoriem pa vadiem, kas veidoti tā, lai samazinātu magnētiskā lauka ekspozīciju. 400 mm "C veida" pistole un 700 mm "X veida" pistole ir redzamas 6.16. un 6.17. attēlā.

6.16. attēls. 400 mm "C veida" pistole rūpnīcā. Spaili notur vietā, izmantojot rokturus pistoles virspusē, no kuriem viens ir redzams attēla augšējā labajā stūrī (slīpēta hroma detaļa). Tas dod norādi par operatora atrašanās vietu attiecībā pret spaili metināšanas laikā



6.17. attēls. 700 mm "X veida" pistole rūpnīcā. Kaut arī pistole ir novietota uz stabilizatora, pistoles izmērs liecina, ka darba ņēmējiem parasti ir jāstāv tuvu elektrodiem, lai tos vadītu un noturētu vietā



Laikā mainīgas magnētiskās indukcijas mērījumi tika veikti ap metināšanas pistolēm, izmantojot izotropisku (trīsasu) zondi. Instrumentā bija iebūvēts elektronisks filtrs, kas parāda rezultātu (procentos), kuru iegūst, izmantojot izsvērtās maksimumvērtības metodi laika apgabalā, un kurš ļauj veikt tiešu salīdzināšanu ar EML direktīvā noteiktajiem RL. Instrumentā bija iebūvēta arī spektra analizēšanas ierīce, kas ļāva analizēt viļņa formas harmonikas.

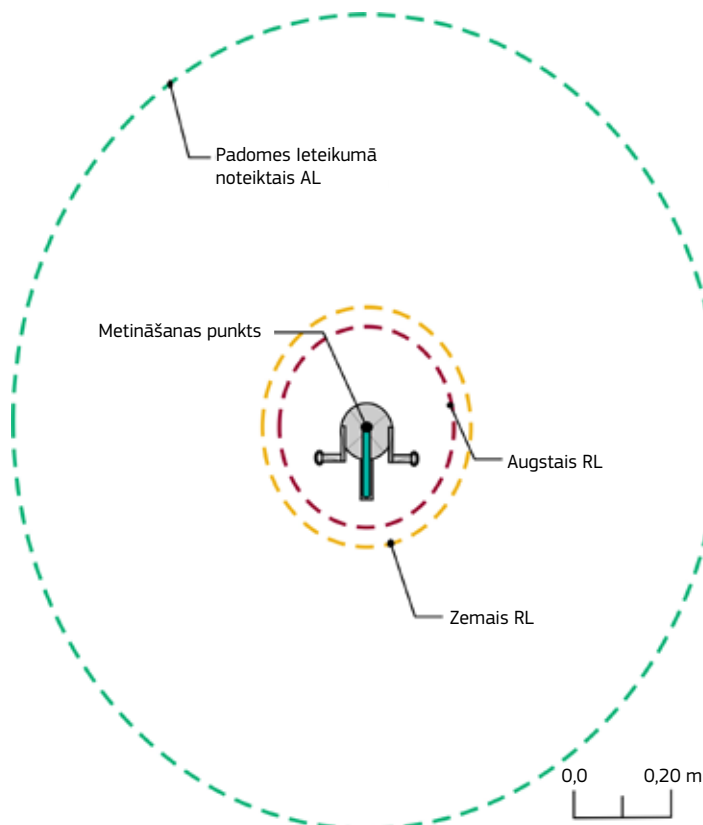
Metināšanas iekārtas darbojās 50 Hz frekvencē. Attiecībā uz šo frekvenci EML direktīvā noteiktie augstie un zemie RL būtiski atšķiras. Magnētiskā lauka intensitātes mērījumi ap pistolēm ir norādīti procentuāli gan no augstā, gan zemā RL.

6.11.2. Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtas mērījumu rezultāti

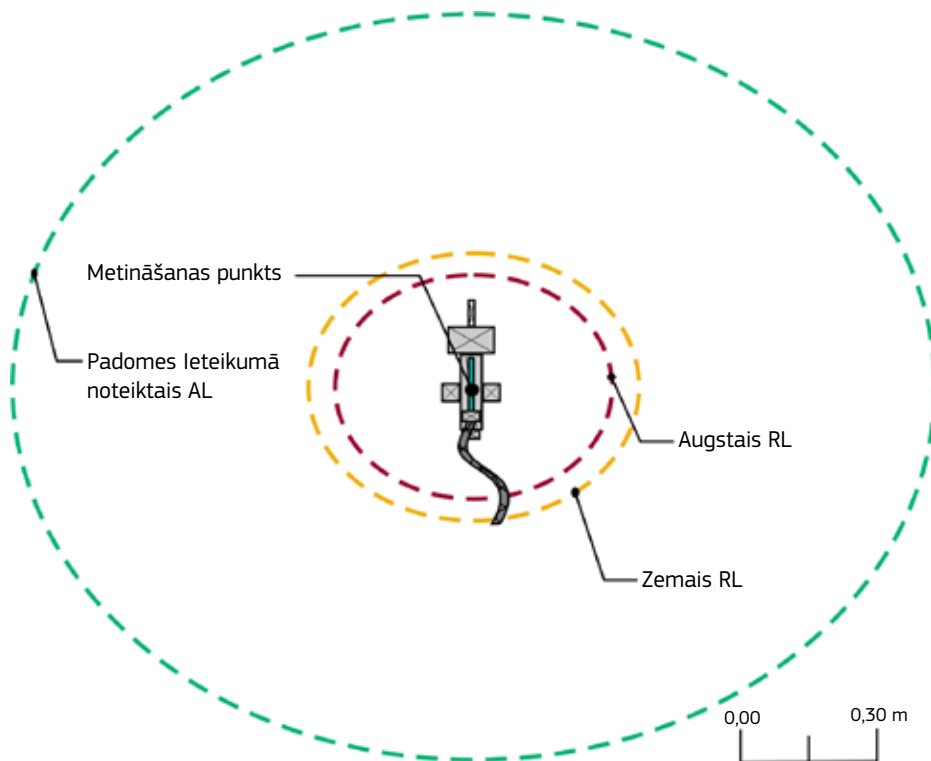
Iegūtie mērījumu rezultāti ir redzami nākamajos attēlos un tabulā. Visos gadījumos mērījumus veica laikā, kad metināšanas iekārta tika lietota kā parasti.

6.18., 6.19. un 6.20. attēlā ir redzams, cik plašā zonā ap katru metināšanas pistoli tika pārsniegts EML direktīvā noteiktais augstais un zemais RL, kā arī Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi. Visos gadījumos kontūras ap pistolēm ataino 100 % atsaucē līmeni, kur dzeltenā ataino uz EML direktīvā noteikto augsto RL, sarkanā — EML direktīvā noteikto zemo RL, bet zaļā — Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsaucē līmeņus. Papildus šiem attēliem 6.3. tabulā ir redzami mērījuma rezultāti ap "X veida" metināšanas pistoles barošanas vadu.

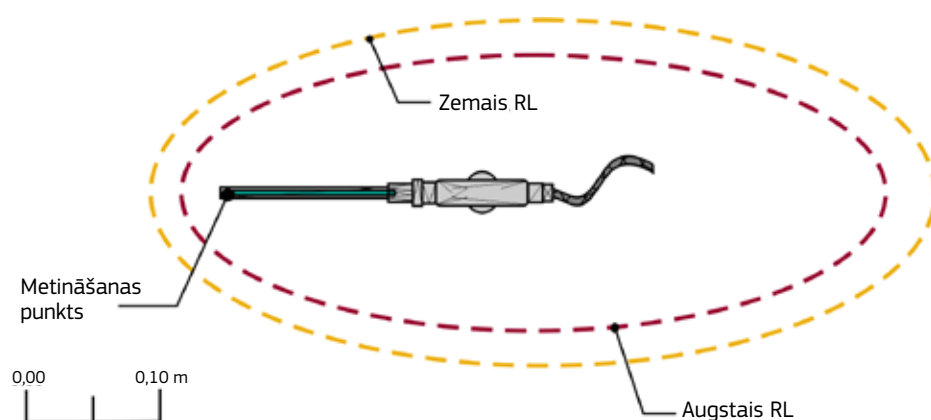
6.18. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē rūpnīcā ap 400 mm "C veida" punktmetināšanas pistoli varētu tikt pārsniegts zemais rīcības līmenis (dzeltena), augstais rīcības līmenis (sarkana) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi (zaļa)



6.19. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē rūpnīcā ap 130 mm "X veida" punktmetināšanas pistoli varētu tikt pārsniegts zemais rīcības līmenis (dzeltena), augstais rīcības līmenis (sarkana) un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



6.20. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē rūpnīcā ap 700 mm "X veida" punktmetināšanas pistoli varētu tikt pārsniegts zemais rīcības līmenis (dzeltena) un augstais rīcības līmenis (sarkana). Šajā gadījumā kontūras ir pagarinātas aiz pistoles, lai atainotu laukus, ko rada vadītāji pistoles aizmugurējā daļā



6.3. tabula. Mērījumu rezultāti pie vada starp "X veida" metināšanas pistoli un augšējo transformatoru

Spailes tips	Strāvas stiprums (A)	% no zemā rīcības līmeņa ¹ 10 cm attālumā no vada
130 mm "X veida" pistole	8400	12

¹ Zemais rīcības līmenis attiecībā uz magnētisko indukciju frekvenču diapazonā no 25 līdz 300 Hz: 1000 μ T.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ± 10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuālā RL daļa.

6.11.3. Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu mērījumu rezultāti attiecībā uz RL

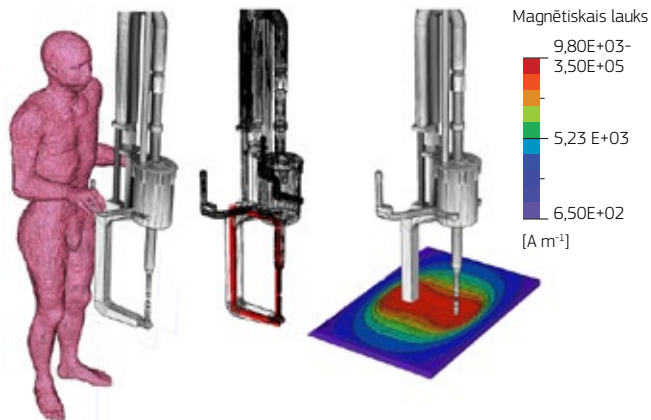
Zemais RL tika pārsniegts 37 līdz 147 cm attālumā no pistolēm, savukārt augstais RL tika pārsniegts 27 līdz 125 cm attālumā no pistolēm. Jāatzīmē, ka tas, cik plaša ir zona, kurā tiek pārsniegts RL ap 700 mm "X veida" pistoli (6.20. attēls), ir atkarīgs ne tikai no elektrodiem, bet arī no vadītājiem pistoles aizmugurē. Turklāt magnētiskie lauki pārsniedza Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus līdz pat vairāku metru attālumā no metināšanas pistolēm (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu). Pistoles barošanas vadi ir veidoti tā, lai pēc iespējas samazinātu eksponētību magnētiskajam laukam, un tāpēc, kā redzams 6.3. tabulā, vada radītā ekspozīcija bija ievērojami zemāka par zemo RL.

6.11.4. Rūpnīcas punktmetināšanas iekārtu mērījumu rezultāti attiecībā uz ER

Rezultāti liecina, ka darba ņēmēji, visticamāk, ir pakļauti ekspozīcijai, kas būtiski pārsniedz attiecīgos RL, ja viņi atrodas 10 līdz 20 cm attālumā no pistolēm. Taču, kaut arī darba devējs veica daudzus pasākumus, kas minēti šīs gadījuma analīzes G6.10. sadaļā, darba ņēmējiem ne vienmēr bija iespējams atrasties ārpus zonām, kurās tiek pārsniegti RL. Tāpēc saskaņā ar EML direktīvas 4. panta 3. punktu darbuzņēmējs veica datormodelēšanu, lai noteiktu, vai attiecīgās ER tiek pārsniegtas faktiski.

Darbuzņēmējs izmantoja savus mērījumus un novērojumus, lai izveidotu 400 mm "C veida" pistoles modeli. Pēc tam šis modelis tika izmantots, lai aprēķinātu magnētiskos laukus zonās ap pistoli, tostarp darba ņēmēja atrašanās vietās, un aprēķini tika pievienoti modelim. 6.21. attēlā ir redzami pistoles un darba ņēmēja galīgie modeļi, kā arī pistoles modelis, kurā redzama strāvas cilpa (atzīmēta ar sarkanu) un kuru izmantoja, lai simulētu magnētisko lauku rašanos, kā arī aprēķinātās magnētiskā lauka intensitātes noteiktā x-y plaknē.

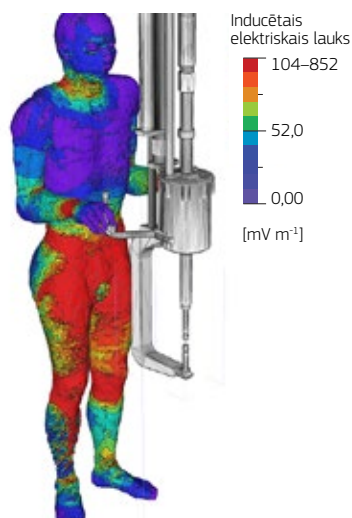
6.21. attēls. 400 mm “C veida” metināšanas pistoles, kā arī darba ņēmēja, kas to lieto, modelis (pa kreisi), strāvas cilpa (“C veida” pistoles kronšteins, sarkanā krāsā), kas rada magnētisko lauku (pa vidu), un magnētiskais lauks ap pistoli tās lietošanas laikā (pa labi)



Kad pistole un darba ņēmējs bija uzmodelēti, tika veikti ķermenī inducēto iekšējo elektrisko lauku skaitliskie aprēķini. Šo aprēķinu rezultāti gadījumā, kad ķermenis atrodas 15 cm attālumā no pistoles roktura, ir redzami 6.22. attēlā. Ar sarkano krāsu apzīmēts salīdzinoši spēcīgs elektriskais lauks, savukārt ar violeto krāsu — zema vērtība. Var redzēt, ka lauku pārsvarā absorbē operatora viduklis un kāju augšdaļa, kas atrodas vistuvāk strāvas cilpai.

Tā kā 15 cm attālumā attiecīgās robežvērtības netika pārsniegtas, tika veikti papildu aprēķini, lai noteiktu attālumus, kuros ER tiktu pārsniegtas. Šo papildu aprēķinu rezultāti ir redzami 6.4. tabulā.

6.22. attēls. Maksimālo inducēto elektrisko lauku telpiskais sadalījums cilvēka modelī, ja tas ir eksponēts magnētiskajiem laukiem, ko rada 400 mm “C veida” pistole



6.4. tabula. Maksimālā iekšējā elektriskā lauka intensitāte proporcionāli attiecībā pret attiecīgo ER

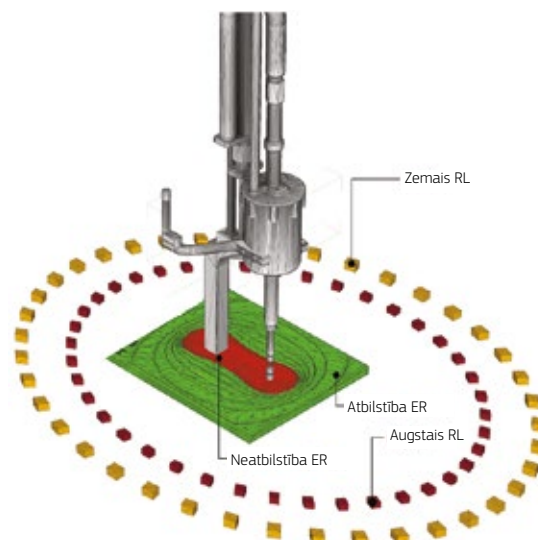
Attālums starp rumpi un pistoli (cm)	15	7	4
Maksimālā inducētā elektriskā lauka intensitāte ķermenī (mVm^{-1})	287	611	811
Procentuālā daļa no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību (%) ¹	37	79	104
Maksimālā inducētā elektriskā lauka intensitāte centrālajā nervu sistēmā (mVm^{-1})	52	84	92
Procentuāli no ER, kas attiecas uz ietekmi uz maņu orgāniem (%) ²	53	85	93

¹ ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību 50 Hz frekvencē, ir 778 mVm^{-1} (EV).

² ER, kas attiecas uz ietekmi uz maņu orgāniem 50 Hz frekvencē, ir 99 mVm^{-1} (EV).

6.4. tabulā ir redzams, ka tad, ja darbaņēmējs pistoli lieto 15 cm attālumā no ķermeņa, maksimālā inducētā elektriskā lauka vērtība ir 287 mVm^{-1} , kas ir 37 % no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību. Attiecībā uz centrālās nervu sistēmas audiem galvā maksimālā inducētā elektriskā lauka vērtība ir 52 mVm^{-1} , kas ir 53 % no ER, kas attiecas uz ietekmi uz maņu orgāniem. Rezultāti liecina, ka ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, faktiski ir pārsniegta tikai tad, kad attālums no ķermeņa līdz pistolei samazinās līdz aptuveni 4 cm. Tas nozīmē, ka, kaut arī darbaņēmēji ir eksponēti magnētiskajiem laukiem, kas pārsniedz RL, inducētie iekšējie elektriskie lauki nepārsniedz ER. Tālāk 6.23. attēlā ir redzama starpība starp to zonu lielumu, kurās ir pārsniegti RL, un tās zonas lielumu, kurā darbaņēmējs faktiski pārsniegtu ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību.

6.23. attēls. Vizuāli atainota zona ap 400 mm "C veida" pistoli, kurā varētu tikt pārsniegta ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību (sarkanā zona zaļajā zonā), kā arī augstā un zemā rīcības līmeņa kontūras (attiecīgi sarkana un dzeltena) no 6.18. attēla



Kopumā šajā gadījumā šķiet, ka RL dod piesardzīgu prognozi par pārmērīgu ekspozīciju, taču faktiski ekspozīcija EML direktīvai atbilst.

7. METINĀŠANA

7.1. Darba vieta

Šī gadījuma analīze attiecas uz metālizstrādes darbnīcu, kurā izmanto dažādas kontaktmetināšanas iekārtas.

7.2. Darba apraksts

Darba ņēmēji ar punktmetināšanas iekārtām un kontaktšuves metināšanas iekārtām metina vadus un metāla plāksnes. Darbnīcā atrodas vairākas šādas iekārtas.

7.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

Kontaktmetināšanas iekārtas sastāv no diviem elektrodiem, kuri savienojas virs metināmajām detaļām. Caur elektrodiem un detaļām tiek vadīta strāva, bet metināšanai nepieciešamo siltumu rada detaļu elektriskā pretestība. Iekārtu iestatījumi ir izraudzīti tā, lai tie atbilstu metināmo detaļu raksturlielumiem.

7.3.1. Punktmetināšanas iekārtas

Punktmetināšanas iekārtas sastāv no diviem maziem cilindriskiem elektrodiem, kuri savieno detaļas un pievada stipru strāvu, lai veiktu punktmetināšanu. Uzņēmums izmanto divu veidu punktmetināšanas iekārtas: galda punktmetināšanas iekārtas un pārnēsājamas uzkārtas punktmetināšanas iekārtas.

Galda punktmetināšanas iekārtu (7.1. attēls) bieži izmanto, lai metinātu 1,2 mm grozītāja (*trochanter*) stieples no nerūsējošā tērauda. Šī iekārta ir paredzēta lietošanai uz galda, operatoram atrodoties tās priekšpusē. Parasti tā darbojas, izmantojot 19 % no maksimālās pieejamās strāvas (3500 A), kas ir 665 A, un 50 Hz strāvas padevi. Pārvietojamo uzkārtu punktmetināšanas iekārtu (7.2. attēls) izmanto, lai sametinātu kopā metāla plāksnes. Metināšanas iekārta sastāv no elektrodu kronšteinu, kas spīļveidīgi saknēbj elektrodu galus virs detaļas. Tā parasti darbojas ar 7000 A un izmanto 2 kHz strāvas padevi.

7.1. attēls. Galda punktmetināšanas iekārta

Metināšanas
elektrodi



7.2. attēls. Pārnēsājama uzkārtā punktmetināšanas iekārta



7.3.2. Kontaktšuves metināšanas iekārta

Kontaktšuves metināšanas iekārtu izmanto, lai sametinātu kopā metāla detaļas. Elektrodiem ir diska forma, un tie griežas, kad materiāls tiek laists starp tiem; tas nozīmē, ka kontaktšuves metināšana notiek pakāpeniski. Iekārta parasti darbojas ar 7000 A un izmanto 50 Hz strāvas padevi (7.3. attēls).

7.3. attēls. Kontaktšuves metināšanas iekārtas skats no priekšpuses un sāna



7.4. Kā notiek procesi?

Metināšanas iekārtu operatori metinot parasti stāv vai sēž blakus iekārtai, un viņu rokas ir novietotas ļoti tuvu iekārtai. Lietojot galdā punktmetināšanas iekārtu un kontaktšuves metināšanas iekārtu, operators tur metināmo materiālu; tas nozīmē, ka rokas varētu atrasties apmēram 10 cm attālumā no metināšanas elektrodiem. Izmantojot pārnēsājamo uzkārtu kontaktšuves metināšanas iekārtu, metināmais materiāls ir nostiprināts vietā un operators stāv blakus iekārtai, lai to noturētu vajadzīgajā pozīcijā. Visas metināšanas iekārtas atrodas darbnīcā kopā ar citiem aparātiem un rīkiem, ko izmanto metāla detaļu izgatavošanā.

7.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Uzņēmums pārbaudīja ražotāja sniegtos datus par katru iekārtu. Dažās lietošanas rokasgrāmatās bija norādes, ka iekārta varētu radīt magnētiskos laukus, kas apdraud elektrokardiostimulatoru lietotājus. Taču uzņēmums nevarēja atrast informāciju par šā apdraudējuma apmēru (piem., cik lielā attālumā no iekārtas šis apdraudējums pastāv) vai magnētisko lauku stiprumu atbilstoši EML direktīvā noteiktajiem rīcības līmeņiem. Par dažām vecākām iekārtām uzņēmums vispār nevarēja atrast nekādus ražotāju datus.

Metināšanas iekārtas atrodas darbnīcā, kurai var piekļūt lielākā daļa darba ņēmēju un kurā var iet arējie darbuņēmēji un apmeklētāji. Tāpēc uzņēmums nolēma veikt papildu risku novērtējumus. Tā kā nebija nekādas papildu informācijas no iekārtu ražotājiem, uzņēmums uzdeva ekspertam konsultantam veikt novērtējumu.

Papildu novērtējuma veikšanai tika atlasītas trīs dažādas kontaktmetināšanas iekārtas, tāpēc rezultāti varētu radīt pietiekami skaidru priekšstatu par apdraudējumiem, kas saistīti ar līdzīgām iekārtām darbnīcā. Konsultants veica laikā mainīgas magnētiskās indukcijas mērījumus ap iekārtu, izmantojot instrumentu ar iebūvētu elektronisku filtru, kas parāda rezultātu (procentos), kuru iegūst, izmantojot izsvērtās maksimumvērtības metodi laika apgabalā, un kurš ļauj veikt tiešu salīdzināšanu ar RL.

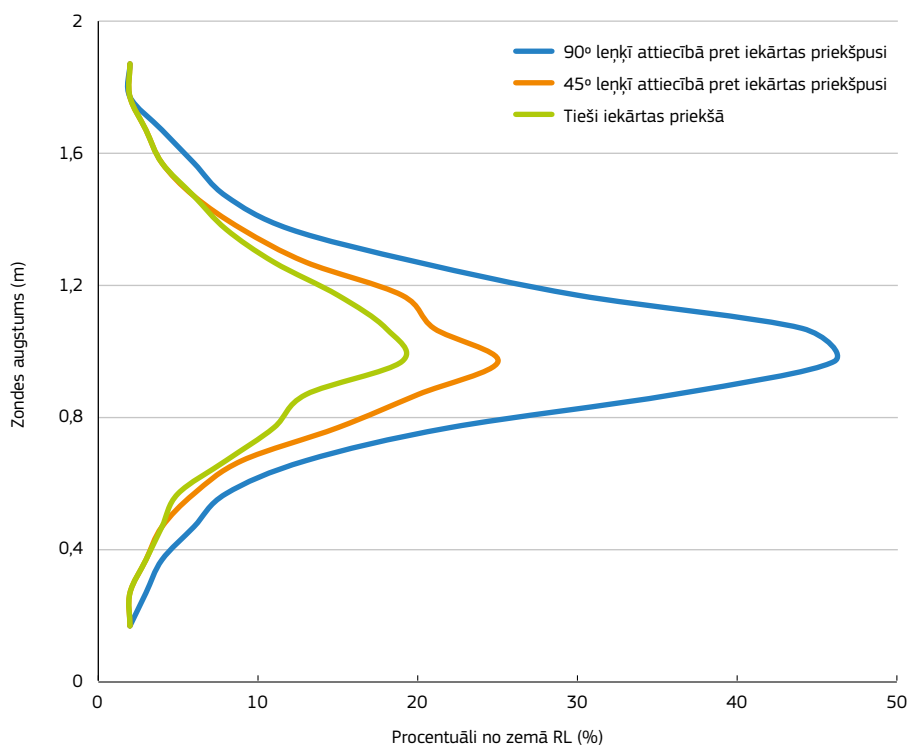
7.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

7.6.1. Galda punktmetināšanas iekārta

Konsultants vēroja operatoru, kas lietoja galda punktmetināšanas iekārtu. Viņš novēroja, ka metinot operatora galva un rumpis atrodas vismaz 30 cm attālumā no elektrodiem un operators varētu atrasties blakus iekārtai, nevis tieši tai priekšā. Tāpēc mērījumus veica trijās vietās 30 cm attālumā no elektrodiem: tieši priekšā elektrodiem, 45° leņķī attiecībā pret elektrodiem priekšpusi (pa kreisi) un 90° leņķī attiecībā pret elektrodiem priekšpusi (pa kreisi). Katrā vietā mērījumus veica dažādos augstumos.

Tika secināts, ka magnētiskā indukcija nepārsniedz 50 % zemā RL nevienā no šīm operatora iespējamajām atrašanās vietām (7.4. attēls).

7.4. attēls. Magnētiskā indukcija, procentuāli no zemā rīcības līmeņa, atkarībā no augstuma operatora atrašanās vietā (30 cm attālumā no elektrodiem)



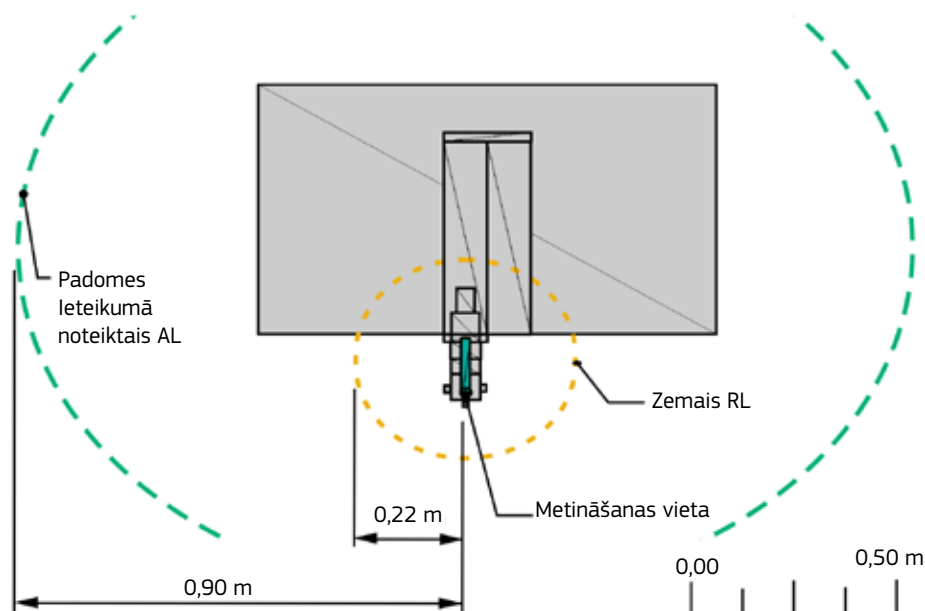
Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

Vieta, kurā magnētiskā indukcija bija vienāda ar zemo RL, bija aptuveni 22 cm attālumā no elektrodiem un augstumā, kur elektrodi savienojas. Zona, kurā varētu tikt pārsniegts zemais RL, ir redzama 7.5. attēlā.

Konsultants novēroja, ka metināšanas laikā operatora rokas atrodas vismaz 10 cm attālumā no elektrodiem. Šajā vietā magnētiskā indukcija bija mazāka nekā 8 % no RL attiecībā uz ekstremitātēm.

Konsultants veica mērījumus dažādās citās vietās ap iekārtu un salīdzināja rezultātus ar Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Šos līmeņus var izmantot par īpašam riskam pakļauto darba ņēmēju eksponētības vispārīgu rādītāju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu). Tika secināts, ka atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 1 m attālumā no elektrodiem. Šī zona ir atainota 7.5. attēlā ar zaļu kontūru.

7.5. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras ap galdā punktmetināšanas iekārtu, kuru iekšpusē varētu tikt pārsniegts zemais rīcības līmenis (dzeltena) un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)

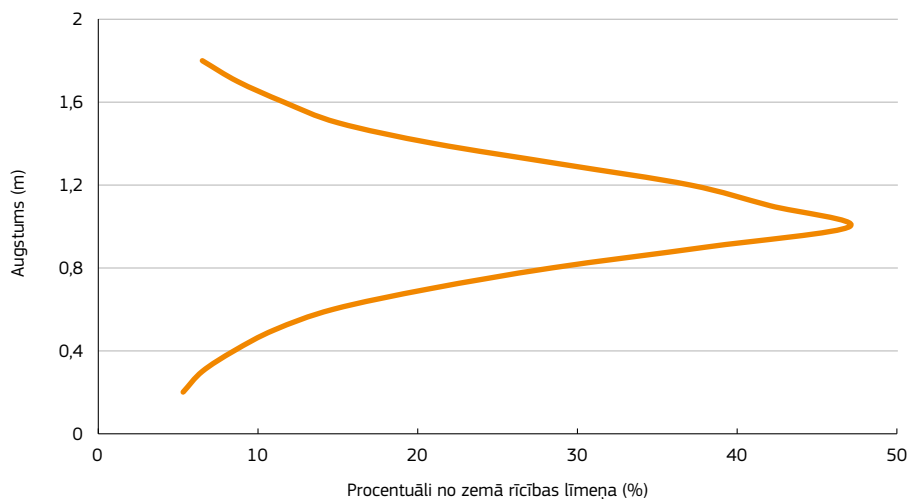


7.6.2. Pārnēsājama uzkārtā punktmetināšanas iekārta

Metināšanas laikā operators tur punktmetināšanas iekārtu vietā. Elektrodu kronšteinu garuma (75 cm) dēļ operators stāv aptuveni 1 m attālumā no elektrodiem. Mērījumus veica šajā vietā dažādos augstumos.

Lielākais mērījumu rezultāts bija augstumā, kur elektrodi savienojas (šajā novērtējumā — 1 m augstumā no zemes). Tika secināts, ka magnētiskā indukcija operatora atrašanās vietā nepārsniedz 50 % no zemā RL (7.6. attēls).

7.6. attēls. Magnētiskā indukcija, procentuāli no augstā un zemā rīcības līmeņa, atkarībā no augstuma operatora atrašanās vietā (1 m attālumā no elektrodu galiem)



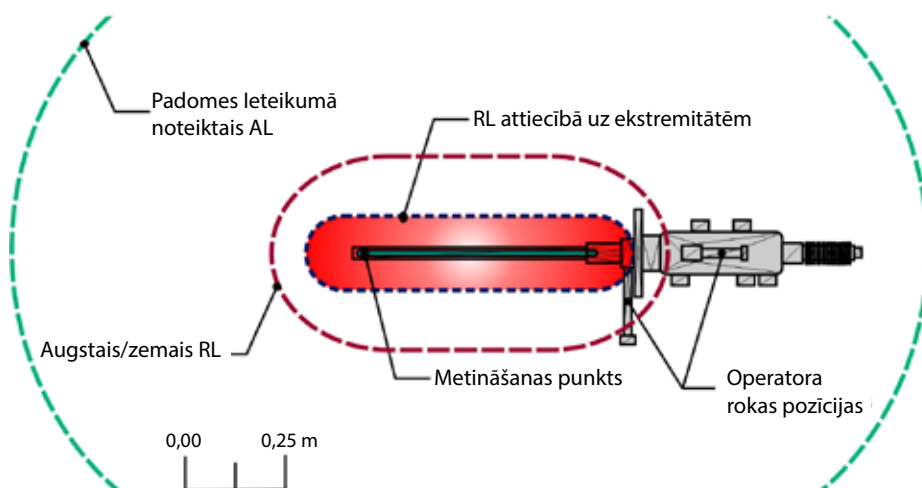
Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 10\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

Mērījumi tika veikti operatora rokas atrašanās vietā (7.2. attēls). Magnētiskā indukcija šajā vietā bija 88 % no RL attiecībā uz ekstremitātēm.

Konsultants veica mērījumus arī dažādās citās vietās ap iekārtu un salīdzināja rezultātus ar Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Tika secināts, ka atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti ne tālāk kā 1,3 m attālumā no iekārtas.

Zonas, kurās varētu tikt pārsniegti RL attiecībā uz ekstremitātēm, augstais un zemais RL, kā arī Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi, ir parādītas 7.7. attēlā un ir apzīmētas attiecīgi ar zilu, sarkanu un zaļu kontūru.

7.7. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē ap pārnēsājamo uzkārtu punktmetināšanas iekārtu varētu tikt pārsniegti rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm (zila), augstais un zemais rīcības līmenis (sarkana) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)

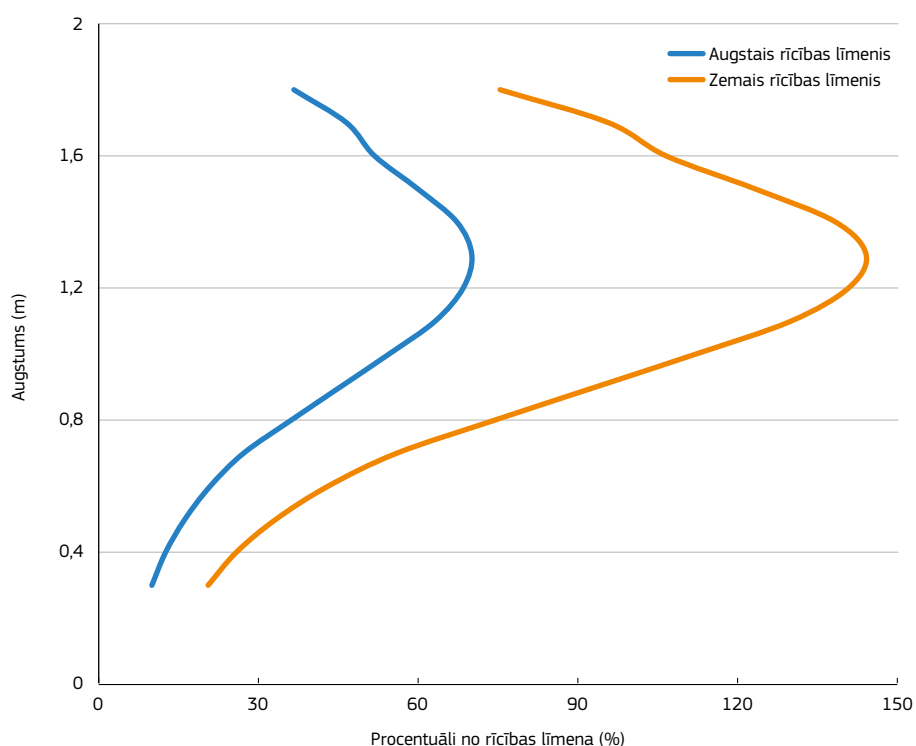


7.6.3. Kontaktšuves metināšanas iekārta

Metināšanas laikā operators stāv blakus iekārtai, viņa galva un rumpis atrodas vismaz 50 cm attālumā no elektrodu viduspunkta. Mērījumus veica šajā vietā dažādos augstumos.

Lielākais mērījumu rezultāts bija augstumā, kur elektrodi savienojas (130 cm augstumā no zemes). Šajā vietā augstais RL netika pārsniegts, taču izmērītā magnētiskā indukcija bija aptuveni 140 % no zemā RL (7.8. attēls).

7.8. attēls. Magnētiskā indukcija, procentuāli no augstā un zemā rīcības līmeņa, atkarībā no augstuma operatora atrašanās vietā (50 cm attālumā no elektrodiem, uz sāniem)



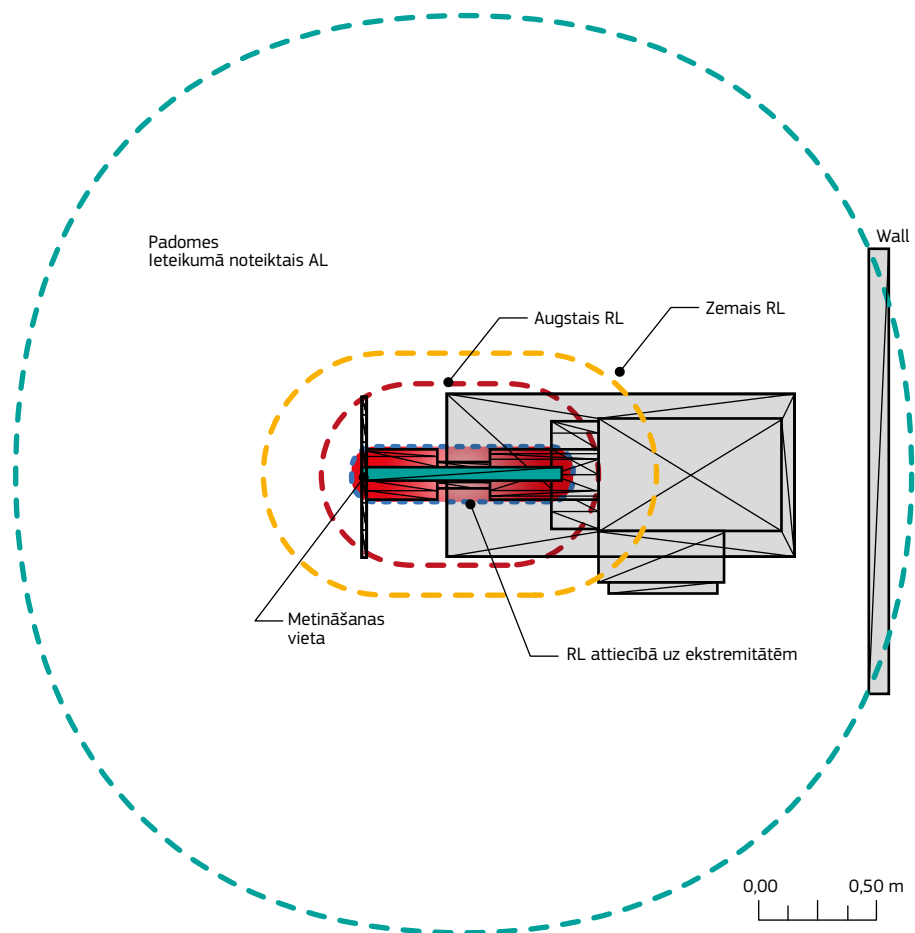
Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 10\%$ apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

Mērījumus veica vietā, kur operatora roka elektrodiem atradās vistuvāk (aptuveni 10 cm attālumā no metināšanas punkta). Magnētiskā indukcija šajā vietā bija mazāka nekā 67 % no RL attiecībā uz ekstremitātēm. Tomēr tika secināts, ka šis RL varētu tikt pārsniegts, ja ekstremitātes atrastos aiz metināšanas elektrodiem, nevis tiem blakus.

Līdzīgi kā punktmetināšanas iekārtas gadījumā konsultants veica mērījumus dažādās citās vietās ap iekārtu un salīdzināja rezultātus ar Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Tika secināts, ka atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 2,45 m attālumā no elektrodiem.

Zonas, kurās varētu tikt pārsniegti RL attiecībā uz ekstremitātēm, augstais un zemais RL, kā arī Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi, ir redzamas 7.9. attēlā.

7.9. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē ap kontaktšuves metināšanas iekārtu varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi attiecībā uz ekstremitātēm (zila), augstais rīcības līmeņis (sarkana), zemais rīcības līmeņis (dzeltena) un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi (zaļa)



7.7. Riska novērtējums

Uzņēmums sagatavoja savu metināšanas iekārtu EML specifiskā riska novērtējumus, balstoties uz minēto iekārtu lietošanas rokasgrāmatu pārbaudi un konsultanta veiktajiem mērījumiem (7.1., 7.2. un 7.3. tabula). Novērtējumi tika sagatavoti atbilstoši *OiRA (EU-OSHA)* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma) piedāvātajai metodoloģijai. Riska novērtējumā tika secināts, ka:

- parastajā operatora atrašanās vietā augstais RL un RL attiecībā uz ekstremitātēm netiktu pārsniegti;
- strādājot ar kontaktšuves metināšanas iekārtu, operatora atrašanās vietā varētu tikt pārsniegti zemais rīcības līmeņis;
- Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi varētu tikt pārsniegti ap visām metināšanas iekārtām.

Izmantojot riska novērtējumu, uzņēmums sagatavoja un dokumentēja rīcības plānu.

7.2. tabula. Pārvietojamās uzkārtās punktmētināšanas iekārtas EML īpašā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe		Varbūtīgums		Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Mazvarbūtīgs	Varbūtīgs		
EML tiešā ietekme: augstais un zemais rīcības līmenis varētu tikt pārsniegts līdz 33 cm attālumā no elektrodu kronšteinjiem; Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 1,3 m attālumā no iekārtas.	Nav. Tomēr zona, kurā tiek pārsniegts augstais un zemais rīcības līmenis, ir lokalizēta.	Operatori; citi darba ņēmēji; īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (darba ņēmējas grūtnieces)	✓			✓	Zems	Operatoriem un citām personām, kas strādā darbnīcā, jāsniedz informācija un apmācība. Uz iekārtas ir jāizvieto brīdinājumi. Uz grīdas ir jāuzkrāso nodaloša līnija, lai norādītu zonu, kuras iekšpusē varētu tikt pārsniegti Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi. Darba ņēmējas grūtnieces nedrīkst lietot iekārtu vai šķērsot nodalošo līniju laikā, kad iekārta tiek lietota.
EML netiešā ietekme (ietekme uz AIMI); Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi varētu tikt pārsniegti līdz 1,3 m attālumā no elektrodiem.	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Zema	Visiem darba ņēmējiem ir jāsniedz informācija par šo apdraudējumu. Ražotnes drošības informācijā ir jāiekļauj brīdinājumi. Uz iekārtas ir jāizvieto brīdinājumi un aizliegumi. Darba ņēmēji, kuru ķermenī ir AIMI, nedrīkst lietot iekārtu vai šķērsot nodalošo līniju laikā, kad iekārta tiek lietota.

7.8. Veiktie piesardzības pasākumi

Pirms konsultants veica mērījumu novērtējumu, nebija veikti nekādi īpaši piesardzības pasākumi, kas ierobežotu eksponētību EML.

7.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

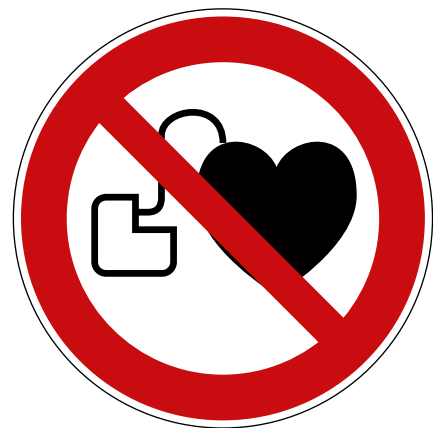
Pēc mērījumu un ar iekārtām saistīto apdraudējumu novērtēšanas uzņēmums sagatavoja rīcības plānu un nolēma:

- sniegt darba ņēmējiem informāciju par EML apdraudējumu, kas saistīts ar metināšanas iekārtām;
- uz grīdas ap iekārtām uzkrāsot nodalošas līnijas, lai norādītu zonu, kurā varētu tikt pārsniegti Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi;
- neļaut darba ņēmējiem grūtniecēm un darba ņēmējiem, kuru ķermenī ir AIMI, lietot metināšanas iekārtas vai šķērsot nodalošās līnijas;
- uz metināšanas iekārtas izvietot brīdinājumus par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem, kā arī aizliegumus cilvēkiem, kuru ķermenī ir AIMI (7.10. attēls);
- izmantojot atbilstošas programmas, kurās iepazīstina ar darbnīcu, un informējot darbuņēmējus, nodrošināt, ka personas, kas ieiet darbnīcā, zina par riskiem.

7.10. attēls. Brīdinājumi par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem un aizlieguma simboli, kas attiecas uz cilvēkiem, kuru ķermenī ir AIMI, — piemēri



Brīdinājums!
Lietojot šo iekārtu, rodas
spēcīgi magnētiskie lauki!



**Metināšanas laikā
nešķērsot dzelteno līniju!**

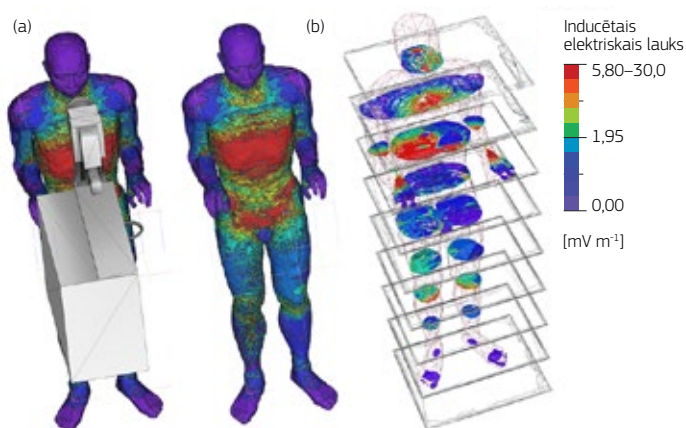
7.10. Atsauce uz plašākas informācijas avotiem

Datormodelēšana, kuru pamatā ir ap trim metināšanas iekārtām veikto mērījumu rezultāti, apstiprina, ka inducētie elektriskie lauki atbilst ER.

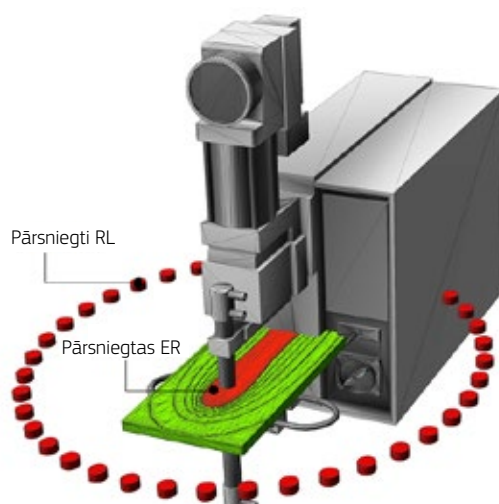
7.10.1. Galda punktmetināšanas iekārta

Attiecībā uz galda punktmetināšanas iekārtu tika secināts, ka operatora eksponētība varētu būt mazāka nekā 1 % no ER (7.11. attēls). ER varētu tikt pārsniegta tikai tad, ja ķermenis atrastos starp elektrodiem un metināšanas iekārtas korpusu vai mazāk nekā viena centimetra attālumā no elektrodiem aparāta lietošanas laikā (7.12. attēls).

7.11. attēls. Inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī, ja cilvēka rumpis atrodas 20 cm attālumā no elektrodiem, bet rokas — aptuveni 8 cm attālumā. Attēlā arī redzams punktmetināšanas iekārtas ekspozīcijas radīto operatora ķermenī inducēto maksimālo iekšējo elektrisko lauku telpiskais sadalījums a) uz ķermeņa virsmas un b) horizontālos šķēsgriezumos dažādās ķermeņa daļās



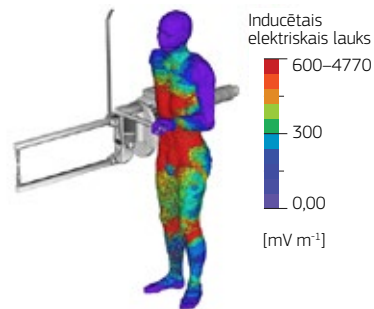
7.12. attēls. Tādas kontūras ap galda punktmetināšanas iekārtu, kas apzīmē zonas, kurās varētu tikt pārsniegta ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību (sarkanā zona). Atainotas arī zonas, kurās ER saistībā ar ietekmi uz veselību netiek pārsniegta (zaļā zona un tālāk), un zona, kurā varētu tikt pārsniegts zems rīcības līmenis (sarkanie aplī)



7.10.2. Pārnēsājama uzkārtā punktmetināšanas iekārta

Attiecībā uz pārvietojamo uzkārtu punktmetināšanas iekārtu tika secināts, ka operatora atrašanās vietā RL nav pārsniegti. Taču inducētā elektriskā lauka sadalījums ir redzams 7.13. attēlā.

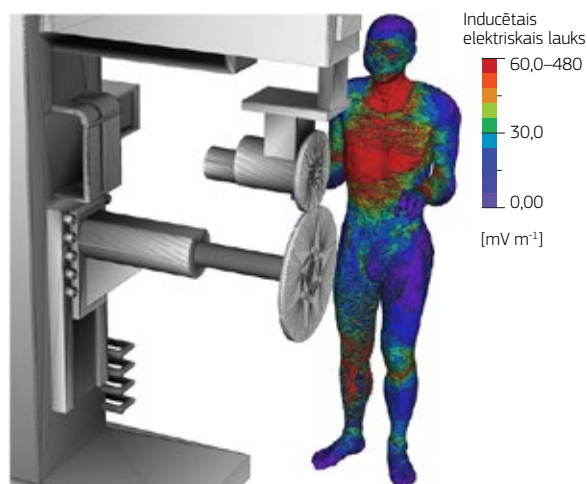
7.13. attēls. Maksimālo inducēto elektrisko lauku telpiskais sadalījums cilvēka modelī, kas eksponēts pārnēsājamaļai uzkārtajai punktmetināšanas iekārtai



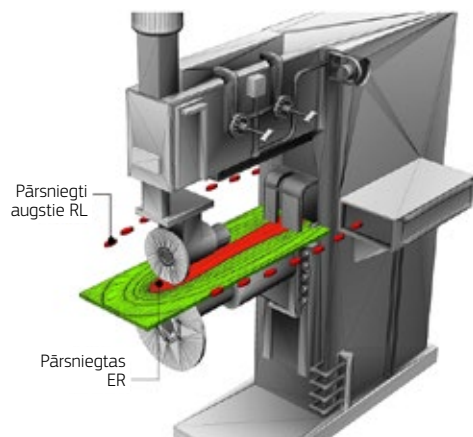
7.10.3. Kontaktšuves metināšanas iekārta

Operatora atrašanās vietā tika pārsniegts zemais RL. Tomēr datormodelēšana parāda, ka ekspozīcija operatora atrašanās vietā ir mazāka nekā 50 % no ER. Inducētā elektriskā lauka sadalījums ir redzams 7.14. attēlā. Tika secināts, ka ER varētu tikt pārsniegta tikai tad, ja ķermenis atrastos starp elektrodiem un metināšanas iekārtas korpusu vai mazāk nekā 5 cm attālumā no diska elektrodiem aparāta lietošanas laikā. Šī zona ir atzīmēta sarkanā krāsā 7.15. attēlā.

7.14. attēls. Maksimālo cilvēka modelī inducēto iekšējo elektrisko lauku telpiskais sadalījums, ja modelis ir eksponēts kontaktšuves metināšanas iekārtai



7.15. attēls. Kontūras ap kontaktšuves metināšanas iekārtu, kas parāda zonas, kur varētu tikt pārsniegta ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību. Atainotas arī zonas, kurās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, nav pārsniegta (zaļā zona un tālāk), un zona, kurā varētu tikt pārsniegts augstais rīcības līmenis (sarkanās svītras)



8. METALURĢISKĀ RAŽOŠANA

Šajā gadījuma analīzē EML avoti ir šādi:

- indukcijas krāsnis,
- loka krāsnis,
- oglekļa un sēra analizators ar iekļautu mazu krāsni.

8.1. Darba vieta

EML avoti atradās daudzās dažādās darba vietās rūpnīcā, kas ražo specializētus metālus un sakausējumus dažādām nozarēm. Tika aplūkotas šādas darba vietas:

- maza apjoma sakausējumu ražotne,
- ferotitāna ražotne,
- liels elektriskās kausēšanas komplekss,
- loka krāšņu ražotne,
- analītisko pakalpojumu laboratorija.

8.2. Darba apraksts

Metāli un sakausējumi tika ražoti no izejmateriāliem vairākās vietās ap rūpnīcu, un uzņēmums arī veica analītisko testēšanu laboratorijā.

Lielākā daļa darbu, kas tika analizēti šajā gadījuma analīzē, ietvēra manuālu padevi krāsnīs, un atkarībā no iekārtas bieži tas notika krāsns darbības laikā.

Iekārtas apkope un remonts tika veikts tikai tad, kad tā bija izslēgta, jo pastāvēja citi riski, piemēram, strāvas trieciena risks, apdegumu gūšanas risks, kustīgu detaļu mehāniska trieciena risks utt.

8.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML, un to lietošanu

8.3.1. Maza apjoma sakausējumu ražotne

Šajā ražotnē ražo sakausējumus mazā indukcijas krāsnī (kuras diametrs ir aptuveni 30 cm). Indukcijas krāsnis darbojas frekvenču diapazonā 2,4–2,6 kHz, ar jaudu 60–160 kW. Krāsnis ir redzama 8.1. attēlā, un tās lietošanas metode ir aprakstīta tālāk:

- tīģeli ar maksimāli 45 kg izejmateriāla ievietoja krāsnī;
- operators noregulēja jaudu uz 60 kW un ieslēdza krāsni, kas darbojās 2,42 kHz frekvencē;
- aptuveni 25 minūtēs jauda automātiski palielinās līdz 160 kW;
- ar laiku palielinās arī frekvence līdz 2,6 kHz;
- pēc aptuveni 25 minūtēm operators samazina jaudu līdz 80 kW;
- vēl pēc piecām minūtēm operators izslēdz krāsni un izņem tīģeli.

8.1. attēls. Indukcijas krāsns maza apjoma sakausējumu ražotnē



• Krāsns vadības iekārta

• Tīģelis

• Krāsns korpuss

8.3.2. Ferotitāna ražotne

Šajā ražotnē bija divas indukcijas krāsnis, katra ar ietilpību 1,5 tonnas; tās darbināja viena mainīgas induktīvās jaudas (MIS) vadības iekārta. Indukcijas krāsnis darbojās frekvenču diapazonā no 217 līdz 232 Hz, ar 600 kW jaudu. Tīģeļus ievietoja manuāli, parasti krāšņu darbības laikā.

8.3.3. Liels elektriskās kausēšanas komplekss

Šajā ražotnē bija 10 indukcijas krāsnis, katra ar ietilpību 1,5 tonnas un ar darba frekvenci 50 Hz. Indukcijas spoļes bija tīģeļu neatņemama sastāvdaļa, lai tās varētu padot strāvu un uzturēt metālu izkausētā stāvoklī liešanas laikā.

Tīģeļus ievietoja paceltā platformā ar virsmām vienā līmenī ar platformu, un parasti operatori kausēšanas procesa laikā padeva tīģeļus no platformas ar roku. Kausēšanas procesa beigās tīģeļi tika sagāzti uz sāniem un izkausētais metāls tika izliets.

Krāsnis darbojās jaudas diapazonā 70–1300 kW. Krāšņu jauda kausēšanas procesā bija atšķirīga un uz procesa beigām samazinājās, jo metāla uzturēšanai izkausētā stāvoklī, kad tas bija pilnīgi izkausēts, nebija vajadzīga tik liela jauda.

Krāšņu jaudu nodrošināja transformatori, kas atradās zem krāsnīm izvietotās kamerās. Transformatori un sadalkopnes atradās būros, un piekļuve bija ierobežota, izmantojot "Castell" atslēgu sistēmu. MIS vadības iekārtas atradās vadības telpās uz krāsns platformas.

8.3.4. Loka krāšņu ražotne

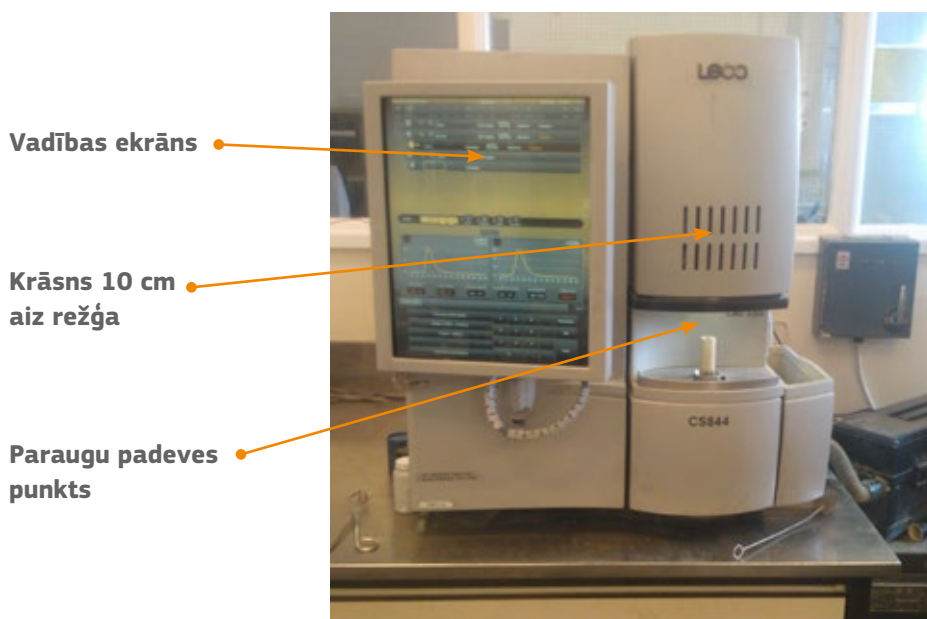
Šajā ražotnē bija divas loka krāsniņi niķeļa–bora un hroma–bora savienojumu ražošanai, un katra no tām darbojās 50 Hz frekvencē. Krāsnis bija nepārtrauktas darbības partiju krāsniņi, kas saražo aptuveni 1 tonnu produkcijas vienā partijā. Šajās krāsnīs padeve notika ar roku, un tās tika vadītas no vadības telpām.

Krāsnis darbojās ar jaudu 500–1000 kW. Transformatori un sadalkopnes, kas pievadīja krāsnīm strāvu, atradās būros, un piekļuve bija ierobežota, izmantojot "Castell" atslēgu sistēmu.

8.3.5. Analītisko pakalpojumu laboratorija

Šajā laboratorijā izmantoja oglekļa un sēra galda analizatoru. Analizators sastāvēja no mazas 2,2 kW krāsni, kas darbojās 18 MHz frekvencē. Paraugi, ko operators ielika analizatorā, tika pacelti analizatorā esošās krāsni spoles centrā, aptuveni 10 cm attālumā korpusa iekšienē. Pēc tam krāsnis tika darbināta aptuveni vienu minūti, kamēr notika analīze. Tad paraugs tika nolaists zemāk, ārā no krāsni, un operators to izņēma. Viss process no parauga padošanas līdz izņemšanai notika automātiski, un operatoram nebija jāstāv tuvu pie analizatora tā darbības laikā. Analizators ir redzams 8.2. attēlā.

8.2. attēls. Oglekļa un sēra analizators analītisko pakalpojumu laboratorijā



8.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Ekspozīcijas mērījumus veica eksperts konsultants, izmantojot speciālus instrumentus. Ražotnes izmēru dēļ un tā kā bija daudz darba vietu, kurās varētu rasties EML, tika veikta sākotnējā analīze, lai noteiktu zonas, kurās varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi (RL). Pēc tam šīs zonas tika apmeklētas atkārtoti un tika veikti sīkāki papildu mērījumi, lai varētu sagatavot rīcības plānu. Visus mērījumus veica vietās, kas ir pieejamas darba ņēmējiem iekārtu darbības laikā.

Mērījumus veica attiecībā uz iekārtu radītajiem magnētiskajiem laukiem, jo tie, visticamāk, varētu izraisīt darba ņēmēju lielāko eksponētību.

Novērtējot īpašam riskam pakļauto darba ņēmēju eksponētību, tika izdarīts salīdzinājums ar Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

8.4.1. Maza apjoma sakausējumu ražotne

Mērījumus veica dažādās vietās visā ražotnē visa kausēšanas procesa laikā. Mērījumu vietas bija šādas:

- krāsns tuvumā,
- vadības iekārtas tuvumā,
- vadības iekārtas elektropadeves vadu tuvumā,
- vadības iekārtu un krāsni savienjošo vadu tuvumā,
- operatora kabīnē.

8.4.2. Ferotitāna ražotne

Mērījumus veica dažādās vietās visā ražotnē visa kausēšanas procesa laikā. Mērījumu vietas bija šādas:

- krāšņu tuvumā,
- MIS vadības iekārtas tuvumā,
- vadības iekārtas elektropadeves vadu tuvumā,
- vadības iekārtu un krāsni savienjošo vadu tuvumā,
- pie operatora galda.

8.4.3. Liels elektriskās kausēšanas komplekss

Mērījumus veica vairākās vietās visā ražotnē krāšņu darbības laikā. Mērījumu vietas bija šādas:

- vietā, kur atrodas operators, veicot padevi krāsnīs no platformas,
- vietā, kur atrodas operators, darbinot tīģeļu sagāšanas mehānismus,
- tīģeļa tuvumā tā sagāšanas laikā,

- vadības telpās,
- MIS vadības iekārtu tuvumā,
- vadības iekārtu elektropadeves vadu tuvumā,
- vadības iekārtu un krāsni savienjošo vadu tuvumā,
- ārpus būriem transformatoru kamerās,
- zem sadalkopnēm, tuvākajos piekļuves punktos.

8.4.4. Loka krāšņu ražotne

Mērījumus veica vairākās vietās visā ražotnē krāšņu darbības laikā. Mērījumu vietas bija šādas:

- operatoru atrašanās vieta, veicot padevi krāsnīs,
- vadības telpās,
- vadības iekārtu tuvumā,
- tuvākajos piekļuves punktos ap krāšņu pamatnēm,
- zem sadalkopnēm, tuvākajos piekļuves punktos,
- ap transformatoru būriem,
- ejās ap krāsnīm.

8.4.5. Analītisko pakalpojumu laboratorija

Mērījumus veica ap analizatoru krāsns darbības laikā. Īpaša uzmanība tika pievērsta zonai ap krāsni un zonai, kur stāvēja operators laikā, kad notika analīze.

8.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

8.5.1. Sākotnējais ekspozīcijas novērtējums

Ekspozīcijas mērījumu rezultāti tika salīdzināti ar augsto un zemo RL, kā arī ar Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Ja tika konstatēts, ka rezultāti kādā darbības zonā pārsniedz RL, tika veikts papildu mērījums, lai noteiktu attālumu, kurā magnētiskā indukcija ir vienāda ar 100 % no RL, lai varētu pieņemt lēmumu par to, vai ir jāveic sīkāks novērtējums, pamatojoties uz to, cik liela ir varbūtība, ka zonā, kurā ir pārsniegts RL, atradīsies cilvēki. Sākotnējā ekspozīcijas novērtējuma būtiskākie konstatējumi ir apkopoti 8.1. tabulā.

8.1. tabula. Sākotnējā ekspozīcijas novērtējuma būtiskākie konstatējumi

Darbības zona	Iekārta	Zonas, kur ekspozīcija ir spēcīgākā, un rīcības līmeņa robežu atrašanās vieta (attiecīgos gadījumos)	Ekspozīcijas daļa (procentuāli)		
			Zemais rīcības līmenis	Augstais rīcības līmenis	Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis
Maza apjoma sakausējumu ražotne	Indukcijas krāsns (2,42–2,6 kHz)	50 cm attālumā no krāsns korpusa malas	190 % ¹	190 % ¹	3500 % ²
		80 cm attālumā no krāsns korpusa malas	100 % ¹	100 % ¹	1800 % ²
Ferotitāna ražotne	Divas indukcijas krāsni (217–232 Hz)	Rumpja atrašanās vieta, cilvēkam stāvēt MIS vadības iekārtas tuvumā	7,8 % ³	6,0 % ⁴	360 % ⁵
Liels elektriskās kausēšanas komplekss	10 indukcijas krāsni (50 Hz)	30 cm attālumā no vadiem, kas savienoti ar tīģeli tā sagāšanas laikā	40 % ⁵	6,7 % ⁶	400 % ⁷
Loka krāšņu ražotne	Divas loka krāsni (50 Hz)	Rumpja atrašanās vieta, cilvēkam stāvēt krāsns pamatnei tuvākajā piekļuves punktā	70 % ³	12 % ⁶	700 % ⁷
Analītisko pakalpojumu laboratorija	Oglekļa un sēra analizators ar iekļautu mazu RF krāsni (18 MHz)	20 cm attālumā no analizatora korpusa virsmas	110 % ⁸		230 % ⁹
		22 cm attālumā no analizatora korpusa virsmas	100 % ⁸		220 % ⁹

¹ Magnētiskās indukcijas augstais un zemais rīcības līmenis 2,6 kHz frekvencē: 115 μT.² Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis 2,6 kHz frekvencē: 6,25 μT.³ Magnētiskās indukcijas zemais rīcības līmenis frekvenču diapazonā 25–300 Hz: 1000 μT.⁴ Magnētiskās indukcijas augstais rīcības līmenis 230 Hz frekvencē: 1300 μT.⁵ Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis 230 Hz frekvencē: 21,7 μT.⁶ Magnētiskās indukcijas augstais rīcības līmenis 50 Hz frekvencē: 6000 μT.⁷ Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis 50 Hz frekvencē: 100 μT.⁸ Magnētiskās indukcijas rīcības līmenis frekvenču diapazonā 10–400 MHz: 0,2 μT.⁹ Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis frekvenču diapazonā 10–400 MHz: 0,092 μT.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

Sākotnējā ekspozīcijas novērtējuma rezultāti sniedza uzņēmumam šādu informāciju:

- maza apjoma sakausējumu ražotnē augstais un zemais RL tika pārsniegts līdz 80 cm attālumā no indukcijas krāsni, un šī zona kausēšanas procesa laikā bija viegli pieejama darba ņēmējiem;
- analītisko pakalpojumu laboratorijā RL tika pārsniegts līdz 22 cm attālumā no oglekļa un sēra analizatora, un darba ņēmēji (neviens to ķermeņa daļa) krāsni darbības laikā šajā zonā neatradās;
- visās novērtētajās darbības zonās vietās, kas ir pieejamas darbiniekiem, tika pārsniegti Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi.

Piemērā par oglekļa un sēra analizatoru zona, kurā tika pārsniegts RL, bija maza, tāpēc veids, kā darboties analizators, nodrošināja, ka darba ņēmēji, visticamāk, netika eksponēti elektriskajiem un magnētiskajiem laukiem, kas pārsniedz RL.

Pamatojoties uz sākotnējā ekspozīcijas novērtējuma konstatējumiem, konsultants veica detalizētāku novērtējumu attiecībā uz indukcijas krāsni maza apjoma sakausējumu ražotnē.

8.5.2. Detalizēts ekspozīcijas novērtējums attiecībā uz indukcijas krāsni maza apjoma sakausējumu ražotnē

Konsultants veica ekspozīcijas novērtējumu, tostarp novēroja to, kā tiek lietota krāsni, lai varētu rast problēmas praktisku risinājumu.

Tika veikti vairāki magnētiskās indukcijas mērījumi dažādās vietās ap krāsni. Šo mērījumu rezultāti ļāva noteikt RL un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteikto atsaucē līmeņu kontūras. Atzīmes tika izdarītas arī uz grīdas, lai parādītu, cik plaša ir zona, kurā tiek pārsniegti RL (8.3. attēls). Detalizētā ekspozīcijas novērtējuma būtiskākie konstatējumi ir apkopoti 8.2. tabulā. Krāsns zīmējums (mērogā) ar RL un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteikto atsaucē līmeņu kontūrām ir redzams 8.4. attēlā.

8.2. tabula. Indukcijas krāsns, kas atrodas maza apjoma sakausējumu ražotnē, detalizētā ekspozīcijas novērtējuma būtiskākie konstatējumi

Mērījuma vieta	Ekspozīcijas daļa (procentuāli)		
	Augstais un zemais rīcības līmenis ¹	Rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm ²	Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi ³
45 cm attālumā no krāsns korpusa malas (attālums līdz rīcības līmenim attiecībā uz ekstremitātēm)	300 %	100 %	5500 %
80 cm attālumā no krāsns korpusa malas (attālums līdz rīcības līmenim attiecībā uz ekstremitātēm)	100 %	33 %	1800 %
300 cm attālumā no krāsns korpusa malas (attālums līdz atsaucē līmenim, kas noteikts Padomes lēmumā 1999/519/EK)	5,4 %	1,8 %	100 %
Rumpja atrašanās vieta, cilvēkam stāvēt pie vadības iekārtas	3,5 %	1,2 %	64 %
450 cm attālumā no krāsns korpusa malas (rumpja atrašanās vieta, cilvēkam stāvēt operatora kabīnē)	2,0 %	0,67 %	37 %

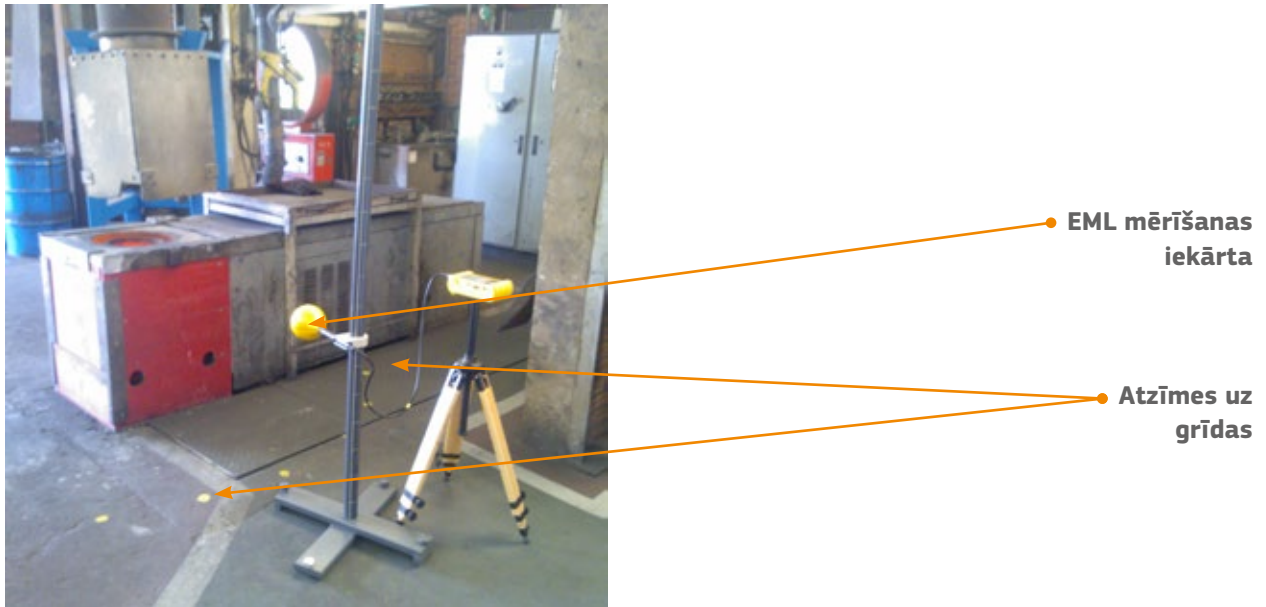
¹ Magnētiskās indukcijas augstais un zemais rīcības līmenis 2,6 kHz frekvencē: 115 μT.

² Magnētiskās indukcijas rīcības līmenis attiecībā uz ekstremitātēm 2,6 kHz frekvencē: 346 μT.

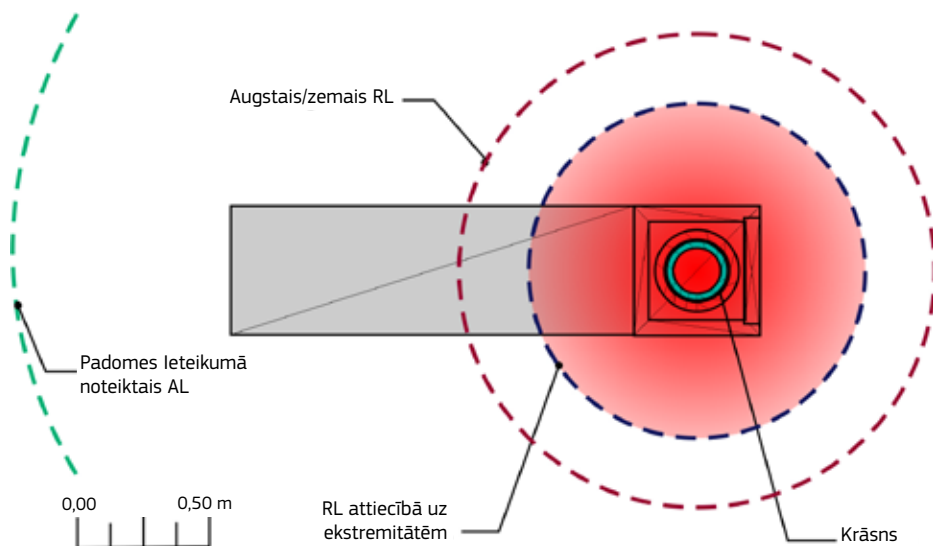
³ Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis 2,6 kHz frekvencē: 6,25 μT.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±10 % apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika norādīti kā tieša procentuāla RL daļa.

8.3. attēls. Atzīmes uz grīdas, kas norāda, cik plaša ir zona, kurā tika pārsniegts augstais un zemais rīcības līmenis



8.4. attēls. Plāna skats, kurā ir redzamas kontūras, kuru iekšpusē varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi un Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsauces līmeņi ap indukcijas krāsni maza apjoma sakausējumu ražotnē



8.4. attēlā redzamās kontūras veido apļus ar centru krāsns vidū. Tika novērots, ka krāsns darbības laikā operatoram nebija jāieiet zonā, kas atrodas augstā un zemā RL kontūras iekšpusē, jo visi uzdevumi, kuru izpilde paredz ieešanu šajā zonā (tīģeļa ievietošana krāsni pirms kausēšanas procesa sākuma un izņemšana pēc kausēšanas procesa beigām), tika veikti laikā, kad krāsns bija izslēgta (8.5. attēls). Tas liecināja, ka liegt piekļuvi šai zonai ir labākais risinājums, lai ierobežotu eksponētību spēcīgiem magnētiskajiem laukiem. Taču tika ievērots arī, ka barjeru uzstādīšana ap krāsni nebija realizējama, jo tas būtu šķērslis, kas palielinātu risku gūt smagākus savainojumus, darbojoties ar tīģeļiem.

8.5. attēls. Uzdevumi, kas paredz piekļuvi krāsnij, tika veikti laikā, kad krāsns bija izslēgta



8.6. Riska novērtējums

Pamatojoties uz konsultanta veikto ekspozīcijas novērtējumu, uzņēmums veica ražotnes EML specifisko riska novērtējumu. Tas tika veikts atbilstoši metodoloģijai, ko piedāvā *OIRA* (*EU-OSHA* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma). Riska novērtējumā tika secināts, ka:

- Īpašam riskam pakļautie darba ņēmēji var tikt pakļauti apdraudējumam visās objekta darba zonās;
- maza apjoma sakausējumu ražotnē darba ņēmējiem, tostarp īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem, bija neierobežota piekļuve zonai, kurā tika pārsniegti RL.

Izmantojot riska novērtējumu, uzņēmums sagatavoja rīcības plānu un šo procesu dokumentēja.

Rūpnīcas EML specifiskā riska novērtējuma piemērs ir dots 8.3. tabulā.

8.3. tabula. EML specifiska riska novērtējums metalurģiskās ražošanas rūpnīcā

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe				Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams	Varbūtīgums		
Magnētiskā lauka tiešā ietekme	Nav	Darba ņēmēji maza apjoma sa- kausējumu ražotnē;	✓			✓	Vidējs	Nepieļaut piekļuvi zonai, kurā ir pārsniegti rīcības līmeņi. Izvietot attiecīgus brīdinājumus darbības zonā, kurā ir pārsniegti rīcības līmeņi.
		darba ņēmēji citās novērtētajās zonās;	✓		✓		Zems	Darba ņēmējiem sniegt īpašus brīdinājumus objekta drošības apmācības ietvaros.
		apmeklētāji;	✓			✓	Zems	Izvietot atbilstošus brīdinājumus cilvēkiem, kuru ķermenī ir medicīniskie implantī, citu darba zonu piekļuves vietās.
		īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (tostarp darba ņēmējas grūtnieces)		✓		✓		Vidējs
Magnētiskā lauka netiešā ietekme (medicīnisko implantu darbības traucējumi)	Nav	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Vidējs	Sk. iepriekš.

8.7. Veiktie piesardzības pasākumi

Pieļuve transformatoriem un sadalkopnēm, kas saistītas ar iekārtām, bija ierobežota elektrotrieciena riska dēļ, un tādējādi zināmā mērā bija ierobežota arī pieļuve iespējami spēcīgiem magnētiskajiem laukiem, taču pirms tam, kad konsultants veica ekspozīcijas novērtējumu, nebija veikti nekādi piesardzības pasākumi tieši attiecībā uz EML ekspozīciju.

Viens būtisks novērojums bija tāds, ka nevienā parasti pieejamā vietā ap lielajām ražošanas krāsnīm vai to vadības iekārtām RL netika pārsniegti, kaut arī tika izmantota liela jauda. Visticamāk, tas bija iekārtu fizisko izmēru dēļ, proti, tāpēc, ka nebija iespējams piekļūt potenciāli spēcīgiem magnētiskajiem laukiem. Zonas, kurās varētu tikt pārsniegti RL, tika konstatētas ap mazākām iekārtām vienkārši tāpēc, ka tām bija iespējams piekļūt tuvāk.

8.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Pamatojoties uz ekspozīcijas novērtējuma rezultātiem, uzņēmums varēja veikt piesardzības un preventīvus pasākumus, lai nodrošinātu, ka darba ņēmēji, tostarp īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji, netiks eksponēti EML tādā apmērā, kas varētu radīt kaitējumu. Daži papildu piesardzības pasākumi tika veikti uzreiz pēc sākotnējā ekspozīcijas novērtējuma. Pasākumi bija šādi:

- cilvēkiem ar medicīniskiem implantiem tika aizliegts ieiet darba zonās;
- tika atjaunināta uzņēmuma filma par veselību un drošību, iekļaujot brīdinājumu par spēcīgu magnētisko lauku klātbūtni un brīdinājumu cilvēkiem, kuru ķermenī ir medicīniski implantī;
- pie ieejas attiecīgajās darba zonās tika izvietoti brīdinājumi ar piktogrammām "magnētiskais lauks" un "medicīniski implantī", kā arī ar attiecīgiem vārdiskiem brīdinājumiem (8.6. attēls).

Pēc detalizētā ekspozīcijas novērtējuma tika veikti papildu aizsardzības un preventīvi pasākumi:

- uz grīdas ap indukcijas krāsni maza apjoma sakausējumu ražotnē tika uzkrāsotas atzīmes, lai apzīmētu zonu, kurā tika pārsniegti RL (8.7. attēls), un darba ņēmēji tika instruēti par to, ka šajā zonā krāsns darbības laikā ieiet nedrīkst;
- indukcijas krāsns tuvumā tika izvietoti brīdinājumi ar piktogrammām "spēcīgs magnētiskais lauks" un aizlieguma piktogrammām, kā arī attiecīgiem vārdiskiem brīdinājumiem (8.7. attēls).

8.6. attēls. Pie ieejām darbības zonā izvietotā brīdinājuma piemērs



Brīdinājums!
Spēcīgi magnētiskie lauki!



**Cilvēkiem ar aktīvām
implantētām medicīnas
ierīcēm ieeja aizliegta!**

8.7. attēls. Atzīmes uz grīdas un attiecīgs brīdinājums, lai parādītu zonu, kurā varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi



Spēcīgi magnētiskie lauki!



**Krāsns darbības laikā ar
dzeltenu krāsu atzīmētajā
zonā ieiet aizliegts!**

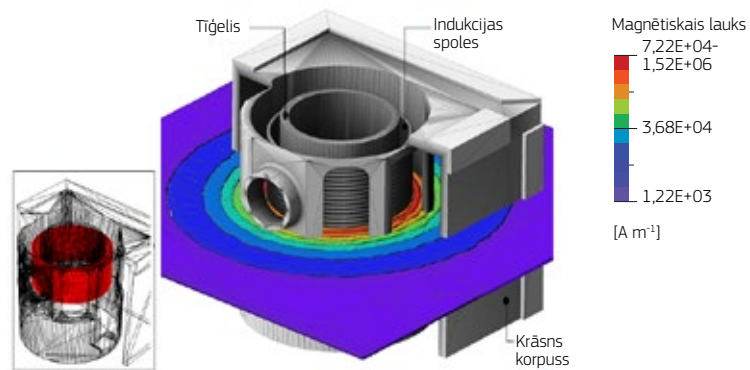
8.9. Atsauce uz plašākas informācijas avotiem

Lai novērtējums būtu pilnīgs, uzņēmums vērsās pie eksperta, lai tas veiktu iespējamās ekspozīcijas datormodelēšanu, ņemot vērā ER, attiecībā uz situāciju, kad darba ņēmējs stāv atzīmētajā zonā maza apjoma sakausējumu ražošanas krāsns darbības laikā.

Datormodelēšana tika veikta, lai novērtētu iekšējos elektriskos laukus, kas tiek inducēti operatora ķermenī, atrodoties darbībā esošas krāsns ciešā tuvumā. Modelēšanas parametriem tika noteiktas konkrētas vērtības, lai modelis radītu līdzīgu magnētisko lauku intensitāti, kāda tika iegūta ekspozīcijas novērtējuma mērījumu fāzē.

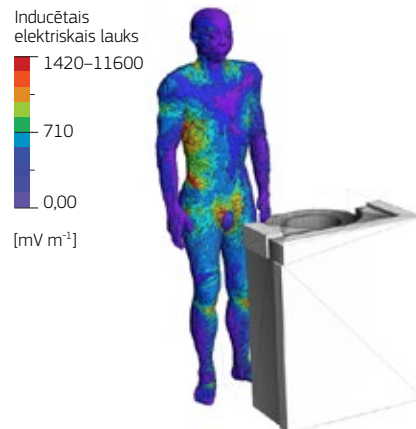
Modelī radītā magnētiskā lauka telpiskais sadalījums x-y plaknē ap indukcijas krāsni ir redzams 8.8. attēlā. Šis aprēķinātās lauka vērtības atbilda izmēritajām vērtībām, kas bija iegūtas ekspozīcijas novērtējumā, un papildus apliecināja, ka, lai gan krāsns indukcijas spoles tuvumā magnētisko lauku intensitāte ir salīdzinoši augsta, šīs vērtības ļoti ātri samazinās, palielinoties attālumam.

8.8. attēls. Modelī radītā magnētiskā lauka telpiskais sadalījums x-y plaknē ap indukcijas krāsni (šķērsgriezumā). Indukcijas spole ir attēlota sarkanā krāsā (ielaidums)



Ķermenī inducēto iekšējo elektrisko lauku aprēķini tika veikti attiecībā uz darba ņēmēju, kas stāv 65 cm attālumā no indukcijas krāsns centra. Inducētā elektriskā lauka sadalījums cilvēka modelī ir redzams 8.9. attēlā. Šajā ekspozīcijas situācijā lielākā aprēķinātā elektriskā lauka vērtība ķermenī bija 916 mVm⁻¹ (kaulaudos). Tas atbilst 83 % no ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, pie 2,43 kHz frekvences.

8.9. attēls. Maksimālo inducēto iekšējo elektrisko lauku telpiskais sadalījums cilvēka modelī pie ekspozīcijas indukcijas krāsnij

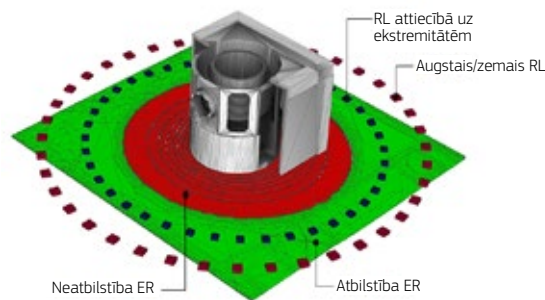


Zonu, kurā varētu tikt pārsniegta ER, kas attiecas ietekmi uz veselību, sakarā ar eksponētību indukcijas krāsnij, var noteikt, veicot ekspozīcijas simulāciju, cilvēka modelim atrodoties dažādos attālumos no krāsns.

Tika secināts, ka ER tiktu pārsniegta tikai tad, ja ķermenis atrastos aptuveni 60 cm rādiusā no krāsns centra tās darbības laikā. Šī zona 8.10. attēlā ir atzīmēta sarkanā krāsā. Ir redzamas arī zonas, kurās varētu tikt pārsniegti RL (8.4. attēls).

Ņemot vērā to, ka krāsns bija uzstādīta aptuveni 63 cm x 63 cm lielā korpusā (t. i., palielinot attālumu no krāsns centra līdz 31,5 cm), darba ņēmēja ķermenim būtu jāatrodas tik tuvu krāsns korpusam, lai tiktu pārsniegta ER, ka šāds ekspozīcijas scenārijs tika uzskatīts par maz ticamu. Tas deva uzņēmumam pārliecību, ka uz grīdas uzkrāsotās atzīmes ir atbilstošs preventīvais pasākums.

8.10. attēls. Kontūras ap indukcijas krāsni, kas parāda, kurās zonās varētu tikt pārsniegta ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību (sarkanā zona). Atainotas arī zonas, kurās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, netiek pārsniegta (zaļā zona un tālāk), un zonas, kurās varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi (zilie un sarkanie kvadrāti)



9. RADIOFREKVENČU (RF) PLAZMAS IERĪCES

Parasti RF plazmas ierīces izmanto pusvadītāju ierīču izgatavošanā, integrēto shēmu ražošanā. Tās izmanto arī citās nozarēs optisko detaļu tīrīšanai, spektroskopijā un pētniecībā. Šī gadījuma analīze attiecas uz RF plazmas ierīcēm, ko izmanto pusvadītāju plāksņu gatavošanas procesā tīrā telpā. Darba devējs bija noraidījis par iespējamo apdraudējumu darba ņēmējam, kura ķermenī bija implantēts elektrokardiostimulators un kurš gatavojās atgriezties darba vietā. Elektrokardiostimulatora ražotājs sniedza darba devējam sīku informāciju par drošiem ierobežojumiem attiecībā uz elektrokardiostimulatora eksponētību elektromagnētiskajiem laukiem.

9.1. Darba apraksts

Tā darba ņēmēja pienākumos, kura ķermenī bija implantēts elektrokardiosimulators, parasti bija plāksnīšu ievietošana RF plazmas ierīcēs un ierīču darbināšana (9.1. attēls).

9.1. attēls. Plāksnīšu ievietošanas zona



9.2. attēls. Reaģēšanas kameras apkopes zonā



9.2. Informācija par iekārtām, kas rada EML

RF plazmas ierīces šajā darba vietā parasti sastāv no RF avota un tukšas reaģēšanas kameras (9.2. attēls). Dažās šajā ražotnē izmantotajās ierīcēs ir ietverti vairāki RF avoti un/vai vairākas reaģēšanas kameras. Radīto RF lauku izmanto, lai radītu un uzturētu plazmas izlādi, ko izmanto, lai veiktu tādus procesus kā kodināšana, nosēdināšana un plāksnītes attīrīšana kamerā. Radīto RF frekvenču diapazons var būt no dažiem simtiem kHz līdz dažiem GHz. Bieži izmantotās frekvences ir 400 kHz, 13,56 MHz un 2,45 GHz.

Ar šāda veida ierīci RF lauku parasti ekranē iekārtas korpuss un metāla reaģēšanas kamera. RF noplūde ir iespējama, ja iekārtas korpusā ir caurumi, piemēram, nepareizi nolīmeņotai vai uzstādītai paneļai, trūkstošu skrūvju, bojātu vadu savienotāju un bojātu elastīgo viļņvadu dēļ. Caurumus reaģēšanas kamerā vai viļņvados, visticamāk, var pamanīt, konstatējot vakuuma zudumu. Dažām kamerām ir skatlodziņi ar aizsargekrānu (Faradeja); ja aizsargekrāna nav vai tas ir bojāts, var notikt RF noplūde.

Dažās ierīcēs ir arī spēcīgi magnēti, kas rada statiskus magnētiskos laukus.

9.3. Kā notiek process?

Parasti darba ņēmējs, kura ķermenī ir elektrokardiostimulators, uzturēsies tīrās telpas ražošanas zonā, kur darbojas iekārta un tiek ievietotas plāksnītes. Katras iekārtas reaģēšanas kameras un RF ģeneratori atrodas apkopes zonā. Minētais darba ņēmējs var ieiet apkopes zonā, taču netiks iesaistīts iekārtas apkopes vai uzturēšanas darbos.

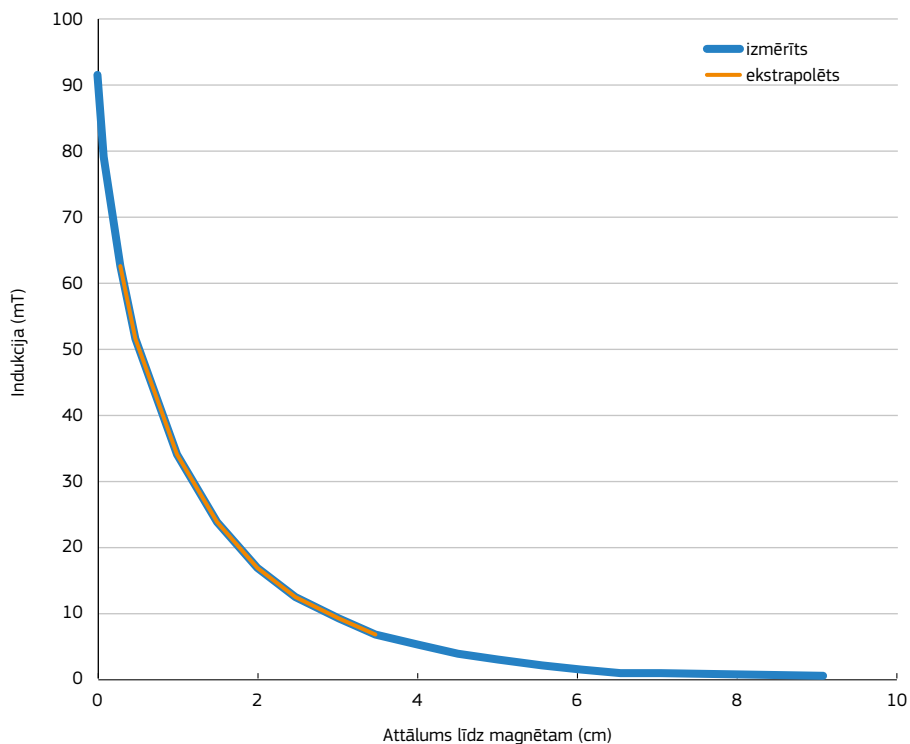
9.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Būtu iespējams veikt elektromagnētisko lauku mērījumus ap šo iekārtu. Taču tam būtu nepieciešami tāda eksperta konsultanta pakalpojumi, kurš izmanto speciālus instrumentus. Dažādo izmantoto frekvenču dēļ būtu nepieciešamas vairākas mērījumu ierīces. Turklāt vidējas frekvences (t. i., 400 kHz un 13,56 MHz) laukos mērījumi būtu jāveic "tuvajā laukā". Elektriskie un magnētiskie lauki būtu jāmēra atsevišķi. Pie augstākām frekvencēm (2,45 GHz) mērījumus parasti veic "tālajā laukā". Šajā situācijā elektriskie un magnētiskie lauki izplatās kā elektromagnētisks vilnis, tāpēc parasti tiek mērīts tikai elektriskais lauks. Magnētiskā lauka intensitāti var secināt, jo abi lauki ir saistīti.

Veicot ekspozīcijas novērtējumu, darba devējs vispirms sazinājās ar RF plazmas ierīču ražotājiem, lai noskaidrotu informāciju par iespējamu RF lauku noplūdi no iekārtas un par attālumu, kādā tas varētu radīt apdraudējumu.

Viens no ražotājiem iesniedza grafiku (9.3. attēls), lai parādītu, kā samazinās statiskā magnētiskā lauka intensitāte, palielinoties attālumam no spēcīgajiem magnētiem, kas iemontēti ierīcēs, un informēja darba devēju, ka 10 cm attālumā no magnētiem indukcija samazināsies zem 0,5 mT.

9.3. attēls. Grafiks, kurā parādīts, kā samazinās magnētiskā indukcija, palielinoties attālumam



Elektrokardiostimulatora ražotājs iesniedza drošuma ierobežojumus dažādiem elektromagnētisko traucējumu avotiem (9.1. tabula). Darba devējs ievēroja, ka statisko magnētisko lauku vērtības ir norādītas gausos un būs jāpārvērš militeslās atbilstīgi EML direktīvai.

9.1. tabula. Elektrokardiostimulatora ražotāja iesniegtie drošuma ierobežojumi (ierobežojumi attiecībā uz konkrēto elektrokardiostimulatoru, kas implantēts darba ņēmējam)

Elektromagnētisko traucējumu avots	Elektromagnētiskā lauka intensitātes ierobežojums (EV)
Tīkla frekvence (50/60 Hz)	10 000 V/m (6000 V/m; virs nomināla)
Augsta frekvence (150 kHz un vairāk)	141 V/m
Statiski magnētiskie lauki (līdzstrāva)	10 gausi
Modulēti magnētiskie lauki	80 A/m līdz 10 kHz un 1 A/m pie vairāk nekā 10 kHz

Darba devējs nevarēja no ražotājiem iegūt informāciju par RF laukiem un tāpēc nolēma nolīgt konsultantu, kas veiktu dažus mērījumus ap dažām RF plazmas ierīcēm.

9.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Darba devējs pārrēķināja elektrokardiostimulatora ražotāja iesniegtos attiecīgos ierobežojumus (9.1. tabula) vienībās, kas izmantotas EML direktīvā (9.2. tabula). Mērījumu rezultātu salīdzināšana ar šiem ierobežojumiem apliecina, ka zonā ap RF plazmas kodināšanas ierīci elektrokardiostimulatora ierobežojumi nav pārsniegti.

9.2. tabula. Elektrokardiostimulatora ierobežojumi (norādījis elektrokardiostimulatora ražotājs)

Frekvence	Ierobežojums
Elektriskie lauki, 150 kHz un lielāka	141 Vm ⁻¹
Statiski magnētiskie lauki (līdzstrāva)	1 mT
Magnētiskie lauki virs 10 kHz	1,25 μT

legūtie mērījumu rezultāti ir sīki izklāstīti nākamajās tabulās. To mērījumu rezultāti, kas veikti ap RF plazmas kodināšanas ierīci, kura darbojas 400 kHz frekvencē, ir doti 9.3. tabulā. Mērījumi tika veikti ap visu ierīci, taču maksimālie elektriskie un magnētiskie lauki tika konstatēti pie savienojuma vietām korpusā, kas aptver RF ģeneratoru. Mērījumu rezultāti liecina, ka EML direktīvā noteiktie rīcības līmeņi (RL) netika pārsniegti.

9.3. tabula. Ap RF plazmas kodināšanas ierīci veikto mērījumu rezultāti

Atrašanās vieta	Frekvence	Magnētiskā indukcija (μT)	Rīcības līmenis (μT)	Elektriskā lauka intensitāte (Vm ⁻¹)	Rīcības līmenis (Vm ⁻¹)
RF ģeneratora skapis	400 kHz	0.05	5	0,06	610

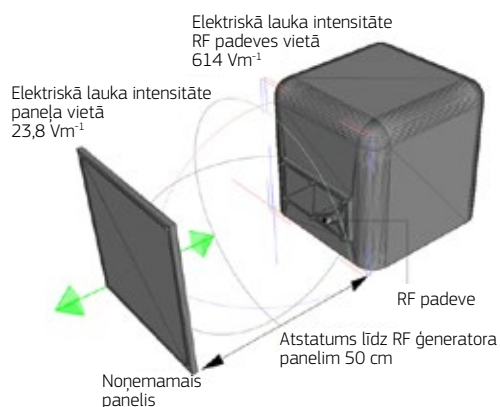
Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±2,7 dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL.

To mērījumu rezultāti, kas veikti ap fizikālās tvaikpārklāšanas (*physical vapour deposition* — PVD) ierīci, kura darbojas 13,56 MHz frekvencē, ir doti 9.4. tabulā. Mērījumu rezultāti liecina, ka EML direktīvā noteiktie RL, kā arī elektrokardiostimulatora ierobežojumi, kas doti 9.3. tabulā, tika pārsniegti tās vietas tuvumā, kur RF tiek padota kamerā. Pēdējās divas mērījumu veikšanas vietas ir parādītas 9.4. attēlā.

9.4. tabula. Mērījumu rezultāti zonā ap PVD ierīci

Atrašanās vieta	Ģenerators frekvence	Magnētiskā indukcija (μT)	Rīcības līmenis (μT)	Elektriskā lauka intensitāte (Vm^{-1})	Rīcības līmenis (Vm^{-1})
Kameras augšējā virsma	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Zem kameras, vietā, kur RF tiek padota kamerā	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Noņemamā paneļa vietā, 0,5 m attālumā no RF padeves vietas	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 2,7$ dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL.

9.4. attēls. Vietas, kur tika veikti mērījumi, tuvu pie RF padeves PVD ierīcē

9.6. Riska novērtējums

Attiecībā uz statistiskajiem magnētiskajiem laukiem ap magnētiem tika secināts, ka 0,5 mT RL, kas attiecas uz aktīvu implantētu medicīnas ierīču eksponētību, varētu tikt pārsniegts 10 cm attālumā no magnētiem. Taču elektrokardiostimulatora ražotājs attiecībā uz vērtējamo elektrokardiostimulatoru darba devējam bija norādījis mazāk stingru ierobežojumu — 1 mT (9.3. tabula). Tāpēc darba devējs riska novērtējumā izmantoja šo ierobežojumu. Pamatojoties uz iekārtas ražotāja sniegto grafiku (9.3. attēls), 1 mT ierobežojums attiecībā uz elektrokardiostimulatoru varētu tikt pārsniegts mazāk nekā 10 cm attālumā no magnētiem (apmēram 6 cm attālumā).

Attiecībā uz RF elektromagnētiskajiem laukiem tika konstatēts, ka elektrokardiostimulatora ražotāja noteiktie ierobežojumi, kā arī RL varētu tikt pārsniegti vietā pie RF padeves PVD ierīces kamerā. Savukārt 0,5 m attālumā no RF padeves vietas līmeņi bija zemāki par ierobežojumiem attiecībā uz elektrokardiostimulatoru un RL.

Mazā attālumā gan statisko magnētisko lauku, gan RF lauku līmenis samazinājās zem ierobežojumos attiecībā uz elektrokardiostimulatoru noteiktajām vērtībām un RL.

Pamatojoties uz šo informāciju, darba devējs veica EML īpašā riska novērtējumu (9.5. tabula), lai noteiktu riskus, kuriem pakļauti gan darba ņēmējs ar elektrokardiostimulatoru, gan citi darbinieki, izmantojot metodoloģiju, ko piedāvā *OiRA* (*EU-OSHA* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma).

Ņemot vērā šā riska novērtējuma rezultātus, darba devējs nolēma, ka nav vajadzīgas izmaiņas tā darba ņēmēja pienākumos, kuram ir implantēts elektrokardiostimulators; šis cilvēks nebija iesaistīts iekārtas apkopes darbu veikšanā, tāpēc viņam nebija iemesla atrasties zonās (ļoti tuvu iekārtai), kurās varētu tikt pārsniegti ierobežojumi attiecībā uz elektrokardiostimulatoru. Tika nolemts, ka nav vajadzības liegt piekļuvi apkopes zonai, jo spēcīgie lauki ir ļoti lokalizēti. Tomēr riska novērtējums uzrādīja, ka uzmanība būtu jāpievērš citiem darba ņēmējiem (piem., apkopes mehāniķiem) un darbu ņēmējiem, kuriem varētu būt implantētas aktīvas medicīnas ierīces.

9.7. Veiktie piesardzības pasākumi

Darba devējs pārbaudīja iekārtu un pārskatīja uzņēmuma procedūras, un secināja, ka jau ir veikti šādi piesardzības pasākumi:

- ap RF padeves vietām kamerās ir ierīkots nožogojums, lai nepieļautu piekļuvi šīm zonām (veicot mērījumus, kas saistīti *PVD* ierīci, nožogojums tika noņemts);
- uzņēmums nodrošina, ka ikviena iegādātā iekārta ir pienācīgi konstruēta. Piemēram, skatlodziņi ir pienācīgi ekranēti, lai ierobežotu ekspozīciju RF laukam.

9.5. tabula. RF plazmas ierīču EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
EML tiešā ietekme: rīcības līmenis varētu tikt pārsniegts RF padeves vietas tuvumā apkopes zonā.	<i>PVD</i> ierīcei ir uzstādīts panelis, kas novērš piekļuvi zonai, kurā varētu tikt pārsniegts rīcības līmenis.	Operatori; apkopes inženieri	✓			✓	Zems	Jāsniedz informācija un apmācība apkopes inženieriem un operatoriem. Uz iekārtas jāizvieto atbilstoši brīdinājumi.
EML netiešā ietekme (ietekme uz aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm): ierobežojumi attiecībā uz elektrokardiostimulatoru varētu tikt pārsniegti statisko magnētu un RF padeves vietas tuvumā apkopes zonā.	<i>PVD</i> ierīcei ir uzstādīts panelis, kas novērš piekļuvi zonai, kurā varētu tikt pārsniegti ierobežojumi attiecībā uz elektrokardiostimulatoru. Lauki ap statiskajiem magnētiem, kuros ir pārsniegti ierobežojumi attiecībā uz elektrokardiostimulatoru, ir ļoti lokalizēti.	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji		✓		✓	Zema	Visiem darba ņēmējiem ir jāsniedz informācija par šo apdraudējumu. Ražotnes drošības informācijā ir jāiekļauj brīdinājumi. Uz iekārtas ir jāizvieto brīdinājumi un aizliegumi.

9.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Pēc riska novērtējuma darba devējs cita starpā nolēma veikt šādus papildu piesardzības pasākumus:

- izvietot brīdinājumus par spēcīgiem magnētiskajiem laukiem / spēcīgiem RF laukiem (atbilstošos gadījumos), kā arī aizliegumus, kas attiecas uz cilvēkiem ar aktīvām implantētām medicīnas ierīcēm (AIMI), uz iekārtām, kas satur spēcīgus magnētus, un uz noņemamiem paneļiem, kas aizsargā no piekļuves potenciāli spēcīgiem RF laukiem (9.5. attēls);

9.5. attēls. Piemēri — brīdinājumi par spēcīgiem magnētiskajiem un RF laukiem un aizlieguma simbols cilvēkiem, kuriem ir AIMI



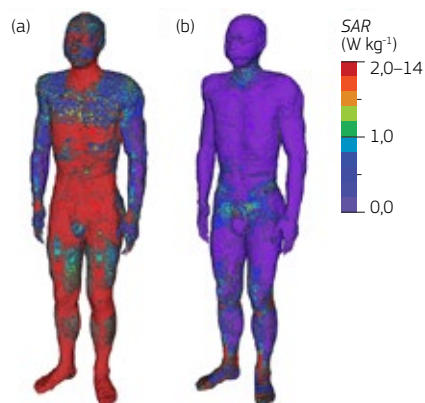
- sniegt informāciju, tostarp par riska novērtējuma rezultātiem, darba ņēmējam ar elektrokardiostimulatoru un uzņēmuma arodveselības aprūpes speciālistam;
- izmantojot atbilstošas iepazīstināšanas programmas un informējot darbuzņēmējus, nodrošināt, ka citi darba ņēmēji un apmeklētāji zina par riskiem;
- nodrošināt, ka darba ņēmēji zina, ka iekārtu nedrīkst lietot, kad paneļi ir noņemti, un ka par jebkādiem iekārtas korpusa, viļņvadu vai ekranēto skatlodziņu bojājumiem ir jāziņo vadītājam.

9.9. Papildinformācija

Mērījumu rezultāti tika izmantoti par pamatu darba ņēmēja eksponētības datormodelēšanai attiecībā uz EML direktīvā noteiktajām ekspozīcijas robežvērtībām (ER) (9.5. attēls). Modelēšana parādīja, ka RF padeves tuvumā ER varētu tikt pārsniegtas; visā ķermenī vidējais SAR bija 211 % no ER attiecībā uz visa ķermeņa termisko slodzi, bet maksimālais lokalizētais SAR, kas vidējots uz 10 g blakusesošu ķermeņa audu ekstremitātēs, bija 147 % no ER, kas attiecas uz termisko slodzi ekstremitātēs. ER, kas attiecas uz lokalizētu termisko slodzi galvā un rumpī, netika pārsniegta; maksimālais lokalizētais SAR, kas vidējots uz 10 g blakusesošu ķermeņa audu galvā un rumpī, bija 89 % no ER attiecībā uz lokalizētu termisko slodzi galvā un rumpī.

Turklāt tika konstatēts, ka 0,5 m attālumā no RF padeves vietas izmērītā elektriskā lauka intensitāte ir zemāka nekā RL, tāpēc, kā bija sagaidāms, modelēšana uzrādīja, ka visa ķermeņa un lokalizētā SAR vērtības bija daudz zemākas nekā ER (mazāk nekā 0,5 % no ER).

9.6. attēls. SAR sadalījums darba ņēmēja ķermenī, ja cilvēks atrodas a) vietā pie RF padeves un b) pie noņemamā paneļa, 50 cm attālumā no RF ģeneratora



10. JUMTA ANTENAS

10.1. Darba vieta

Ēku jumtus bieži izmanto par ērtu vietu, kur uzstādīt dažādas telesakaru antenas, kuru darbība uzlabojas pie lielāka augstuma vai labākas tiešredzamības. Šī gadījuma analīze attiecas uz šādu ēku (turpmāk — arī “pacelājēka”) (10.1. attēls), kas nesen bija nonākusi cita saimnieka īpašumā. Jaunais īpašnieks vēlējās izpildīt juridiskās saistības un novērtēt visus riskus, kuriem varētu būt pakļauti darba ņēmēji, kas strādā uz jumta.

10.1. attēls. Mobilo tālrunu sektora antenas un mikroviļņu paraboliskā antena uz pacelājēkas jumta



10.2. Darba apraksts

Darba ņēmējiem ir jāpiekļūst jumtam, lai veiktu dažādus ēkas pārbaudes un uzturēšanas darbus. Tas attiecināms cita starpā uz logu mazgātājiem, jumta licējiem, gaisa kondicionēšanas tehniķiem, apdrošināšanas inspektoriem un antenu montētājiem. Darba ņēmēji no pēdējām minētajām grupām var būt saņēmuši plašu apmācību par radiofrekvences starojuma drošumu un var būt aprīkoti ar personīgajiem ekspozīcijas signalizatoriem, savukārt darba ņēmēji no pirmajām minētajām grupām, visticamāk, nav saņēmuši nekādu apmācību un tāpēc tiem ir maz zināšanu par šiem jautājumiem.

Labā prakse būtu, ja operatori, uzstādot antenas, ievērotu “drošas atrašanās vietas” principu. Tas nozīmē, ka antenas tiek novietotas tā, lai darba ņēmēji, normāli stāvus atrodoties uz jumta, nevarētu netīšām ieiet antenas aizliegtajā zonā. Antenas aizliegtā zona ir zona antenas tuvumā, kur ekspozīcija varētu pārsniegt Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktos atsauces līmeņus.

Antenas aizliegtajai zonai vajadzētu būt pieejamai tikai darba ņēmējiem ar kāpšanas palīg līdzekļiem, piemēram, kāpnēm vai sastatnēm. Ja darba ņēmējiem ir jāiekļūst aizliegtajā zonā, antena var būt jāizslēdz. Ja ir nepieciešams, ka antenas aizliegtā zona sakrīt ar jumta zonu, kurā var stāvēt, jumta zona būtu jānorobežo.

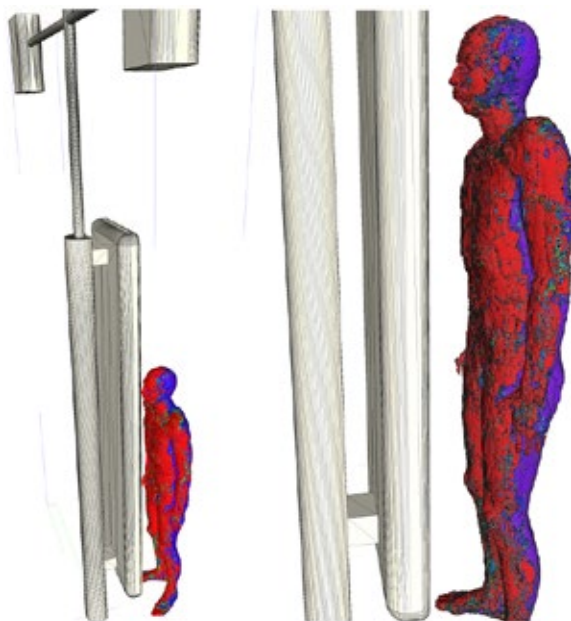
10.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

Uz jumta uzstādītās antenas bija tādas, kas parasti ir saistītas ar mobilo telesakaru sistēmām, tostarp mobilo tālruņu bāzes stacijām un peidžeru sistēmu. Papildus sektora antenām mobilo tālruņu bāzes stacija ietvēra arī divpunktu datu savienojumu. Īpašnieks zināja, ka dažādu veidu antenas rada dažādu līmeņu apdraudējumu un kopumā:

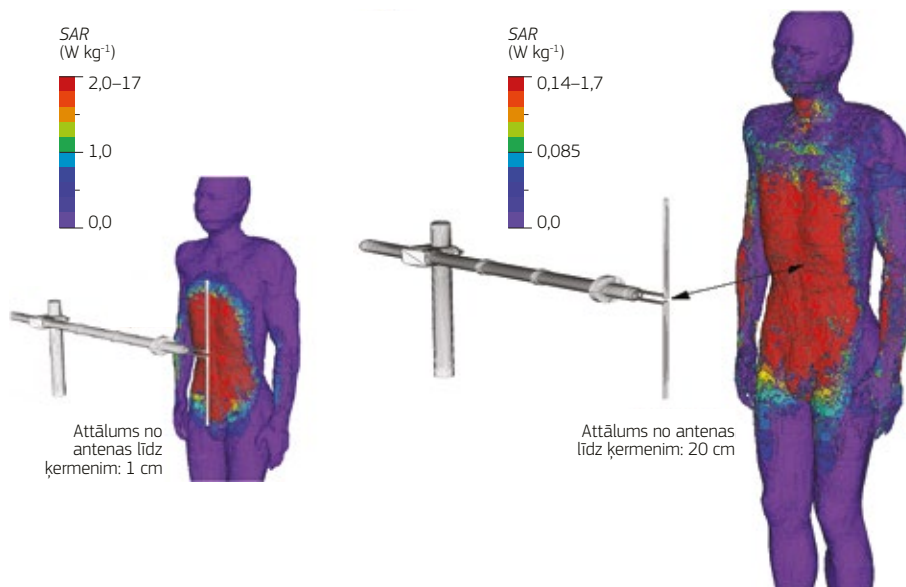
- mobilo tālruņu sektora antenas (800–2600 MHz) var radīt apdraudējumu dažu metru attālumā virzienā uz priekšu un mazāku apdraudējumu virzienā uz sāniem un aizmuguri (10.2. attēls);
- mikroviļņu paraboliskās antenas (10–30 GHz), kas saistītas ar mobilo tālruņu bāzes stacijām, parasti nerada būtisku apdraudējumu;
- dipolu un kolīnārās (pātagas) antenas (80–400 MHz) var radīt apdraudējumu viena vai divu metru attālumā ap antenu.

Situācija attiecībā uz pēdējo minēto punktu ir attēlota, datormodelējot pusviļņa dipolu antenu, kas darbojas ar 400 MHz (10.3. attēls). Turpmāk dotajā 10.1. tabulā ir redzams, ka, palielinot starojuma jaudu no 25 W līdz 100 W un pēc tam līdz 400 W, ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, tiek pārsniegtas arvien lielākā attālumā no antenas.

10.2. attēls. Enerģijas īpatnējās absorbcijas rādītāja (SAR) sadalījums tāda darba ņēmēja ķermenī, kas atrodas blakus mobilo tālruņu sektora raidantennai



10.3. attēls. Energijas īpatnējās absorbcijas rādītāja (SAR) sadalījums cilvēka modelī, kas eksponēts 25 W pusviļņa dipolu antenai, 20 cm attālumā no rumpja. Ielaidums: 1 cm attālumā no rumpja. Abos gadījumos aprēķinātās SAR vērtības ir mazākas nekā attiecīgās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību.



10.1. tabula. Visa ķermeņa SAR (WBSAR) un maksimālais lokalizētais SAR, kas aprēķināts vidēji 10 g blakusesošu ķermeņa audu, (SAR uz 10 g) datormodelētās vērtības 5 W, 25 W, 100 W un 400 W pusviļņa dipolu antenai. SAR vērtības, kas pārsniedz attiecīgo ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, ir atzīmētas sarkanā krāsā

Attālums (cm)	Modelētais SAR (Wkg ⁻¹)							
	5 W antena		25 W antena		100 W antena		400 W antena	
	WBSAR	SAR _{uz 10 g}	WBSAR	SAR _{uz 10 g}	WBSAR	SAR _{uz 10 g}	WBSAR	SAR _{uz 10 g}
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

ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību, frekvenču diapazonā no 100 kHz līdz 6 GHz vidējam visa ķermeņa SAR: 0,4 Wkg⁻¹ un tādām vidējām lokalizētām SAR galvā un rumpī, kas aprēķināts uz 10 g blakusesošu ķermeņa audu: 10 Wkg⁻¹

10.4. Kā notiek process?

Iekārta ir automatizēta, un operatori to vada attālināti. Mobilo tālruņu bāzes stacija pielāgo izejas jaudu atbilstoši zvanu plūsmai, nepārsniedzot maksimālo ierobežojumu, kas ir noteikts spektra licencēšanas nosacījumos. Tas apgrūtina īpašnieka iespējas noteikt faktisko izejas jaudu konkrētā laikā. Arī izejas frekvences ir noteiktas spektra licencēšanas nosacījumos.

Izmaiņas iekārtā un tās periodisku apkopi veic operatoru norīkoti apakšuzņēmēji.

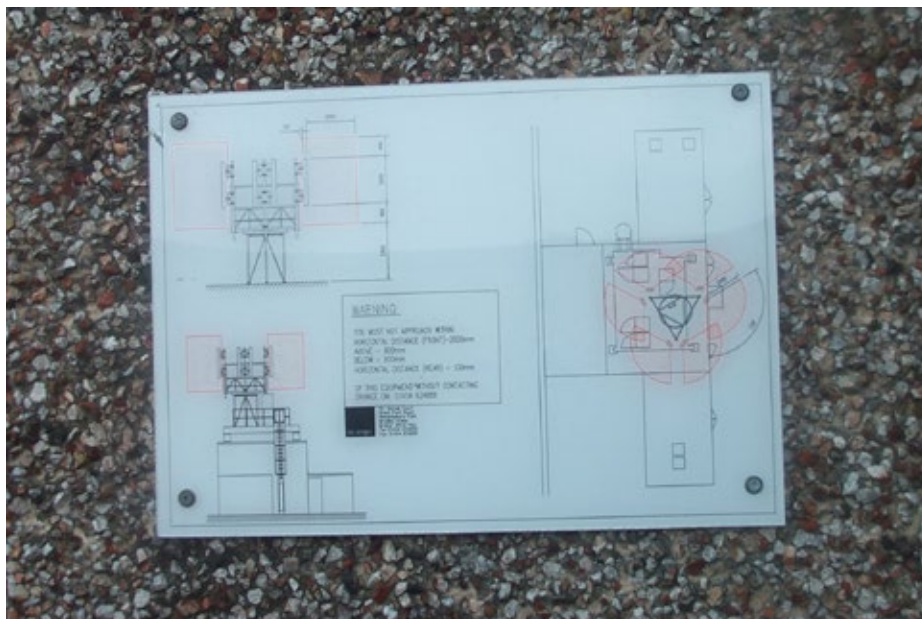
10.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Lai veiktu sīku teorētisku ekspozīcijas novērtējumu, būtu nepieciešama informācija par vairākiem faktoriem, tostarp antenas veidu, starojuma raksturlielumiem (piem., frekvenci, starojuma jaudu, signāla parametriem, darba ciklu, pārraides kanālu skaitu), darba ņēmēja atrašanās vietu starojuma laukā, ekspozīcijas ilgumu un citu avotu ietekmi.

Būtu iespējams veikt arī ekspozīcijas mērījumus uz jumta, taču tam būtu nepieciešams izmantot tāda eksperta konsultanta pakalpojumus, kurš izmanto speciālus instrumentus. Īpašnieks zināja, ka instrumentu būtu iespējams iznomāt vai nedārgi iegādāties internetā, taču tas, iespējams, nedotu uzticamus lasījumus un varētu būt jutīgs pret citiem signāliem, nevis tiem, kas ir jānovērtē šajā gadījumā. Īpašnieks arī zināja, ka konsultanta pakalpojumi būtu dārgi un viestu skaidrību tikai par to, kāda ir ekspozīcijas situācija mērījumu veikšanas laikā.

Tāpēc īpašnieks tā vietā veica jumta vizuālu vispārēju pārbaudi, lai apzinātu antenas un to operatorus, un atzīmēja tos jumta plānā. Pēc tam viņš sazinājās ar operatoriem un lūdza viņus ierasties ēkā, lai viņi identificētu savas antenas un sniegtu attiecīgu informāciju par drošību. Īpašnieks arī pārbaudīja apmeklētāju reģistru, lai redzētu, kurš ir piekļuvis jumtam, un, ņemot vērā veikto darbu veidu, mēģināja noteikt, kur apmeklētāji strādājuši. Izmantojot šo informāciju, tika noteikts, kurās vietās darbinieki varētu iekļūt bīstamās vai aizliegtās zonās (10.4. attēls). Labā prakse ir darbiniekiem neatrasties raidantenu tuvumā un vietās, kur ekspozīcija potenciāli var pārsniegt rīcības līmeņus (RL), un noteikti būtu jānodrošina, ka viņi nevar raidantenām pieskarties.

10.4. attēls. Zīmējums, kurā attēlotas aizliegtās zonas uz jumta



10.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Pēc vizuālās pārbaudes veikšanas un sazināšanās ar operatoriem ģpašnieks sagatavoja svarīgākās drošības informācijas apkopojumu, ko pēc tam darīja pieejamu darba ņēmējiem, kuri strādā uz jumta. Minētais informācijas apkopojums ietvēra sīku izklāstu par šādiem aspektiem: antenas tips (piem., sektora antena, mikroviļņu paraboliskā antena, cilpas dipolu antena), operators, atrašanās vieta (novietojums, augstums, virziens), darbības parametri, aizliegtās zonas lielums, uzstādīšanas datums (10.2. tabula).

10.2. tabula. Ģpašnieka sagatavotais jumta antenu saraksts

Antenas tips	Operators	Novietojums uz jumta	Darbības parametri	Aizliegtā zona	Uzstādīšanas datums
Mobilo tālruņu sektora antenas (6 izslēgtas)	Vodafone	Struportornis uz pacelājēkas jumta; 6 m līmenis; 0°, 120°, 240°	Frekvence 2110–2170 MHz; jauda 56 dBm uz signālu; 85° staru kūļa platums; pastiprinājums 17 dBi	2,5 m priekšpusē, 0,25 m aizmugurē, 0,3 m virs un zem	2006. gada jūnijs
0,3 m mikroviļņu paraboliskā antena	Vodafone	Montāžas stabs uz pacelājēkas jumta; 5,5 m līmenis; 220°	Frekvence 26 GHz; jauda 3 mW; 1° staru kūļa platums; pastiprinājums 44,5 dBi	Nav	2006. gada jūnijs
Cilpas dipolu antena	Pager Telecom	Ejas tuvumā pie uzejas uz jumta; 2 m līmenis	Frekvence 138 MHz; jauda 100 W; visvirzienu; pastiprinājums 2,15 dBi	2,5 m ap antenu	Nav zināms

10.7. Riska novērtējums

Īpašnieks zināja par prasību novērtēt visus riskus, kuriem ir pakļauti darbaņēmēji, kas piekļūst jumtam (tostarp vispārējo risku paslīdēt, aizķerties un nokrist, risku, kas saistīts ar dūmiem un izgarojumiem no skursteņiem un ventilācijas atverēm, kā arī elektromagnētisko lauku radīto risku). Lai procesu strukturētu, tika izmantota metodoloģija, ko piedāvā OIRA (EU-OSHA tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma), un, gatavojoties novērtējuma veikšanai, tika noteikta visa pieejamā informācija, ko sniedza katras antenas operators vai ražotājs. Kvantitatīvā informācija par antenas radītā elektriskā lauka intensitāti vai shematiskās diagrammas, kurās attēlots aizliegtu zonu izmērs, ļāva īpašniekam veikt riska līmeņa novērtējumu. Ja piekļūstamajā zonā tika pārsniegti RL, bija jā sagatavo un jā īsteno rīcības plāns minēto risku novēršanai.

EML īpašā riska novērtējuma piemērs ir dots 10.3. tabulā.

10.3. tabula. Jumta antenu EML īpašā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Varbūtīgums		Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams	Mazvarbūtīgs	Iespējams		
Radiofrekvences lauka tiešā ietekme	Jumta durvis ir aizslēgtas, un atslēgu pieejamība tiek kontrolēta.	Logu mazgātāji;	✓				✓	Zems	Pārvietot peidžeru sistēmas antenu (cilpas dipolu antena) prom no ejas.
	Brīdinājumi un aizliegumi.	jumta licēji;	✓				✓	Zems	Uzstādīt mehānisku aizturi, lai nodrošinātu, ka logu mazgātāju pacelēju nevar novietot sektora antenu priekšā.
	Sektora antenas ir uzstādītas pacelējēkas augstākajās vietās, un attiecīgās aizliegtās zonas ir nepieejamas.	gaisa kondicionēšanas inženieri;	✓				✓	Zems	Sagatavot rakstisku drošības procedūru, kas jāizlasa visiem darbaņēmējiem (un jāparaksta), pirms viņi saņem atļauju piekļūt jumtam.
	Kāpnes, pa kurām var piekļūt pacelējēkas jumtam, ir aprīkotas ar slēdzeni.	apdrošināšanas inspektori;	✓				✓	Zems	
	Paraboliskās antenas ir uzstādītas augstu uz stabiem, un starojums ir ārpus piekļuves zonas	antenas montētāji	✓				✓	Zems	
		Īpašam riskam pakļauti darbaņēmēji (darbaņēmējas grūtnieces)	✓				✓	Zems	
Radiofrekvences lauka netiešā ietekme (elektronisku medicīnas ierīču traucējumi)	Sk. iepriekš.	Īpašam riskam pakļauti darbaņēmēji		✓			✓	Zems	Sk. iepriekš. Brīdinājumi rakstiskā drošības procedūrā darbaņēmējiem, kuriem ir implantētas vai uz ķermeņa nēsājamas elektroniskas medicīnas ierīces.

10.8. Veiktie piesardzības pasākumi

Īpašnieks jumta vizuālajā pārbaudē atklāja, ka:

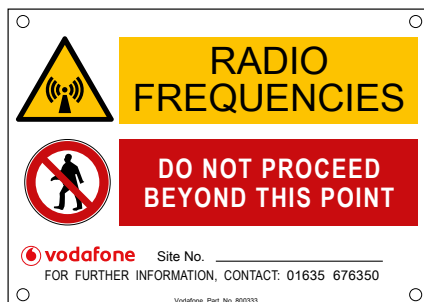
- durvis, kas ved uz jumtu, ir aizslēgtas un atslēgu pieejamību kontrolē ēkas drošības pārvaldnieks. Durvju iekšpusē ir piestiprināts brīdinājums par radiofrekvences antenām (10.5.a attēls);
- mobilo tālrunu sektora antenas ir uzstādītas pacelājēkas augstākajās vietās un attiecīgās aizliegtās zonas nav nepieejamas. Uz uzstādīšanas stabiem (10.5.b attēls) un antenas korpusiem ir piestiprināti brīdinājumi (10.5.c attēls);
- kāpnes, pa kurām var piekļūt pacelājēkas jumtam, ir aprīkotas ar slēdzeni un ir piestiprināts brīdinājums (10.5.d attēls);
- mikroviļņu paraboliskās antenas ir uzstādītas augstu uz stabiem un starojums ir ārpus piekļuves zonas. (Jebkurā gadījumā īpašniekam ir operatora rakstisks apliecinājums, ka aizliegtās zonas nepastāv.)

10.5. attēls. Brīdinājumi

a) uz jumta durvīm;



b) uz antenas uzstādīšanas staba;



c) uz antenas korpusa;



d) uz pacelājēkas jumta kāpnēm



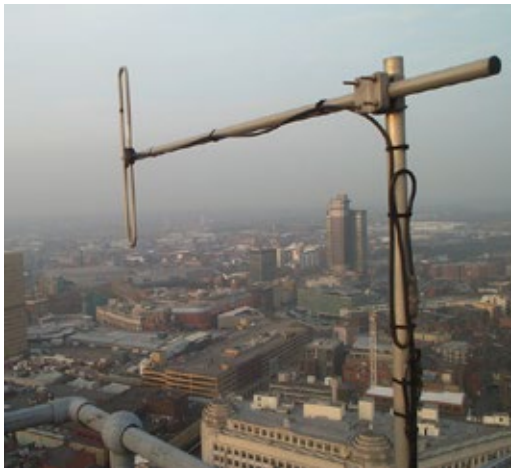
10.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Īpašnieku neapmierināja daži jumta instalāciju apsaimniekošanas aspekti, un viņš nolēma veikt papildu piesardzības pasākumus, tostarp:

- pieprasīt, lai peidžeru sistēmas operators pārvieto attiecīgo cilpas dipolu antenu prom no ejas (10.6.a attēls) un piestiprina brīdinājumu (10.6.b attēls);
- uzstādīt mehānisku aizturi, lai nodrošinātu, ka logu mazgātāju pacelāju nevar novietot sektora antenu priekšā (10.6.c attēls);
- sagatavot rakstisku drošības procedūru, kas jāizlasa visiem darba ņēmējiem (un jāparaksta), pirms viņi saņem atļauju piekļūt jumtam. Tā ietver ārkārtas situāciju plānus, kas jāievēro saprātīgi paredzamu avāriju un incidentu gadījumā.

10.6. attēls

a) peidžeru antena pārāk tuvu ejai;



b) jaunais brīdinājums;



c) logu tīrītāju pacelāju vairs nevar novietot priekšā antenām



11. RĀCIJAS

11.1. Darba vieta

Šī gadījuma analīze attiecas uz mazu celtniecības uzņēmumu, kura darbinieki atrodas būvlaukumos. Būvlaukuma uzraugs bija dzirdējis par jauno EML direktīvu un bija nobažījies, vai darbaņēmējiem būs jāveic piesardzības pasākumi, lietojot rācījas.

11.2. Darba apraksts

Darbaņēmēji būvlaukumā sazinās savā starpā, izmantojot rācījas, kas darbojas, izmantojot nelicencētu privātu mobilo radiosakaru PMR 446 pakalpojumus (11.1. attēls). Ierīces var izmantot visi darbaņēmēji būvlaukumā.

11.1. attēls. Būvlaukuma darbinieks, kurš izmanto rācīju



Izskatot ražotāja norādījumus, uzraugs konstatēja, ka rokas ierīces darbojas aptuveni 446 MHz frekvencē. Taču ne norādījumos, ne EK Atbilstības deklarācijā (11.2. attēls) nebija informācijas par efektīvo izstaroto jaudu (FSJ) vai piemērotām lietošanas metodēm.

Meklējot internetā, uzraugs atrada pakalpojuma regulatora sniegtu informāciju, saskaņā ar kuru "PMR 446 radioiekārtai ir jābūt pārnēsājama rokā, ar integrētu antenu un maksimālo efektīvo izstaroto jaudu 500 mW, kā arī jāatbilst standartam ETS 300 296".

11.2. attēls. Ierīces EK Atbilstības deklarācija

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)



Signature: (_____) _____ London,

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

11.3. Kā notiek process?

Darba ņēmēji nebija apmācīti iekārtu lietot. Uzraugs veica neoficiālu pētījumu par iekārtu novietojumu lietošanas laikā, kurā secināja, ka rādītāji tiek turēti vai nu priekšā, vai blakus sejai. Tika ziņots, ka saziņa starp darba ņēmējiem parasti ir īsa, ne vairāk kā daži desmiti sekunžu vienā reizē.

11.4. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Novērtējot ķermeņa tuvumā esošo raidītāju radīto ekspozīciju, atbilstība ER ir jānosaka ar datormodelēšanu. Ideālā gadījumā to vajadzētu izdarīt ražotājam. Taču, ja šie dati nav pieejami, novērtējumu var veikt, izmantojot par līdzīgām ierīcēm publicētās informāciju. (Ir vērts pārbaudīt arī 3.2. tabulu rokasgrāmatas 1. sējuma 3. sadaļā, lai noskaidrotu, vai ierīci uzskata par *a priori* atbilstīgu EML direktīvai.)

11.5. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Pa tālruni sazinoties ar valsts aģentūrām, uzraugs tika informēts par datiem, kas tika publicēti pēc datormodelēšanas, kura tika veikta attiecībā uz līdzīgu ierīci, kas darbojas līdzīgās frekvencēs (*Dimbylow* u. c.). Tie liecināja, ka maksimālais enerģijas īpatnējās absorbcijas rādītājs (*SAR*), kas aprēķināts 10 g blakusesošu ķermeņa audu, ir $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$ uz vienu izejas jaudas vatu visās iespējamās vietās sejas tuvumā, kur iekārta varētu atrasties lietošanas laikā.

Lai novērtētu ekspozīciju attiecībā pret ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību saistībā ar lokalizēto ekspozīciju galvā šajā frekvencē (10 Wkg^{-1}), ir jāaprēķina tās vidējā vērtība 6 minūtēs. Tā kā sarunas ir divvirzienu, uzraugs pieņēma, ka maksimālais pārraides darba cikls ir 50 %. Pamatojoties uz modelēšanas datiem, uzraugs varēja secināt, ka, lai tiktu pārsniegta ER, būtu jāizmanto ierīce ar efektīvo izstaroto jaudu virs 5 W.

Nebija pieejama nekāda ražotāja sniegta informācija par rāciju efektīvo izstaroto jaudu, taču regulators jau bija noteicis, ka ierīcēm nevajadzētu pārsniegt 0,5 W izejas jaudu. Tāpēc uzraugs varēja secināt, ka ierīču ekspozīcija nepārsniegs EML direktīvā noteiktās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību.

11.6. Riska novērtējums

Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti liecina, ka, izmantojot rāciju, netiks pārsniegtas attiecīgās EML direktīvā noteiktās ER, kas attiecas uz ietekmi uz veselību. Tomēr pastāv iespēja, ka var tikt traucēta darba ņēmēju ķermenī esošo vai uz ķermeņa nēsājamo medicīnas ierīču darbība. Attiecībā uz šādiem darba ņēmējiem, kuriem ir medicīnas ierīces, ir jāveic individuāls riska novērtējums, ja ir iespējams apzināt un veikt piesardzības pasākumus, ko ieteicis viņus konsultējošais mediķis.

11.7. Veiktie piesardzības pasākumi

Nebija veikti nekādi piesardzības pasākumi.

11.8. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

Uzraugs nolēma veikt dažus vienkāršus pasākumus:

- ar darba ņēmējiem tika pārrunāts tas, kad un kā vajadzētu izmantot rācijas, kā arī ieteicamie ierīces novietojumi;
- pašreizēji darba ņēmēji tika lūgti ziņot, ja viņi ir pakļauti īpašam riskam, piemēram, ja viņu ķermenī ir implantēts elektrokardio stimulators;
- visi jaunie darba ņēmēji tagad tiek pārbaudīti, lai noteiktu, vai viņi nav pakļauti īpašam riskam.

12. LIDOSTAS

Šajā gadījuma analizē EML avoti cita starpā ir šādi:

- lidostas novērošanas radars,
- nevērstas darbības radiobāka,
- attāluma mērīšanas iekārta.

12.1. Darba vieta

Radars, nevērstas darbības radiobāka (NDR) un attāluma mērīšanas iekārta (AMI) tika izmantoti starptautiskā lidostā, kas apkalpo pasažieru un kravas lidmašīnas. Interesējošās darba vietas lidostā bija šādas:

- radara iekārtas kabīne, kurā atradās radiofrekvences (RF) ģenerators,
- tērauda režģu tornis, uz kura bija uzstādīta radara antena,
- gaisa satiksmes kontroles (GSK) tornis,
- NDR kabīne, kurā atradās RF ģenerators,
- komplekss, kurā atradās NDR antena,
- lidostas ugunsdzēsēju depo, kas atradās NDR tuvumā,
- AMI kabīne, kurā atradās RF ģenerators,
- zona ap AMI kabīni, uz kuras bija uzstādīta antena.

12.2. Darba apraksts

12.2.1. Radars

Lielāko daļu darba ar radaru veica gaisa satiksmes inženieri iekārtas kabīnē. Reizēm šiem darba ņēmējiem bija jāveic arī darbs ar antenu. Arī citi lidostas darbinieki gaisa satiksmes kontroles tornī, kas atradās aptuveni 80 m attālumā no radara līdzīgā augstumā, varēja tikt eksponēti antenas radītam RF starojumam un bija izteikuši bažas par to.

12.2.2. Nevērstas darbības radiobāka

Lielāko daļu darba ar NDR veica gaisa satiksmes inženieri iekārtas kabīnē. Reizēm šiem darba ņēmējiem bija jāieiet arī NDR kompleksā, lai NDR pierēgulētu tā, lai tā atbilstu pareizajām izejas jaudas specifikācijām. Šī pierēgulēšana tika veikta skapī, kas atradās dažu metru attālumā no antenas. NDR tuvums lidostas ugunsdzēsēju depo radīja bažas arī lidostas ugunsdzēsējiem.

12.2.3. Attāluma mērīšanas iekārta

Lielāko daļu darba ar AMI veica gaisa satiksmes inženieri iekārtas kabīnē. Ar pašu antenu viņiem bija jāstrādā reti, taču citi lidostas darbinieki puda bažas par to, ka antena atrodas tikai 2,5 m virs zemes bez jebkādiem piekļuves ierobežojumiem.

12.3. Informācija par iekārtām, kas rada EML

12.3.1. Radars

Radars sastāvēja no RF ģeneratora, kas rada RF starojuma impulsus, un rotējošas antenas. RF ģenerators bija uzstādīts iekārtas kabīnē, bet antena bija uzstādīta tērauda režģu torņa galā. Signāls no RF ģeneratora līdz antenai nokļuva pa taisnstūra viļņvadu. Lidostas novērošanas radara piemērs ir redzams 12.1. attēlā, bet radara tehniskās specifikācijas ir dotas 12.1. tabulā.

12.1. attēls. Lidostas novērošanas radara piemērs



12.1. tabulā. Lidostas novērošanas radara tehniskās specifikācijas

Darbības parametri	Vērtība
Nominālā pārraides frekvence	3 GHz
Nominālā izejas maksimumjauca	480–580 kW
Nominālā vidējā maksimumjauca	430 W
Impulsa garums	0,75–0,9 μs
Impulsu atkārtotānās frekvence	995 Hz
Antenas rotēšanas ātrums	15 apgriezieni/minūtē

12.3.2. Nevērstas darbības radiobāka

NDR sastāvēja no RF ģeneratora, kas rada 343 kHz amplitūdā modulētu RF signālu ar maksimālo jaudu 100 W, un bezatsaišu raidītāja, kas bija 15 m garš režģu masts. Antena bija uzstādīta kompleksā, kurā atradās arī skapis ar pieregulēšanas iekārtu. RF ģenerators bija uzstādīts iekārtas kabīnē ārpus kompleksa, kurā atradās antena.

12.3.3. Attāluma mērīšanas iekārta

AMI sastāvēja no RF ģeneratora un antenas, kas bija uzstādīta uz iekārtas kabīnes. AMI raida RF starojuma impulsus, reaģējot uz signāliem, kas tiek saņemti no lidmašīnas, kura tuvojas lidostai. RF signāli tiek raidīti 978 līdz 1213 MHz frekvenču diapazonā ar impulsa garumu 3,5 μs. Intervāls starp impulsiem ir 12–36 μs.

12.4. Kā notiek procesi?

Radars, NDR un AMI ir automatizēti un tiek vadīti attālināti. Iekārtu modifikācijas un neregulāru apkopi veic inženieri, kuriem laiku pa laikam ir jāpiekļūst antenām. Katru reizi, kad ir jāpiekļūst antenai, RF ģenerators tiek izslēgts.

12.5. Ekspozīcijas novērtēšanas metode

Ekspozīcijas mērījumus veica eksperts konsultants, izmantojot speciālus instrumentus (uztveršanas antena ar režģvadu (*ridge guide*), kas pieslēgta spektra analizatoram, lai sniegtu impulsu veidā pārraidītā radara signāla noteiktās vietās radītās ekspozīcijas sīku novērtējumu, un trīsas RF apdraudējuma mērīšanas zonde). Mērījumi tika veikti vietās, kas darba ņēmējiem bija pieejamas laikā, kad iekārta veica pārraidi.

12.5.1. Radars

Radara signāla pārraides veida dēļ (RF signālu veido īsi impulsi, un antena rotē) ekspozīcija nevienā vietā nav pastāvīga, tāpēc bija jāveic sīks ekspozīcijas novērtējums, ņemot vērā divus lielumus:

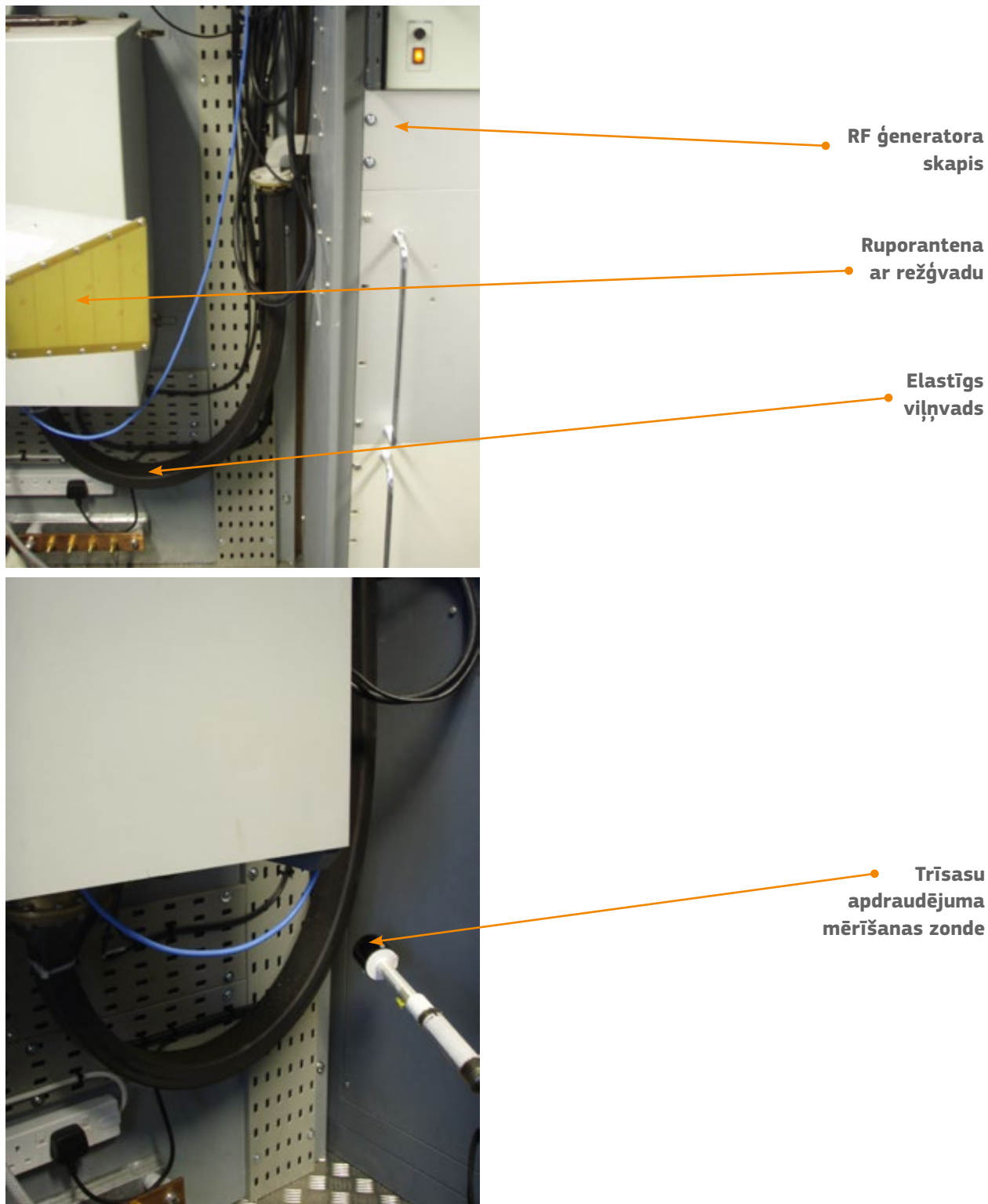
- maksimālais jaudas blīvums, ar ko mēra ekspozīciju, kādai darba ņēmēju varētu pakļaut katrs RF signāla impulss;
- vidējais jaudas blīvums, ko aprēķina no maksimālā jaudas blīvuma un ar ko mēra vairāku minūšu vidējo ekspozīciju, ņemot vērā radara signāla impulsa veidu un antenas rotācijas periodu.

Jaudas blīvuma mērījumi tika veikti četrās gaisa satiksmes kontroles torņa vietās, izmantojot antenu ar režģvadu un spektra analizatoru.

Vairākās vietās tika veikti arī elektriskā lauka intensitātes mērījumi, izmantojot RF apdraudējuma mērīšanas zondi.

Mērījumi tika veikti iekārtas kabīnē, uz antenas torņa, pie viļņvada (īpašu uzmanību pievēršot savienojošajiem atlokiem un elastīgā viļņvada sekcijām (12.2. attēls)), pie gaisa satiksmes kontroles torņa un citās zonās ap radaru, kas bija piekļūstamas darba ņēmējiem, tostarp īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem.

12.2. attēls. Mērījumi tika veikti ap elastīgu viļņvadu radara iekārtas kabīnē



12.5.2. Nevērstas darbības radiobāka

Elektriskā lauka intensitātes mērījumi tika veikti ar RF apdraudējuma mērīšanas zondi zonās ap NDR, kas bija pieejamas darba ņēmējiem, īpašu uzmanību pievēršot zonām, kur atradās gaisa satiksmes inženieri un lidostas ugunsdzēsēji.

12.5.3. Attāluma mērīšanas iekārta

Elektriskā lauka intensitātes mērījumi tika veikti ar RF apdraudējuma mērīšanas zondi iekārtas kabīnē un antenai tuvākajā piekļuves vietā ārpus kabīnes, tādējādi reprezentējot darba ņēmēju, kurš ar roku stiepjas pie antenas, stāvot grīdas līmenī.

12.6. Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti

Mērījumu rezultāti tika salīdzināti ar attiecīgajiem rīcības līmeņiem (RL), un būtiskākie ekspozīcijas novērtējuma konstatējumi ir minēti 12.2., 12.3. un 12.4. tabulā. Novērtējot darba ņēmēju eksponētību noteiktam riskam, tika izdarīts salīdzinājums ar Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktajiem atsaucē līmeņiem (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma E pielikumu).

12.2. tabula. Radara ekspozīcijas novērtējuma rezultātu kopsavilkums

Vieta	Izmērītais daudzums	Rezultāts	Ekspozīcijas daļa (procentuāli)	
			Attiecīgais rīcības līmenis ^{1, 2}	Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucē līmenis ³
GSK torņa jumts	Maksimālais jaudas blīvums	33 000 Wm ⁻²	66 %	330 %
	Vidējais jaudas blīvums	0,012 Wm ⁻²	0,024 %	0,12 %
Iekārtas kabīne	Maksimālā elektriskā lauka intensitāte	< 0,1 Vm ⁻¹	< 0,1 %	< 0,2 %
10 cm attālumā no elastīgā viļņvada iekārtas kabīnes ārpusē		29 Vm ⁻¹	21 %	48 %
Rumpja atrašanās vieta antenai tuvākajā piekļuves punktā uz antenas torņa		31 Vm ⁻¹	22 %	51 %

1. Tika piefiksēts, ka EML direktīvā nav noteikti rīcības līmeņi attiecībā uz RF starojuma jaudas blīvumu frekvencē, kura mazāka par 6 GHz, kas ir īpaši svarīgi impulsu veidā pārraidītu RF signālu gadījumā, tāpēc saskaņā ar EML direktīvas 15. apsvērumu konsultants ņēma vērā Starptautiskās komisijas aizsardzībai pret nejonizējošo starojumu (*ICNIRP*) pamatnostādnes par RF starojuma, ko impulsu veidā pārraida radars, ekspozīcijas novērtējumu šādos aspektos:

darba atsaucē līmenis attiecībā uz tā RF starojuma maksimālo jaudas blīvumu, ko pārraida impulsu veidā 2–300 GHz frekvenču diapazonā: 50 000 Wm⁻²;

darba atsaucē līmenis attiecībā uz vidējo jaudas līmeni 2 līdz 300 GHz frekvenču diapazonā: 50 Wm⁻².

2. Rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti 2 līdz 6 GHz frekvenču diapazonā: 140 Vm⁻¹.

3. Padomes leteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucē līmeņi:

RF starojuma, ko pārraida impulsu veidā 2 līdz 300 GHz frekvenču diapazonā, maksimālais jaudas blīvums: 10 000 Wm⁻²;

vidējais jaudas līmenis 2 līdz 300 GHz frekvenču diapazonā: 10 Wm⁻²;

elektriskā lauka intensitāte 2 līdz 300 GHz frekvenču diapazonā: 61 Vm⁻¹.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta ±2,7 dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/AL.

12.3. tabula. NDR ekspozīcijas novērtējuma rezultātu kopsavilkums

Vieta	Ekspozīcijas daļa (procentuāli)			Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucis līmenis ³
	Maksimālā elektriskā lauka intensitāte (Vm^{-1})	Zemais rīcības līmenis ¹	Augstais rīcības līmenis ²	
Iekārtas kabīne	100	59 %	17 %	120 %
Ugunsdzēsēju komandas telpa	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
NDR kompleksa žogs	270	160 %	45 %	310 %

1. Zemais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: $170 Vm^{-1}$.

2. Augstais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 3 kHz līdz 10 MHz: $610 Vm^{-1}$.

3. Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucis līmenis elektriskā lauka intensitātei frekvenču diapazonā no 150 kHz līdz 1 MHz: $87 Vm^{-1}$.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 2,7$ dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/LAL.

12.4. tabula. AMI ekspozīcijas novērtējuma rezultātu kopsavilkums

Vieta	Ekspozīcijas daļa (procentuāli)		
	Maksimālā elektriskā lauka intensitāte (Vm^{-1})	Rīcības līmenis ¹	Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucis līmenis ²
Iekārtas kabīne	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
2,5 m virs zemes, 0,6 m attālumā no antenas	14	15 %	33 %

1. Ierobežojošākais rīcības līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti 978 līdz 1213 MHz AMI pārraides frekvenču diapazonā: $94 Vm^{-1}$.

2. Ierobežojošākais Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktais atsaucis līmenis attiecībā uz elektriskā lauka intensitāti 978 kHz līdz 1213 MHz AMI pārraides frekvenču diapazonā: $43 Vm^{-1}$.

Svarīgi! Mērījumu nenoteiktība tika lēsta $\pm 2,7$ dB apmērā, un saskaņā ar "dalītā riska" pieeju (sk. rokasgrāmatas 1. sējuma D5 pielikumu) rezultāti tika salīdzināti tieši ar RL/LAL.

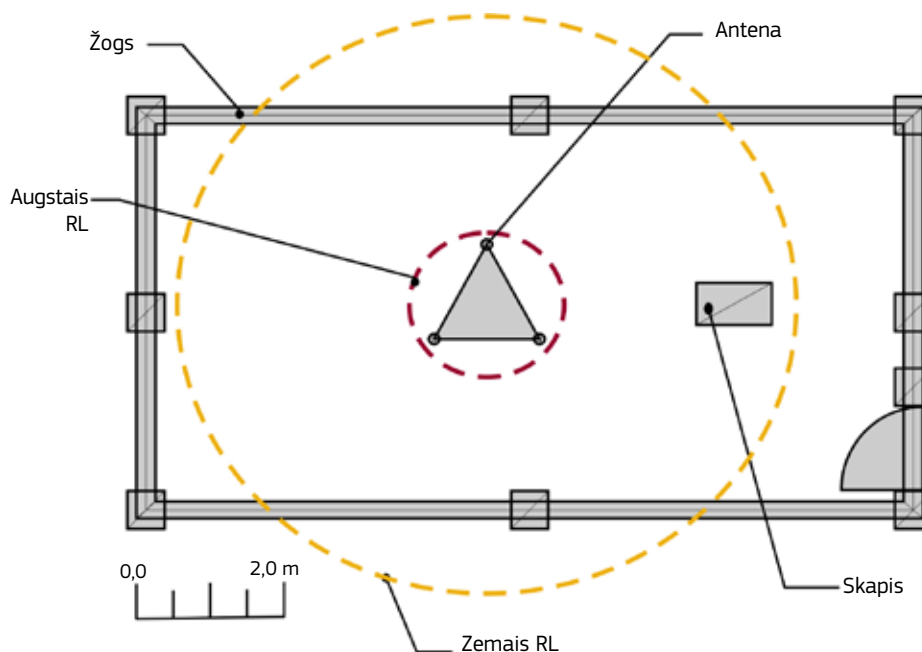
12.6.1. Radars

Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti apliecināja, ka radara RF starojuma ekspozīcija bija mazāka par EML direktīvā noteiktajiem RL. Tomēr novērtējumā tika noteiktas dažas zonas, kurās tika pārsniegti Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktie atsaucis līmeņi, kaut arī bija maz ticams, ka šajās zonās varētu atrasties īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji.

12.6.2. Nevērstas darbības radiobāka

Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti liecināja, ka zonās aiz žoga ap NDR tā RF starojuma ekspozīcija pārsniedz zemo RL attiecībā uz elektrisko lauku (12.3. attēls) un Padomes Ieteikumā 1999/519/EK noteiktos atsaucis līmeņus. Šajās zonās varētu atrasties darba ņēmēji, tostarp īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji.

12.3. attēls. Plāna skats, kurā redzamas kontūras, kuru iekšpusē varētu tikt pārsniegti rīcības līmeņi ap nevērsta darbības radiobāku



12.6.3. Attāluma mērīšanas iekārta

Ekspozīcijas novērtējuma rezultāti apliecināja, ka visās sasniedzamajās zonās ap AMI RF starojuma ekspozīcija bija zem RL un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktajiem atsaucē līmeņiem.

12.7. Riska novērtējums

Lidostas operators veica radara, NDR un AMI riska novērtējumu, pamatojoties uz konsultanta veikto ekspozīcijas novērtējumu. Tas tika veikts atbilstoši metodoloģijai, ko piedāvā *OiRA (EU-OSHA)* tiešsaistes interaktīvā riska novērtēšanas platforma). Riska novērtējumā tika secināts, ka:

- radars uz gaisa satiksmes kontroles torņa jumta var radīt apdraudējumu īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem;
- darba ņēmējiem, tostarp īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem, ir neierobežota piekļuve zonai ap NDR, kurā tika pārsniegts zemais RL, kas attiecas uz ietekmi uz maņu orgāniem, jo žogs ir uzstādīts pārāk tuvu raidītājam;
- ir maz ticams, ka AMI varētu radīt apdraudējumu darba ņēmējiem.

Izmantojot riska novērtējumu, lidostas operators sagatavoja rīcības plānu un šo procesu dokumentēja.

Radara, NDR un AMI EML specifiskā riska novērtējuma piemēri ir doti 12.5., 12.6. un 12.7. tabulā.

12.5. tabula. Lidostas novērošanas radara EML specifiskā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi
			Maznozīmīgs Nopietns Dzīvībai bīstams	Mazvarbūtīgs Iespējams Varbūtīgs			
Radiofrekvences tiešā ietekme	Fiziski ierobežojumi piekļuvei antenas tornim radara darbības laikā.	Inženieri;	✓		✓	Zems	Fizisks ierobežojums, kas nokļūt uz gaisa satiksmes kontroles torņa jumta ļauj tikai pilnvarotiem darba ņēmējiem.
	Bloķēšanas ierīces uz RF ģenerators skapja.	lidostas darbinieki;	✓		✓	Zems	Izvietot atbilstošu brīdinājumu par radiofrekvences radīto apdraudējumu uz gaisa satiksmes kontroles torņa jumta durvīm.
	Aizsardzības mehānisms, lai nodrošinātu, ka RF ģenerators izslēdzas, ja radars beidz rotēt.						
	Vienkārša procedūra, kas nodrošina, ka laikā, kad ir jāiekļūst antenas tornī, RF ģenerators ir izslēgts.	īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (tostarp darba ņēmējas grūtnieces)	✓		✓	Zems	Iekļaut uzņēmuma drošības informācijā īpašus brīdinājumus.
	Brīdinājumi par radiofrekvences radīto apdraudējumu ir izvietoti antenas un radara kompleksa vārtiem.						
	Darba ņēmēju apmācība.						
Radiofrekvences netiešā ietekme (medicīnisku implantu darbības traucējumi)	Radara kompleksa vārti ir aizslēgti, un iekļūt tajā drīkst tikai pilnvaroti darba ņēmēji.	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓		✓	Zems	Sk. iepriekš.
	Brīdinājumi ap radara kompleksu.						
	Visi darba ņēmēji ir instruēti informēt lidostas operatoru, ja viņu ķermenī ir medicīnisks implants.						

12.6. tabula. Nevērstas darbības radiobākas EML īpašā riska novērtējums

Apdraudējums	Veiktie preventīvie un piesardzības pasākumi	Riskam pakļautie cilvēki	Smaguma pakāpe			Riska novērtējums	Jauni preventīvi un piesardzības pasākumi	
			Maznozīmīgs	Nopietns	Dzīvībai bīstams			Mazvarbūtīgs
Radiofrekvences tiešā ietekme	Fizisks ierobežojums, kas iekļūt raidītāja kompleksā ļauj tikai pilnvarotām personām.	Inženieri;	✓			✓	Zems	Uzstādīt žogu ap visu zonu, kurā elektriskā lauka intensitāte pārsniedz zemo rīcības līmeni.
	Vienkārša procedūra, kas nodrošina, ka laikā, kad ir jāpiekļūst tuvu antenai, raidītājs ir izslēgts.	lidostas darbinieki;	✓			✓	Zems	Iekļaut uzņēmuma drošības informācijā īpašus brīdinājumus.
	Brīdinājumi vienīgi par elektrotrieciena risku.	īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji (tostarp darba ņēmējas grūtnieces)	✓			✓	Zems	Izvietot atbilstošus brīdinājumus par radiofrekvences radīto apdraudējumu NDR kompleksa piekļuves vietās. Izstrādāt NDR pieregulēšanas procedūru. Apmācīt inženierus, kas veic NDR signāla pieregulēšanu, par RF drošību.
Radiofrekvences netiešā ietekme (medicīnisku implantu darbības traucējumi)	Brīdinājumi vienīgi par elektrotrieciena risku. Visi darba ņēmēji ir instruēti informēt lidostas operatoru, ja viņu ķermenī ir medicīnisks implants.	Īpašam riskam pakļauti darba ņēmēji	✓			✓	Vidējs	Sk. iepriekš.

12.4. attēls. Brīdinājumi uz radara kompleksa vārtiem (pa kreisi) un antenas torņa vārtiem (pa labi)



12.8.2. Nevērstas darbības radiobāka

Pirms konsultants veica ekspozīcijas novērtējumu, bija veikts ļoti maz aizsardzības un preventīvu pasākumu. Tie bija tikai šādi:

- žogs ap raidītāju;
- izvietoti brīdinājumi par elektrotriecienu risku uz žoga ap NDR;
- vienkārša procedūra, kas nodrošina, ka laikā, kad ir jāiekļūst antenas tornī, RF ģenerators ir izslēgts;
- visi lidostas darbinieki bija instruēti informēt lidostas operatoru gadījumā, ja viņu ķermenī ir medicīniskais implants.

12.8.3. Attāluma mērīšanas iekārta

Pirms veica ekspozīcijas novērtējumu, bija ieviesta vienkārša procedūra, kas nodrošina, ka laikā, kad ir jāiekļūst tuvu antenai, RF ģenerators ir izslēgts.

12.9. Papildu piesardzības pasākumi pēc novērtējuma

12.9.1. Radars

Ar veiktajiem aizsardzības un preventīvajiem pasākumiem tika nodrošināts, ka zonās, kur tika veikti mērījumi, lidostas darbinieku eksponētība kopumā bija zemāka par attiecīgajiem RL un Padomes lēmumā 1999/519/EK noteiktajiem atsauces līmeņiem. Vienīgais izņēmums bija gaisa satiksmes kontroles torņa jumts, kur radara RF starojums varētu radīt apdraudējumu īpašam riskam pakļautiem darba ņēmējiem, kaut arī tika uzskatīts, ka ir maz ticams, ka šādiem darba ņēmējiem būtu vajadzība iekļūt šajā zonā.

Pēc ekspozīcijas novērtējuma lidostas operators pēc konsultanta ieteikuma īstenoja dažus nelielus piesardzības pasākumus:

- uz durvīm, pa kurām var piekļūt gaisa satiksmes kontroles torņa jumtam, izvietoja brīdinājumus ar raidošas antenas piktogrammu un vārdiem “Uzmanību! Nejonizējošs starojums”;

- lidostas darbiniekiem atgādināja, ka ir svarīgi informēt lidostas operatoru gadījumā, ja viņu ķermenī ir medicīnisks implants;
- uzņēmuma drošības informācijā iekļāva īpašus brīdinājumus par radara nejonizējošā starojuma radīto apdraudējumu.

Kaut arī šoreiz tas netika ieviests, ir vērts atzīmēt, ka gadījumā, ja ekspozīcijas novērtējumā tiek konstatēts būtisks radara radītas RF starojuma ekspozīcijas risks, varētu apsvērt iespēju veikt papildu piesardzības pasākumu, kas zināms kā "sektora dzēšana", kad iepriekš noteiktā rotācijas diapazonā radara starojuma jauda tiek samazināta. Tas ietvertu radara ieprogrammēšanu tā, lai samazinātu RF starojuma jaudu vai izslēgtu RF starojumu rotēšanas laikā, kad antena ir vērsta pret zonu, kas raisa bažas. Tomēr sektora dzēšanas iespēja ir jāapsver ļoti rūpīgi un tās priekšrocības ir jāizvērtē attiecībā pret jebkādiem riskiem, ko radītu nepietiekami uzraudzības dati no radara, kurš darbotos ar samazinātu jaudu.

12.9.2. Nevērstas darbības radiobāka

Tika konstatēts, ka veiktie aizsardzības un preventīvie pasākumi nav pietiekami, un tika veikti vairāki jauni pasākumi.

Pēc ekspozīcijas novērtējuma lidostas operators ieviesa dažus konsultanta ieteikumus:

- žogs ap NDR tika pavisam izņemts tālāk no raidītāja, lai tas aptvertu zonu, kurā elektriskā lauka intensitāte pārsniedz zemo RL. Tika atzīmēts, ka alternatīva žoga pārvietošanai būtu to darba ņēmēju apmācība, kuriem varētu būt nepieciešams iekļūt šajā zonā, taču žoga pārvietošana bija vienkāršāks un efektīvāks risinājums;
- uz NDR kompleksa vārtiem izvietoja brīdinājumus ar raidošas antenas piktogrammu un vārdiem "Uzmanību! Nejonizējošs starojums";
- izstrādāja NDR signāla pieregulēšanas procedūru;
- inženierus, kuriem varētu būt jāveic NDR pieregulēšana kompleksā, apmācīja par RF starojumu;
- lidostas darbiniekiem atgādināja, ka ir svarīgi informēt lidostas operatoru gadījumā, ja viņu ķermenī ir medicīnisks implants;
- uzņēmuma drošības informācijā iekļāva īpašus brīdinājumus par NDR nejonizējošā starojuma radīto apdraudējumu.

12.9.3. Attāluma mērīšanas iekārta

- Netika veikti nekādi papildu aizsardzības un preventīvie pasākumi, jo tika atzīts, ka iepriekš veiktie pasākumi ir pietiekami.

Direktīva 2013/35/ES nosaka drošības prasību minimumu attiecībā uz darba ņēmēju pakļaušanu riskam, ko rada elektromagnētiskie lauki (EML). Šī praktiskā rokasgrāmata ir sagatavota, lai darba devējiem, jo īpaši maziem un vidējiem uzņēmumiem, palīdzētu saprast, kā izpildīt šīs direktīvas prasības. Tomēr tā var noderēt arī darba ņēmējiem, darba ņēmēju pārstāvjiem un dalībvalstu regulatīvajām iestādēm. To veido divi sējumi un īpaša rokasgrāmata mazajiem un vidējiem uzņēmumiem.

Praktiskās rokasgrāmatas 1. sējumā ir sniegti norādījumi, kā veikt riska novērtējumu, un papildu informācija par iespējām, kas var būt pieejamas, ja darba devējam jāievieš papildu aizsardzības vai profilakses pasākumi.

2. sējumā ir sniegta divpadsmit gadījumu analīze, kas darba devējiem parāda, kā veicams novērtējums, un ilustrē dažus profilakses un aizsardzības pasākumus, ko var īstenot. Gadījumu analīzē ir modelētas tipiskas darba vietas, par pamatu ņemot reālas darba situācijas.

Rokasgrāmata mazajiem un vidējiem uzņēmumiem jums palīdzēs veikt darba vietā sastopamo EML risku sākotnējo novērtēšanu. Tā jums palīdzēs izlemt, vai, balstoties uz šā novērtējuma rezultātu, jums vēl kas jā dara EML direktīvas noteikumu izpildei.

Šī publikācija ir pieejama elektroniskā formātā visās ES oficiālajās valodās.

Jūs varat lejupielādēt publikāciju vai pierakstīties tās bezmaksas saņemšanai adresē <http://ec.europa.eu/social/publications>

Ja vēlaties saņemt regulārus jaunumus par Nodarbinātības, sociālo lietu un iekļautības ģenerāldirektorātu, pierakstīties bezmaksas *Sociālās Eiropas e-biļetena* saņemšanai adresē

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/socialeurope>



https://twitter.com/EU_Social

