



Comisia  
Europeană

Ghid facultativ  
de bune practici  
pentru punerea în aplicare  
a Directivei 2013/35/UE privind

# Câmpurile electromagnetice

Volumul II: Studii de caz

Prezenta publicație a primit sprijin financiar din partea Programului european pentru ocuparea forței de muncă și inovare socială (EaSI) 2014-2020.

Pentru informații suplimentare, vă rugăm să consultați <http://ec.europa.eu/social/easi>

Ghid facultativ  
de bune practici  
pentru punerea în aplicare  
a Directivei 2013/35/UE privind  
**câmpurile electromagnetice**

Volumul II  
Studii de caz

**Comisia Europeană**  
Direcția Generală  
Ocuparea Forței de Muncă, Afaceri Sociale și Incluziune  
Unitatea B3

Manuscris finalizat în noiembrie 2014

Comisia Europeană sau orice persoană care acționează în numele Comisiei nu este responsabilă pentru modul în care ar putea fi utilizate informațiile cuprinse în prezenta publicație.

Linkurile din prezenta publicație erau corecte la momentul finalizării manuscrisului.

Imagine copertă: © corbis

Pentru utilizarea sau reproducerea fotografiilor ale căror drepturi de autor nu sunt deținute de Uniunea Europeană, trebuie să se solicite în mod direct permisiunea deținătorului (deținătorilor) drepturilor de autor.

Europe Direct este un serviciu destinat să vă ajute să găsiți răspunsuri la întrebările pe care vi le puneți despre Uniunea Europeană.

Un număr unic gratuit (\*):  
00 800 6 7 8 9 10 11

(\*) Informațiile oprimate sunt gratuite, la fel ca și cea mai mare parte a apelurilor telefonice (unii operatori și unele cabine telefonice și hoteluri taxează totuși aceste apeluri).

Informații suplimentare despre Uniunea Europeană sunt disponibile pe internet (<http://europa.eu>).

Luxemburg: Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, 2015

ISBN 978-92-79-45934-4

doi:10.2767/2104

© Uniunea Europeană, 2015

Reproducerea este autorizată cu condiția menționării sursei.

# CUPRINS

Studii de caz .....	7
<b>1. BIROU .....</b>	<b>9</b>
1.1. Locul de muncă.....	9
1.2. Natura activității.....	9
1.3. Metoda evaluării.....	10
1.4. Rezultatele evaluării.....	10
1.5. Evaluarea riscurilor .....	10
1.6. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	11
1.7. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	11
<b>2. SPECTROMETRU DE REZONANȚĂ MAGNETICĂ NUCLEARĂ (RMN) .....</b>	<b>12</b>
2.1. Locul de muncă.....	12
2.2. Natura activității.....	12
2.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	13
2.4. Metoda evaluării expunerii.....	13
2.5. Rezultatele evaluării expunerii .....	15
2.6. Evaluarea riscurilor .....	15
2.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	15
2.8. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	17
<b>3. ELECTROLIZĂ .....</b>	<b>18</b>
3.1. Locul de muncă.....	18
3.2. Natura activității.....	18
3.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	18
3.3.1. Camera cu celule electrolizoare.....	18
3.3.2. Locașul cabinei redresorului .....	19
3.4. Modul de utilizare a aplicației.....	21
3.5. Metoda evaluării expunerii.....	21
3.5.1. Camera cu celule electrolizoare.....	22
3.5.2. Locașul cabinei redresorului .....	22
3.6. Rezultatele evaluării expunerii .....	23
3.6.1. Camera cu celule electrolizoare.....	24
3.6.2. Locașul redresorului .....	27
3.7. Evaluarea riscurilor .....	30
3.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	31
3.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	32
3.10. Surse de informații suplimentare .....	32
<b>4. MEDICAL.....</b>	<b>33</b>
4.1. Locul de muncă.....	33
4.2. Natura activității.....	33
4.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	33
4.3.1. Aparată de electrochirurgie.....	33
4.3.2. Stimularea magnetică transcraniană .....	34
4.3.3. Diatermie cu unde scurte.....	35
4.4. Modul de utilizare a aplicațiilor.....	35
4.4.1. Aparată de electrochirurgie.....	35
4.4.2. Stimularea magnetică transcraniană .....	35

4.4.3.	Diatermie cu unde scurte.....	36
4.5.	Metoda evaluării expunerii.....	36
4.6.	Rezultatele evaluării expunerii .....	37
4.6.1.	Aparatul de electrochirurgie.....	37
4.6.2.	Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană.....	40
4.6.3.	Diatermie cu unde scurte.....	44
4.7.	Evaluarea riscurilor .....	44
4.7.1.	Aparatul de electrochirurgie.....	44
4.7.2.	Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană.....	44
4.8.	Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	47
4.9.	Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	47
4.9.1.	Aparatul de electrochirurgie.....	47
4.9.2.	Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană.....	47
4.9.3.	Diatermie cu unde scurte.....	48
<b>5.</b>	<b>ATELIER DE INGINERIE.....</b>	<b>49</b>
5.1.	Locul de muncă.....	49
5.2.	Natura activității.....	49
5.3.	Modul de utilizare a aplicațiilor.....	49
5.3.1.	Examinare cu particule magnetice.....	49
5.3.2.	Demagnetizatorul.....	50
5.3.3.	Mașina de rectificat suprafețe.....	51
5.3.4.	Alte unelte utilizate în cadrul atelierului.....	51
5.4.	Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	52
5.5.	Metoda evaluării expunerii.....	52
5.6.	Rezultatele evaluării expunerii .....	52
5.6.1.	Examinare cu particule magnetice.....	52
5.6.2.	Demagnetizatorul.....	53
5.6.3.	Mașina de rectificat suprafețe.....	55
5.6.4.	Alte unelte utilizate în cadrul atelierului.....	55
5.7.	Evaluarea riscurilor .....	56
5.8.	Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	60
5.9.	Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	60
5.10.	Trimitere la surse de informații suplimentare.....	62
<b>6.</b>	<b>AUTOVEHICULE.....</b>	<b>64</b>
6.1.	Locul de muncă.....	64
6.2.	Natura activității.....	64
6.3.	Modul de utilizare a aplicațiilor.....	64
6.4.	Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	66
6.5.	Metoda evaluării expunerii.....	68
6.6.	Rezultatele evaluării expunerii .....	69
6.6.1.	Rezultatele evaluării expunerii pentru aparatele de sudură în puncte utilizate în cadrul atelierului de reparații.....	70
6.6.2.	Rezultatele evaluării expunerii la încălzitoarele cu inducție utilizate în cadrul atelierului de reparații pentru caroserii auto.....	73
6.7.	Concluziile evaluărilor expunerii .....	73
6.8.	Evaluarea riscurilor .....	75
6.9.	Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	76
6.10.	Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării .....	76
6.11.	Aparatele de sudură în fabricarea vehiculelor.....	78
6.11.1.	Evaluarea aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică.....	78
6.11.2.	Rezultatele măsurătorilor pentru aparatele de sudură în puncte utilizate în fabrică.....	79
6.11.3.	Rezultatele măsurătorilor aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică prin raportare la AL.....	81
6.11.4.	Rezultatele măsurătorilor aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică prin raportare la ELV.....	81

<b>7. SUDURĂ</b> .....	<b>84</b>
7.1. Locul de muncă.....	84
7.2. Natura activității.....	84
7.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	84
7.3.1. Aparate de sudură în puncte.....	85
7.3.2. Aparatul de sudură în linie.....	86
7.4. Modul de utilizare a aplicațiilor.....	86
7.5. Metoda evaluării expunerii.....	86
7.6. Rezultatele evaluării expunerii.....	87
7.6.1. Aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru.....	87
7.6.2. Aparatul suspendat portabil de sudură în puncte.....	88
7.6.3. Aparatul de sudură în linie.....	90
7.7. Evaluarea riscurilor.....	91
7.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	95
7.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	95
7.10. Trimitere la surse de informații suplimentare.....	96
7.10.1. Aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru.....	96
7.10.2. Aparatul suspendat portabil de sudură în puncte.....	97
7.10.3. Aparatul de sudură în linie.....	97
<b>8. PRODUCȚIA METALURGICĂ</b> .....	<b>99</b>
8.1. Locul de muncă.....	99
8.2. Natura activității.....	99
8.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM și modul de utilizare a acestora.....	99
8.3.1. Unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje.....	99
8.3.2. Instalația de producere a ferotitanului.....	100
8.3.3. Unitate electrică de topire de mari dimensiuni.....	100
8.3.4. Cuptorul cu arc electric.....	101
8.3.5. Laboratorul de servicii analitice.....	101
8.4. Rezultatele evaluării expunerii.....	102
8.4.1. Unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje.....	102
8.4.2. Instalația de producere a ferotitanului.....	103
8.4.3. Unitate electrică de topire de mari dimensiuni.....	103
8.4.4. Cuptorul cu arc electric.....	103
8.4.5. Laboratorul de servicii analitice.....	103
8.5. Rezultatele evaluării expunerii.....	104
8.5.1. Evaluarea inițială a expunerii.....	104
8.5.2. Evaluarea detaliată a expunerii pentru cuptorul cu inducție din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje.....	105
8.6. Evaluarea riscurilor.....	107
8.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	109
8.8. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	109
8.9. Trimitere la surse de informații suplimentare.....	110
<b>9. DISPOZITIVE CU PLASMĂ DE RADIOFRECVENȚĂ (RF)</b> .....	<b>113</b>
9.1. Natura activității.....	113
9.2. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	113
9.3. Modul de utilizare a aplicației.....	114
9.4. Metoda evaluării expunerii.....	114
9.5. Rezultatele evaluării expunerii.....	116
9.6. Evaluarea riscurilor.....	117
9.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	118
9.8. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	119
9.9. Informații suplimentare.....	120

<b>10. ANTENE MONTATE PE ACOPERIȘ</b> .....	<b>121</b>
10.1. Locul de muncă.....	121
10.2. Natura activității.....	122
10.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	122
10.4. Modul de utilizare a aplicației.....	124
10.5. Metoda evaluării expunerii.....	124
10.6. Rezultatele evaluării expunerii.....	125
10.7. Evaluarea riscurilor.....	126
10.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	128
10.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	128
<b>11. APARATE PORTABILE DE EMISIE-RECEPȚIE</b> .....	<b>130</b>
11.1. Locul de muncă.....	130
11.2. Natura activității.....	130
11.3. Modul de utilizare a aplicației.....	132
11.4. Metoda evaluării expunerii.....	132
11.5. Rezultatele evaluării expunerii.....	132
11.6. Evaluarea riscurilor.....	132
11.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	133
11.8. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	133
<b>12. AEROPORTURI</b> .....	<b>134</b>
12.1. Locul de muncă.....	134
12.2. Natura activității.....	134
12.2.1. Radar.....	134
12.2.2. Baliza nedirecțională.....	134
12.2.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	135
12.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM.....	135
12.3.1. Radar.....	135
12.3.2. Baliza nedirecțională.....	136
12.3.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	136
12.4. Modul de utilizare a aplicațiilor.....	136
12.5. Metoda evaluării expunerii.....	137
12.5.1. Radar.....	137
12.5.2. Baliza nedirecțională.....	139
12.5.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	139
12.6. Rezultatele evaluării expunerii.....	139
12.6.1. Radar.....	140
12.6.2. Baliza nedirecțională.....	141
12.6.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	141
12.7. Evaluarea riscurilor.....	141
12.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare.....	144
12.8.1. Radar.....	144
12.8.2. Baliza nedirecțională.....	145
12.8.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	145
12.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării.....	145
12.9.1. Radar.....	145
12.9.2. Baliza nedirecțională.....	146
12.9.3. Echipamentul de măsurare a distanței.....	146



## STUDII DE CAZ

Prezentul ansamblu de studii de caz constituie volumul II al ghidului facultativ de bune practici pentru punerea în aplicare a Directivei privind CEM (2013/35/UE). El trebuie să fie citit alături de corpul principal al ghidului, care se regăsește în volumul I.

Următoarele studii de caz au fost elaborate pentru o serie de sectoare profesionale diferite care implică, în principal, lucrători din întreprinderile mici și mijlocii. Ele se bazează pe evaluări reale în situații reale. Cu toate acestea, din cauza complexității unora dintre aceste evaluări, studiile au fost simplificate sau sintetizate pentru a le face mai utile pentru cititor și pentru a limita lungimea totală a prezentului volum. Ele își propun să ilustreze o varietate de abordări practice care pot fi adoptate de către angajatori pentru a gestiona riscurile asociate expunerii la câmpuri electromagnetice. Studiile includ exemple de bune practici.

Unele dintre studiile de caz conțin diagrame-contur care sunt destinate să ofere o ilustrare schematică (în plan) a nivelurilor de expunere măsurate (sau calculate) în jurul echipamentelor prezentate.

Unele dintre studiile de caz includ rezultatele modelării computerizate, reprezentate de diagrame de distribuție color ale câmpului electric maxim indus sau ale ratei specifice de absorbție a energiei în voxelii de 2 mm<sup>3</sup> care alcătuiesc modelul uman. Scopul acestor diagrame este de a oferi o ilustrare schematică a locului în care câmpul este absorbit în corpul uman, mai degrabă decât informații precise despre magnitudinea câmpurilor respective. În diagramele pentru frecvențe joase sunt afișate câmpurile electrice induse maxime, iar nu câmpurile electrice induse pentru percentila 99 (utilizată pentru compararea cu valorile-limită de expunere).

Studiile de caz incluse în prezentul volum sunt următoarele:

1. **Birou**
2. **Spectrometru de rezonanță magnetică nucleară (RMN)**
3. **Electroliză**
4. **Medical**
5. **Atelier de inginerie**
6. **Autovehicule**
7. **Sudură**
8. **Producția metalurgică**
9. **Dispozitive cu plasmă de radiofrecvență (RF)**
10. **Antene montate pe acoperiș**
11. **Aparate portabile de emisie-recepție**
12. **Aeroporturi**



# 1. BIROU

## 1.1. Locul de muncă

Prezentul studiu de caz se referă la un grup de birouri în cadrul unei întreprinderi de inginerie de dimensiuni medii. Birourile conțin echipamente de birou obișnuite alimentate de la rețea. Computerele sunt o combinație de: computere de birou, conectate la o rețea locală (LAN); computere portabile care utilizează un sistem Wi-Fi și un server de rețea. Există, de asemenea, o mică bucătărie utilizată de lucrători. Echipamentele electrice din bucătărie includ un ceainic, un frigider și un cuptor cu microunde. De asemenea, există un server de rețea central mai mare, care se găsește într-o cameră separată. Protecția zonei de birouri este asigurată de un sistem de control al accesului cu identificare prin radiofrecvență (RFID), fiecare lucrător din birou având un token de acces. Administratorul biroului a decis să revizuiască evaluarea riscurilor în cadrul biroului după ce a aflat de la colegi despre noua legislație de punere în aplicare a Directivei privind CEM.

## 1.2. Natura activității

Lucrătorii din birou petrec mult din timpul lor de lucru la computer și telefonează utilizând telefoane fără fir (DECT) și mobile. Tokenurile de acces de pe brelocuri permit accesul în birouri atunci când sunt apropiate de încuietorile ușilor cu identificare prin radiofrecvență (RFID). Unele dintre aceste surse de câmpuri electromagnetice sunt prezentate în figura 1.1. Toți lucrătorii ar putea utiliza bucătăria pentru a prepara băuturi calde și a reîncălzi mâncarea la cuptorul cu microunde.

**Figura 1.1. – Surse de câmpuri electromagnetice la birou**



### 1.3. Metoda evaluării

Administratorul biroului a vizitat zona birourilor, notând echipamentele care utilizează energie electrică, inclusiv cele care generează câmpuri electromagnetice, și a discutat cu lucrătorii pentru a se asigura că nu a fost omis niciun element. După ce a citit prima secțiune a ghidului facultativ de bune practici pentru punerea în aplicare a Directivei 2013/35/UE privind câmpurile electromagnetice, administratorul și-a dat seama că cea mai bună metodă de evaluare a riscului este de a verifica dacă elementele identificate se regăsesc în tabelul 3.2 din capitolul 3, volumul I al ghidului. În cazul în care niciun produs nu este inclus în tabel, ar putea fi necesară o evaluare suplimentară.

### 1.4. Rezultatele evaluării

Administratorul biroului a alcătuit o listă cu toate echipamentele electrice (tabelul 1.1) și a notat dacă acestea se regăsesc în tabelul 3.2 din capitolul 3, volumul I al ghidului.

**Tabelul 1.1. – Lista echipamentelor electrice din zona de birouri**

Element	Risc mic pentru orice lucrător (tabelul 3.2, capitolul 3)	Evaluare necesară pentru lucrătorii care poartă dispozitive medicale active implantate sau dispozitive medicale purtate pe corp (tabelul 3.2, capitolul 3)	Observații
Computere	✓		
Server de rețea cu UPS asociat și cabluri de rețea	✓		Puterea UPS va fi similară cu cea de alimentare cu energie electrică normală
Laptopuri (Wi-Fi activat)		✓	
Telefoane fără fir (DECT)		✓	
Cabluri de alimentare de la rețea	✓		
Telefoane mobile		✓	
Copiator	✓		
Platforme de acces Wi-Fi		✓	
Ceainic	✓		
Frigider	✓		
Cuptor cu microunde	✓		Cuptorul trebuie să fie bine întreținut
Acces securizat RFID		✓	

### 1.5. Evaluarea riscurilor

Rezultatele evaluării indică faptul că utilizarea echipamentelor de birou descrise în tabelul 3.2 din capitolul 3, volumul I al ghidului nu va depăși valorile-limită de expunere pentru efecte asupra sănătății, astfel cum sunt prevăzute în Directiva privind CEM. Cu toate acestea, există posibilitatea ca alte echipamente din tabelul 3.2 să cauzeze

interferențe cu dispozitivele medicale active implantate (*active implanted medical devices* – AIMD) sau cu dispozitivele medicale purtate pe corp de către lucrători. Evaluarea riscului specific expunerii la CEM prezentată în tabelul 1.2 a fost adăugată la evaluarea generală a riscului în cadrul biroului.

## 1.6. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Controalele periodice ale stării generale a cuptorului cu microunde sunt efectuate în timpul controalelor de rutină privind securitatea la birou.

## 1.7. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Administratorul biroului pune în aplicare o serie de măsuri simple:

- orice echipament nou de un alt tip trebuie să fie revizuit prin raportare la dispozițiile Directivei privind CEM pentru a verifica dacă se modifică rezultatul evaluării riscurilor;
- atunci când orice lucrător din cadrul biroului raportează că prezintă riscuri deosebite datorită unui dispozitiv medical activ implantat, administratorul biroului va revizui împreună cu acesta informațiile care i-au fost furnizate de către specialistul în domeniul medical responsabil pentru îngrijirea sa.

**Tabelul 1.2. – Completări specifice CEM la evaluarea generală a riscurilor pentru birou**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Radiații CEM generate de un cuptor cu microunde	Controale periodice privind starea generală a cuptorului, inclusiv deteriorarea etanșezărilor ușii, a grilei ferestrei și funcționarea mecanismelor de blocare	Toți lucrătorii	✓			✓			Mic	Nu este necesar.
Interferența cu dispozitivele medicale active implantabile (AIMD) sau cu dispozitivele medicale purtate pe corp datorită radiațiilor CEM	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓		✓			Mic	Asigurați-vă că lucrătorii care poartă echipamente sau dispozitive medicale electrice sunt supuși unei evaluări individuale a riscurilor la revenirea la locul de muncă în cazul în care pot fi identificate și puse în aplicare orice măsuri de precauție recomandate de medic.  Orice echipament nou trebuie să facă obiectul unei evaluări.

## 2. SPECTROMETRU DE REZONANȚĂ MAGNETICĂ NUCLEARĂ (RMN)

### 2.1. Locul de muncă

Spectrometrele de rezonanță magnetică nucleară (RMN) pot prezenta un pericol din cauza câmpurilor magnetice statice puternice. Ele sunt utilizate pentru a analiza proprietățile materialelor, de exemplu în industriile prelucrătoare, pentru analiza compușilor chimici. Acest studiu de caz se referă la o companie farmaceutică în care unitățile RMN sunt situate într-un laborator de spectroscopie dedicat. Întrucât existau planuri pentru achiziționarea unui aparat nou, responsabilul cu securitatea la locul de muncă a dorit să revizuiască evaluarea riscului înainte de elaborarea unui plan de acțiune.

### 2.2. Natura activității

Probe mici din materialul de analizat sunt încărcate individual în mod manual sau în loturi, în mod automat, prin intermediul unui carusel, în canalul vertical al aparatului RMN (figura 2.1).

**Figura 2.1.** – Aparat RMN, echipat cu carusel pentru probe și platformă de încărcare

Carusel pentru probe

Criostat

Platformă de încărcare



### 2.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

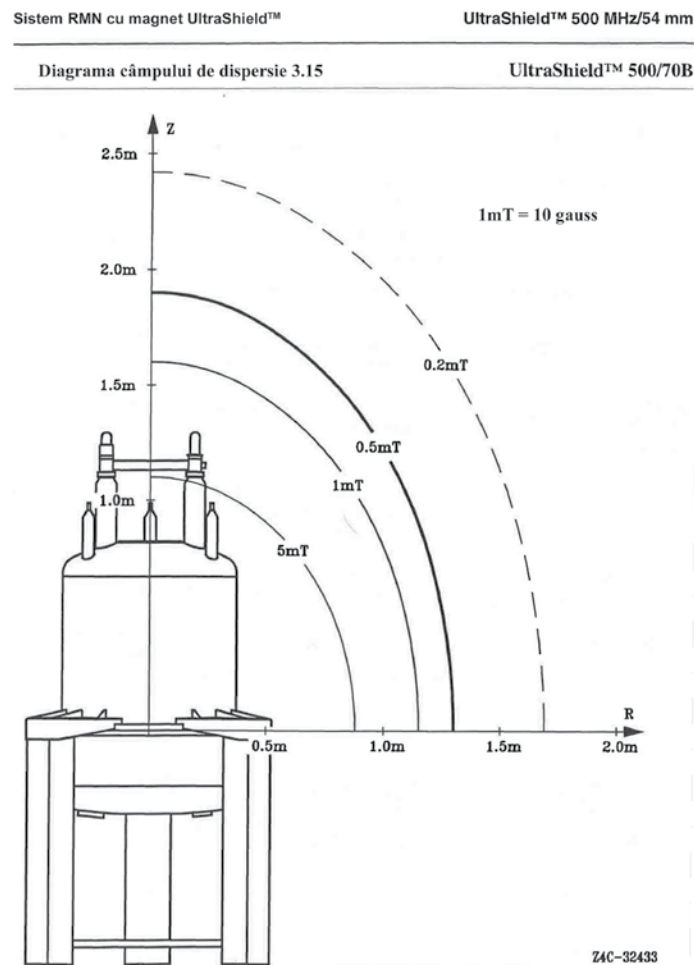
Pentru pregătirea revizuirii, responsabilul cu securitatea a colectat informații generale cu privire la aparatele RMN și a constatat următoarele aspecte:

- Electromagnetul generează un câmp magnetic static puternic (0 Hz); inducția magnetică variază de la aproximativ 0,5 la 20 T, în funcție de aparat. Aparatele de mici dimensiuni, cu montare pe bancul de lucru, tind să utilizeze magneți permanenți de pământuri rare, în timp ce aparatele de sine stătătoare de dimensiuni mai mari utilizează magneți supraconductori. Magnetul rămâne energizat pe deplin pentru perioade lungi de timp pentru a îmbunătăți stabilitatea câmpului și nu este practic să se reducă intensitatea câmpului la apropierea lucrătorilor.
- Producătorii au îmbunătățit treptat concepția aparatelor pentru a încorpora ecranarea pasivă și activă în vederea reducerii intensității câmpului magnetic static accesibil lucrătorului. Astfel, este posibil să se limiteze câmpul magnetic periculos aproape în întregime în limitele criostatului. La aparatele mai vechi sau mai puțin bine ecranate, câmpul magnetic periculos se poate extinde până la câțiva metri în zona de lucru.
- Câmpurile magnetice externe tind să fie distorsionate și transmise prin structuri metalice (de exemplu, grinzi) în cadrul clădirii.

### 2.4. Metoda evaluării expunerii

Responsabilul cu securitatea știa că producătorul noului aparat era în măsură să furnizeze informații cu privire la intensitatea câmpului magnetic static accesibil lucrătorilor. Mai important, producătorul a fost în măsură să descrie gradul de risc asociat efectelor indirecte, cum ar fi riscul de proiectare de obiecte feromagnetice sau interferența cu echipamente și dispozitive electronice medicale. În conformitate cu bunele practici, producătorul a fost în măsură să ofere o curbă a câmpului magnetic static dispersat în jurul aparatului (figura 2.2).

Figura 2.2. – Curba câmpului magnetic static dispersat în jurul aparatului RMN



Responsabilul cu securitatea știa că ar fi posibil, de asemenea, să se evalueze intensitatea câmpului magnetic static din jurul aparatului cu un magnetometru adecvat și că ar fi mult mai ușor să se obțină un rezultat fiabil cu o sondă izotropică (cu trei axe) decât cu o sondă cu o singură axă. Cu toate acestea, această abordare ar necesita o investiție de timp și de bani și, de asemenea, luarea în considerare a riscurilor asociate efectuării măsurărilor, mai ales în cazul în care instrumentul a fost placat cu metal. În cadrul evaluării, responsabilul cu securitatea a exclus efectuarea măsurărilor, bazându-se pe faptul că producătorul va furniza informații adecvate.

De asemenea, responsabilul cu securitatea a luat în considerare grupurile de lucrători care ar avea acces în laboratorul RMN și sarcinile pe care le-ar putea îndeplini. El a constatat că inginerilor de service de la producătorii aparatelor RMN le-ar fi permis accesul ocazional, aceștia având acces la zonele cu intensitate mare a câmpului, de exemplu la baza criostatului, pentru operațiunile de reglaj al spectrometrului. Cu toate acestea, el a constatat că întreprinderea sa impune inginerilor respectivi să furnizeze în scris o evaluare a riscului și proceduri de securitate pentru activitatea desfășurată și că aceștia trebuie să își demonstreze competența (de exemplu, prin dovezi privind formarea adecvată și experiența practică) înainte de vizită. Pe această bază, el a evaluat riscurile asociate cu munca lor ca fiind mici. De asemenea, el a constatat că furnizorii de servicii de curățenie nu le este permis accesul în laborator.

## 2.5. Rezultatele evaluării expunerii

Pe baza revizuirii aparatelor existente în laboratorul RMN, responsabilul cu securitatea a constatat că pot exista variații considerabile în ceea ce privește distanța de risc, în



funcție de concepție și, în special, de ecranare: pentru aparatele neecranate mai vechi, cu intensități ale câmpului mari, distanța poate fi de câțiva metri, în timp ce pentru aparatele moderne, bine ecranate, aceasta ar putea fi practic zero. Cu toate acestea, s-a estimat că intensitatea câmpului nu va depăși valorile-limită de expunere (*exposure limit values* – ELV) pentru efecte directe în locuri accesibile lucrătorilor întreprinderii. Deși există o putere de ieșire semnificativă de la amplificatorul de radiofrecvență, conform estimărilor, câmpul de radiofrecvență va fi limitat în totalitate în cadrul aparatului și nu va fi accesibil lucrătorilor.

Pe baza informațiilor furnizate de producător (figura 2.2), responsabilul cu securitatea a constatat că nivelurile de acțiune (*action levels* – AL) pentru efecte indirecte ar fi putut fi depășite pe o distanță de până la 1,3 m de la suprafața exterioară a criostatului.

## 2.6. Evaluarea riscurilor

Responsabilul cu securitatea cunoștea faptul că exista deja la dosar o evaluare a riscului pentru laboratorul RMN și a constatat că aceasta respecta metodologia sugerată de platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA (OiRA). Metoda evaluează toate riscurile pentru lucrătorii din laborator, inclusiv cele asociate cu:

- lucrul la înălțime la încărcarea probelor;
- lichidele criogenice și „oprirea” magneților supraconductori;
- atmosfera sufocantă de azot din spațiile închise de sub criostat, cum ar fi puțurile de schimbare a probelor;
- proiectarea de obiecte feromagnetice (de exemplu, unelte și instrumente);
- interferența cu echipamentele și dispozitivele electronice medicale.

În consecință, ar fi simplu să se includă noul plan de acțiune din revizuirea curentă în cadrul evaluării existente a riscurilor. Un exemplu de evaluare a riscului specific expunerii la CEM pentru laboratorul RMN este prezentat în tabelul 2.1.

## 2.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Responsabilul cu securitatea a constatat că în cadrul laboratorului RMN au fost adoptate o serie de măsuri organizatorice pentru a preveni sau a reduce expunerea. Prima dintre acestea a fost de a alege aparatele RMN cu cea mai modernă ecranare pasivă sau activă. Alte măsuri de bună practică includ:

- amplasarea aparatelor RMN într-un laborator dedicat cu control al accesului fizic, sub forma accesului pe bază de cod;
- afișarea de semne de avertizare și de interdicție în conformitate cu Directiva 92/58/CEE pe ușa de intrare în laborator (figura 2.3). Acestea includ un avertisment pentru persoanele care poartă echipamente electronice medicale;
- prevenirea accesului instrumentelor feromagnetice și al altor obiecte în laborator;
- separarea aparatelor RMN de alte echipamente și stații de lucru de laborator;
- amplasarea unei bariere cu lanț și marcarea pardoselii în zona conturului de 0,5 mT pentru a controla accesul (figura 2.4);
- furnizarea de informații, instrucțiuni și formare pentru cei care lucrează în laborator și asigurarea unei supravegheri adecvate;
- impunerea, pentru inginerii de service, a obligației de a prezenta documentația scrisă referitoare la securitate și de a-și demonstra competența înaintea vizitei.

**Figura 2.3. – Semne de avertizare și de interdicție pe ușa de intrare în laboratorul RMN**



**Figura 2.4. – Delimitarea zonei restricționate printr-o barieră cu lanț și marcarea pardoselii**



**Tabelul 2.1. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru laboratorul RMN**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale câmpului magnetic static	Laborator dedicat cu control al accesului fizic	Lucrători din cadrul laboratorului	✓			✓			Mic	
	Semne de avertizare și de interdicție									
	Informare, instruire și formare									Cursuri de perfecționare Includerea articolului în buletinul de securitate
	Solicitarea documentației scrise referitoare la securitate și demonstrarea competenței	Ingineri de service	✓			✓			Mic	
	Interzicerea accesului pentru persoanele responsabile de curățenie	Persoane responsabile de curățenie	✓			✓			Mic	Asigurarea informării persoanelor responsabile de curățenie
Efecte indirecte ale câmpului magnetic static (interferența cu implanturi medicale, risc de proiectare)	Prevenirea pătrunderii obiectelor feromagnetice	Toate cele de mai sus		✓			✓		Mic	Asigurarea informării lucrătorilor responsabili de întreținere
	A se vedea mai sus	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mic	A se vedea mai sus
Câmpuri de radiofrecvență	Limitat în totalitate în interiorul aparatului și inaccesibil	Toate cele de mai sus	✓				✓		Mic	Nu există

## 2.8. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Responsabilul cu securitatea a fost satisfăcut în general de revizuirea evaluării riscurilor și de evaluarea riscurilor aparatului nou. Măsurile organizatorice au fost considerate a fi suficiente, deși trecuse o perioadă de cinci ani de când lucrătorii au beneficiat ultima dată de formare în ceea ce privește pericolele și măsurile de precauție asociate cu laboratorul RMN. În consecință, responsabilul cu securitatea a elaborat un plan de acțiune constând în următoarele elemente:

- perfecționarea formării lucrătorilor în laborator printr-o serie de sesiuni de informare de scurtă durată, acordându-se prioritate persoanelor nou recrutate;
- asigurarea informării lucrătorilor responsabili de întreținere cu privire la pericole, în special cele asociate „instrumentelor feromagnetice mobilizabile”;
- confirmarea faptului că furnizorii de servicii de curățenie sunt conștienți de faptul că le este interzis accesul în laborator;
- includerea unui articol privind pericolele asociate laboratorului în următorul buletin de securitate al întreprinderii.

## 3. ELECTROLIZĂ

În acest studiu de caz, sursele de CEM sunt următoarele:

- electrolizoare;
- redresoare cu tiristoare;
- bare colectoare;
- transformatoare.

### 3.1. Locul de muncă

Echipamentul a fost instalat într-o instalație de producere a clorului de mari dimensiuni. Locurile de muncă de interes au fost următoarele:

- camera cu celule electrolizoare;
- locașurile cabinei redresorului.

### 3.2. Natura activității

Majoritatea activităților legate de echipament au fost efectuate de către ingineri calificați și cu experiență, care ar putea fi nevoiți să lucreze cu orice echipament din cadrul instalației de producție a clorului. Acest lucru ar putea implica dezizolarea și întreținerea periodică a electrolizorului în timp ce electrolizoarele adiacente sunt active.

Instalația era relativ nouă și, în faza de proiectare, a fost luată în considerare securitatea din punctul de vedere al CEM. Prin urmare, acest studiu de caz este un exemplu de bună practică și subliniază importanța luării în considerare a expunerii la CEM în etapele de planificare a unui proiect major.

### 3.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

#### 3.3.1. Camera cu celule electrolizoare

Camera cu celule electrolizoare conține 20 de electrolizoare care produc clor prin aplicarea unui curent electric asupra unei soluții saline prin metoda electrolizei prin membrană celulară. La fiecare electrolizor s-a aplicat un curent continuu de 450 V, 16,5 kA. Au fost instalate dispozitive de protecție Perspex în jurul electrolizoarelor pentru a preveni accesul la conductorii electrici neizolați.

Incluzând dispozitivul de protecție, fiecare electrolizor are o lungime de 17,2 m și o lățime de 4,4 m și este alcătuit din 138 de celule împărțite în două „pachete” de 69 de celule fiecare, conectate în serie. Electrolizoarele sunt separate de o distanță de aproximativ 1,1 m. Dispunerea electrolizoarelor este prezentată în figura 3.1.

În etapa de proiectare a fost efectuată o evaluare prin modelare teoretică pe baza calculelor câmpurilor magnetice din jurul părților conductoare de curent ale instalației, pentru a oferi asigurări că expunerile la CEM vor fi reduse la minimum.

**Figura 3.1. – Electrolizoarele din camera cu celule**



**Un singur electrolizor,  
văzut longitudinal**



**Mai multe  
electrolizoare**

### 3.3.2. Locașul cabinei redresorului

Fiecare locaș al cabinei redresorului (figura 3.2) conține un redresor cu tiristoare, care reprezintă o sursă de curent continuu pentru două electrolizoare. Barele colectoare care alimentează electrolizoarele sunt suspendate la o înălțime de aproximativ 4,2 m deasupra nivelului solului. Locașurile au fost delimitate pentru a preveni accesul din afara clădirii și ușa fiecărui locaș a fost blocată, existând un semn de avertizare afișat alături (figura 3.3). Accesul la locașuri nu este permis în mod normal atunci când electrolizoarele sunt în funcțiune.

Transformatoarele care alimentează camera cu celule erau amplasate în afara locașurilor cabinei redresorului, de cealaltă parte a peretelui față de redresoare. Locașul transformatoarelor a fost împrejmuit pentru a preveni accesul (figura 3.4).



Figura 3.2. – Locașul cabinei redresorului

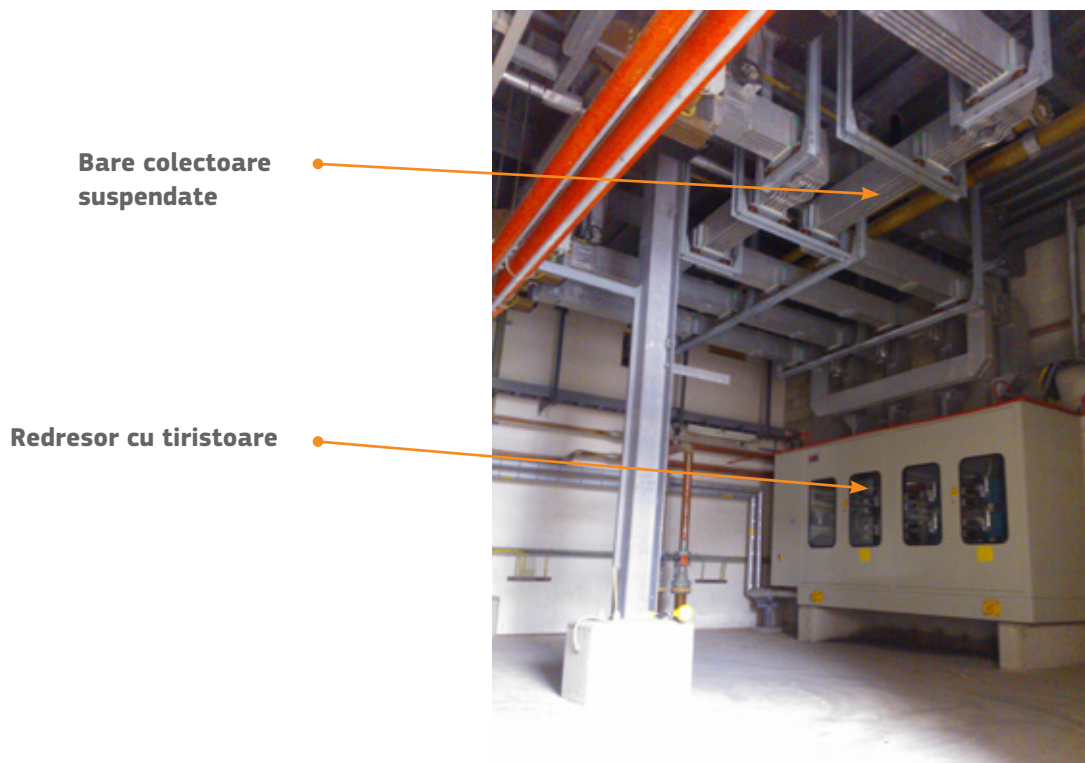


Figura 3.3. – Restricționarea accesului în locașul cabinei redresorului



**Figura 3.4. – Locașurile transformatoarelor**



### 3.4. Modul de utilizare a aplicației

Procesul de producție a clorului este automatizat și gestionat de la distanță dintr-o cameră de control situată într-o clădire din apropiere.

### 3.5. Metoda evaluării expunerii

Măsurătorile expunerii au fost realizate de un consultant expert, folosind instrumente specializate. Întrucât instalația a fost proiectată luând în considerare securitatea în materie de CEM, iar proiectarea a inclus o evaluare prin modelare teoretică bazată pe calculul câmpurilor magnetice în jurul pieselor conductoare de curent ale instalației, scopul măsurătorilor a fost de a confirma faptul că măsurile de protecție și prevenire puse deja în aplicare au fost eficiente în limitarea expunerii la CEM.

Măsurătorile au fost efectuate atât asupra inducției magnetice statice, datorită curentului continuu furnizat către electrolizoare, cât și asupra inducției magnetice variabile în timp, întrucât curentul continuu a fost produs prin rectificarea unei surse de curent alternativ și, astfel, s-au estimat unele ondulații ale curentului continuu furnizat electrolizoarelor. Frecvența ondulațiilor a fost confirmată, de asemenea, în timpul evaluării expunerii.

Consultantul a realizat un studiu „de timp și de mișcare” înainte de a efectua măsurătorile pentru a se asigura că acestea au fost efectuate în locuri reprezentative pentru pozițiile normale de lucru. Măsurătorile au fost efectuate în timp ce electrolizoarele funcționau la sarcină constantă.

Rezultatele măsurătorilor au fost comparate cu valorile-limită de expunere (ELV) corespunzătoare și cu nivelurile de acțiune (AL) pentru efecte directe, precum și cu AL pentru efecte indirecte aplicabile câmpurilor magnetice statice (interferența cu dispozitivele medicale active implantate și riscul de atracție și de proiectare în câmpul magnetic marginal al surselor de câmp de înaltă intensitate).

La evaluarea expunerii lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite, comparația s-a făcut cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

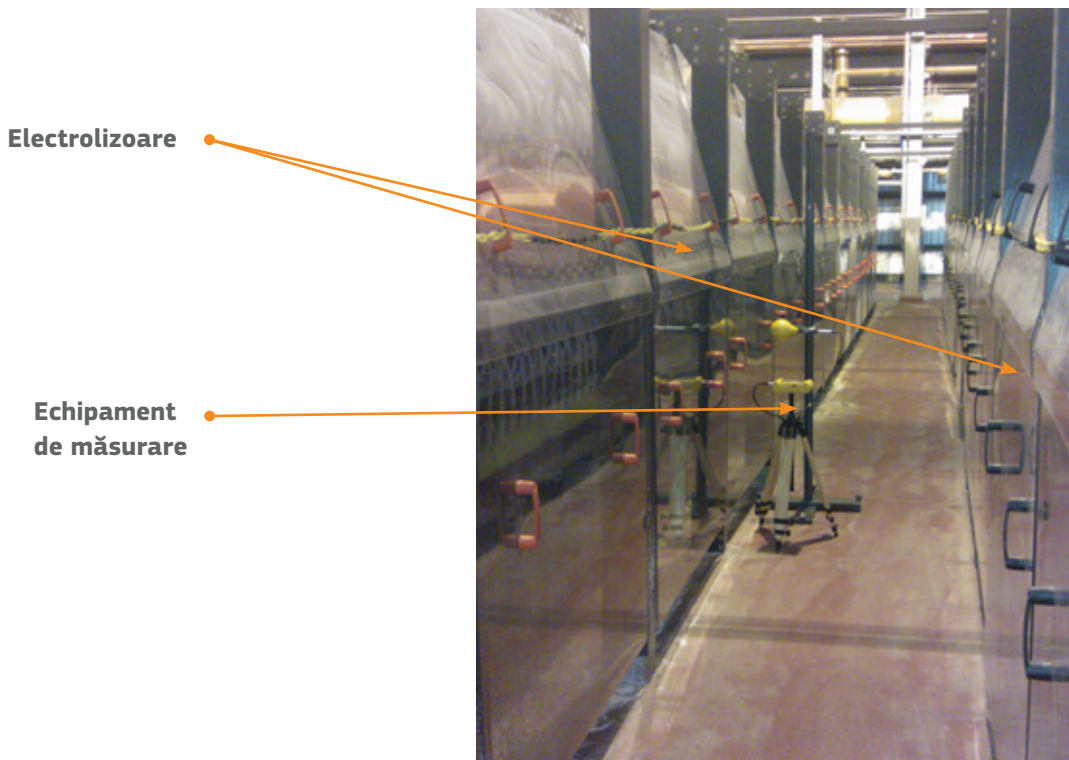
### 3.5.1. Camera cu celule electrolizoare

Au fost efectuate măsurători ale inducției magnetice variabile în timp și ale inducției magnetice statice între două electrolizoare (figura 3.5). S-au efectuat trei seturi de măsurători:

- la intervale de distanță pentru spațiul dintre cele două electrolizoare;
- la intervale de distanță de-a lungul întregii lungimi a centrului spațiului de la un capăt al electrolizoarelor la celălalt;
- în plan vertical de-a lungul unuia dintre electrolizoare.

Măsurătorile au oferit o reprezentare a expunerii unui lucrător care se deplasează între electrolizoare în camera cu celule, situație considerată a reprezenta scenariul de expunere cel mai nefavorabil.

**Figura 3.5. – Măsurătorile efectuate între două electrolizoare**

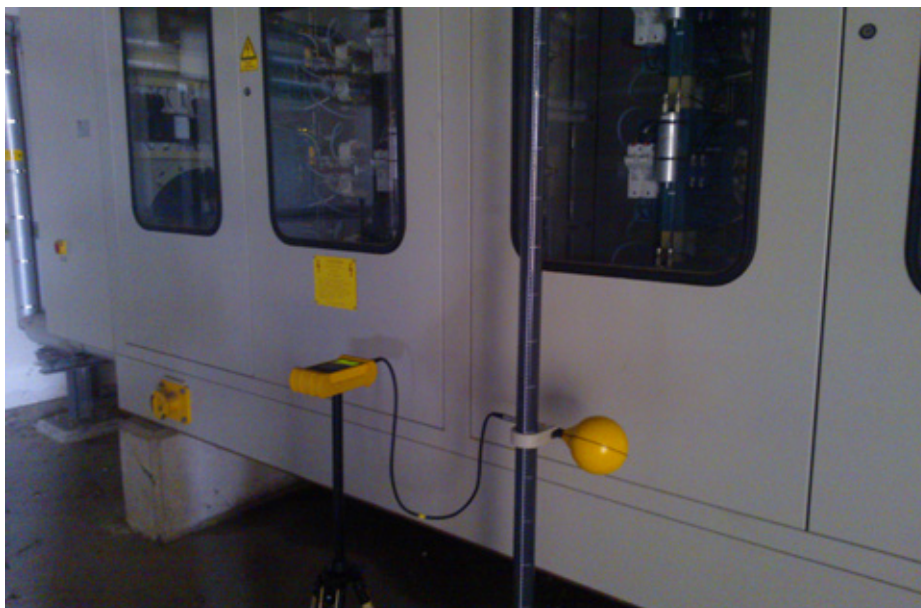


### 3.5.2. Locașul cabinei redresorului

Măsurătorile inducției magnetice variabile în timp și ale inducției magnetice statice au fost efectuate în jurul unui redresor cu tiristoare (figura 3.6), sub barele colectoare și aproape de peretele dintre redresor și transformator.



**Figura 3.6. – Măsurătorile efectuate în apropierea unui redresor cu tiristoare**



### 3.6. Rezultatele evaluării expunerii

Rezultatele măsurătorilor expunerii au fost comparate cu ELV și AL corespunzătoare. În cazul electrolizei, valorile importante cu care trebuie comparate rezultatele măsurătorilor sunt:

- pentru câmpurile magnetice statice:
  - ELV pentru inducția magnetică a câmpurilor magnetice statice (în condiții de lucru normale);
  - nivelul de acțiune pentru inducția magnetică a câmpurilor magnetice statice (interferență cu dispozitivele medicale active implantate, precum stimulatoarele cardiace);
  - nivelul de acțiune pentru inducția magnetică a câmpurilor magnetice statice (riscul de atracție și de proiectare în câmpul magnetic marginal al surselor de câmp de înaltă intensitate);
- pentru câmpurile magnetice variabile în timp:
  - nivelurile de acțiune pentru inducția magnetică a câmpurilor magnetice variabile în timp;
  - nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru câmpurile magnetice variabile în timp (pentru lucrătorii care prezintă riscuri deosebite).

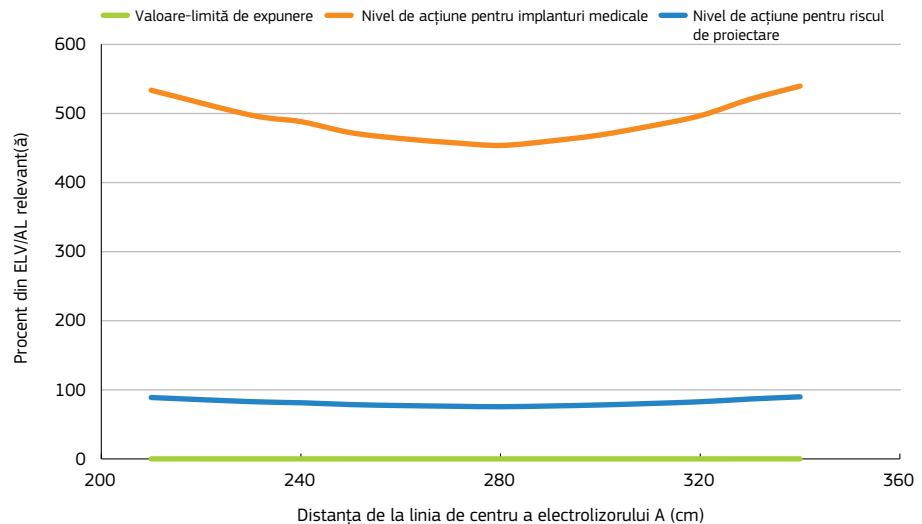
Rezultatele semnificative ale evaluării expunerii, împreună cu o serie de exemple privind diagramele elaborate în cadrul evaluării prin modelare teoretică sunt prezentate în figurile 3.7-3.17.

Trebuie remarcat faptul că rezultatele evaluării expunerii nu pot fi comparate direct cu evaluarea prin modelare, întrucât aceasta a fost realizată înainte de publicarea Directivei privind CEM și s-a bazat pe nivelurile de referință la locul de muncă stabilite de ICNIRP, care au fost mai restrictive decât nivelurile de acțiune prevăzute în Directiva privind CEM.

### 3.6.1. Camera cu celule electrolizoare

Graficele următoare ilustrează variația inducției magnetice în raport cu ELV și AL aplicabile descrise mai sus. S-a confirmat că frecvența ondulației la alimentarea cu curent continuu este de 300 Hz. De asemenea, au fost detectate armonici la 600 Hz și la 900 Hz de echipamentele de măsurare, deși contribuția armonicilor la expunerea totală nu a fost semnificativă în cazul de față.

**Figura 3.7. – Variația inducției magnetice statice în spațiul dintre cele două electrolizoare**



NB: Măsurătorile au fost efectuate la o înălțime de 120 cm deasupra nivelului solului.

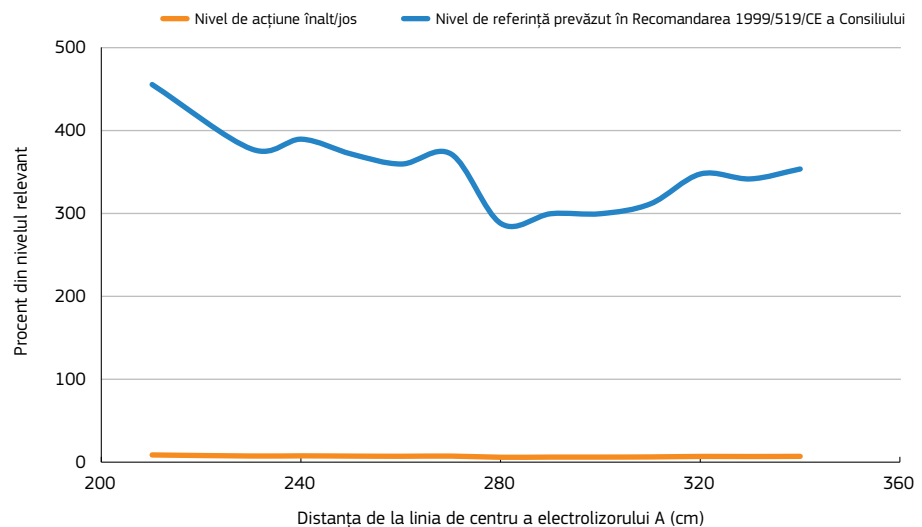
Valoare-limită de expunere (în condiții de lucru normale): 2 T.

Nivel de acțiune pentru implanturi medicale: 0,5 mT.

Nivel de acțiune pentru riscul de proiectare: 3 mT.

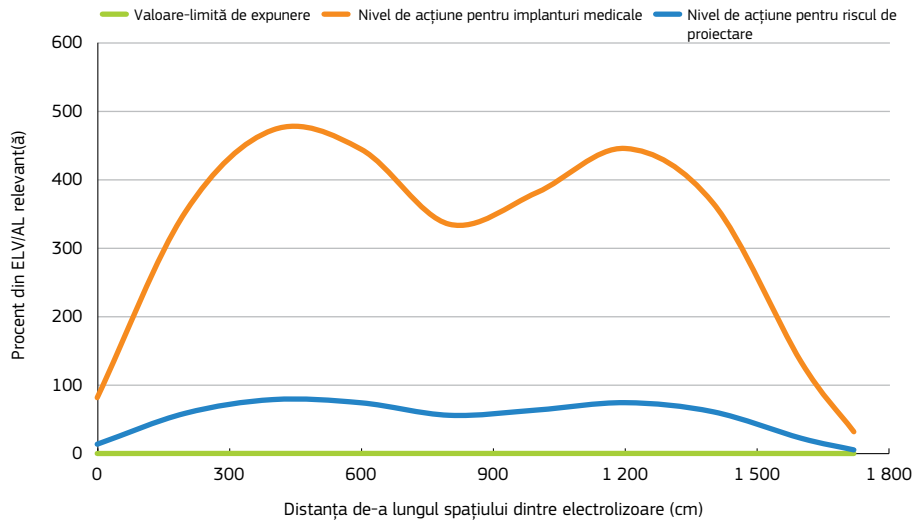
Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 5\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din ELV/AL.

**Figura 3.8. – Variația inducției magnetice variabile în timp la 300 Hz în spațiul dintre cele două electrolizoare**



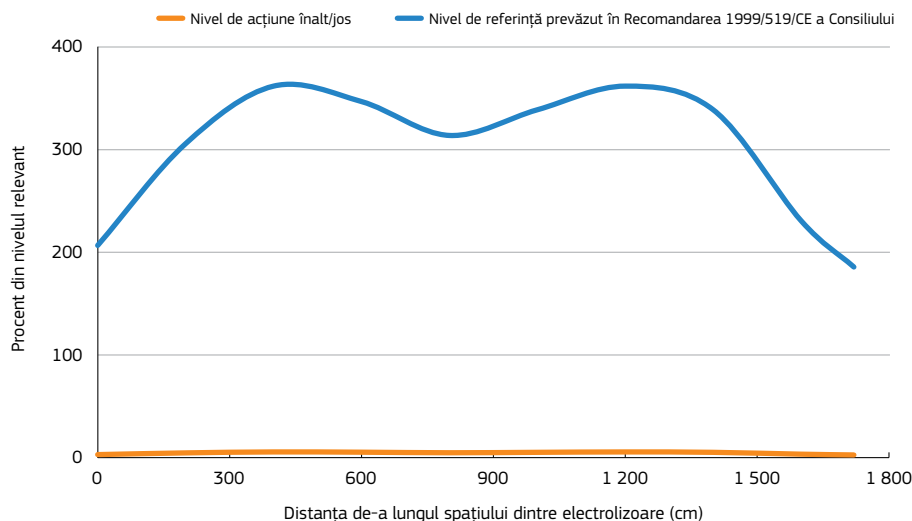
NB: Măsurătorile au fost efectuate la o înălțime de 120 cm deasupra nivelului solului.  
 Niveluri de acțiune înalt și jos pentru câmpul magnetic la 300 Hz: 1 000  $\mu$ T.  
 Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru un câmp magnetic la 300 Hz: 16,7  $\mu$ T.  
 Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL/RL.

**Figura 3.9. – Variația inducției magnetice statice pe lungimea spațiului dintre cele două electroizoare**



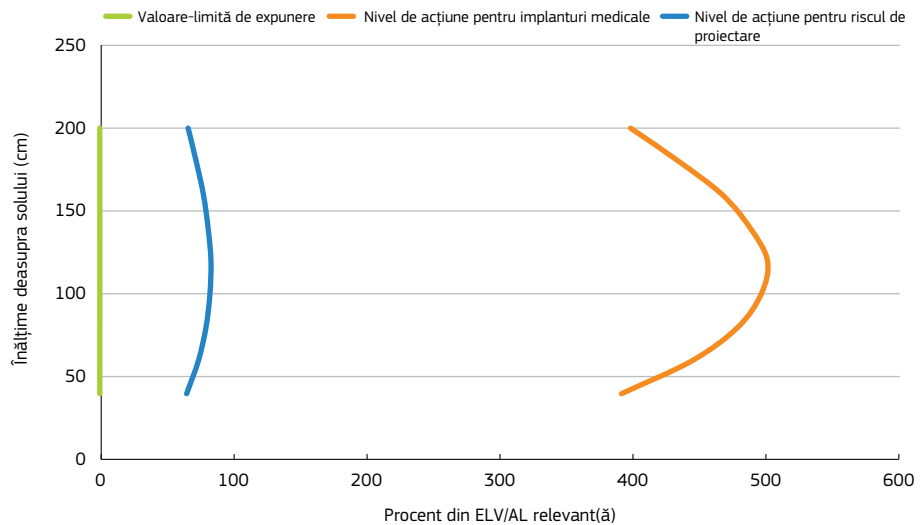
NB: Măsurătorile au fost efectuate la o înălțime de 120 cm deasupra nivelului solului.  
 Valoare-limită de expunere (în condiții de lucru normale): 2 T.  
 Nivel de acțiune pentru implanturi medicale: 0,5 mT.  
 Nivel de acțiune pentru riscul de proiectare: 3 mT.  
 Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 5\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din ELV/AL.

**Figura 3.10. – Variația inducției magnetice variabile în timp la 300 Hz pe lungimea spațiului dintre cele două electroizoare**



NB: Măsurătorile au fost efectuate la o înălțime de 120 cm deasupra nivelului solului.  
 Niveluri de acțiune înalt și jos pentru câmpul magnetic la 300 Hz: 1 000  $\mu$ T.  
 Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru un câmp magnetic la 300 Hz: 16,7  $\mu$ T.  
 Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL/RL.

**Figura 3.11. – Variația inducției magnetice statice în funcție de înălțime lângă unul dintre electrolizoare**



*NB:* Măsurătorile au fost efectuate la o distanță de 230 cm de la linia de centru a unuia dintre electrolizoare.

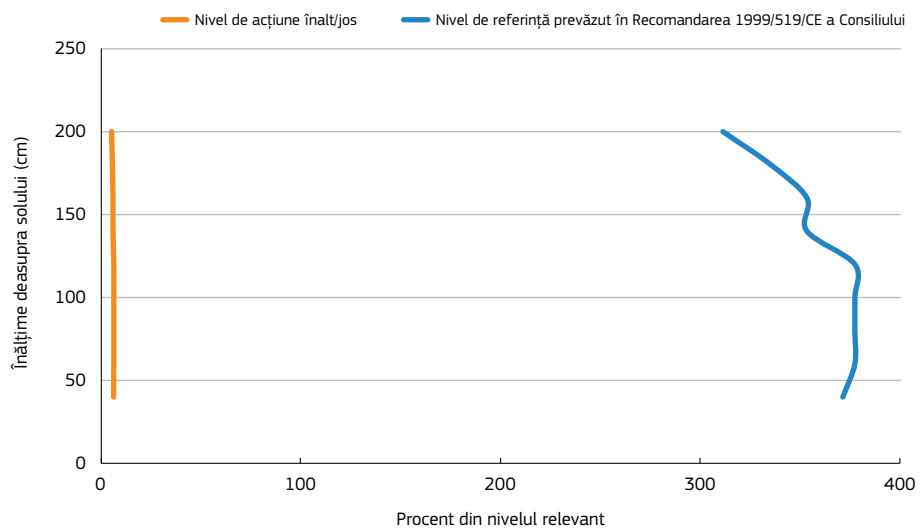
Valoare-limită de expunere (în condiții de lucru normale): 2 T.

Nivel de acțiune pentru implanturi medicale: 0,5 mT.

Nivel de acțiune pentru riscul de proiectare: 3 mT.

Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 5\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din ELV/AL.

**Figura 3.12. – Variația inducției magnetice variabile în timp la 300 Hz în funcție de înălțime lângă unul dintre electrolizoare**



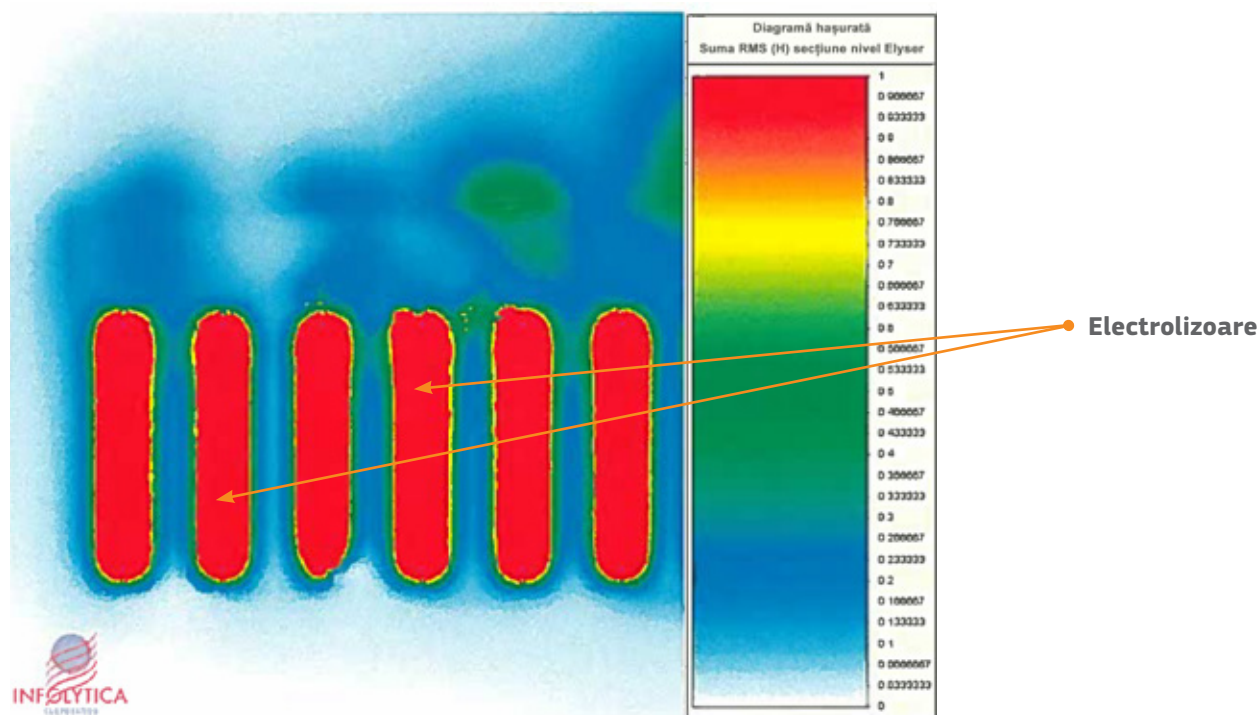
*NB:* Măsurătorile au fost efectuate la o distanță de 230 cm de la linia de centru a unuia dintre electrolizoare.

Niveluri de acțiune înalt și jos pentru câmpul magnetic la 300 Hz: 1 000  $\mu$ T.

Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru un câmp magnetic la 300 Hz: 16,7  $\mu$ T.

Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL/RL.

**Figura 3.13. – Exemplu de diagramă a evaluării modelării teoretice pentru camera cu celule electroizoare (vedere în plan)**



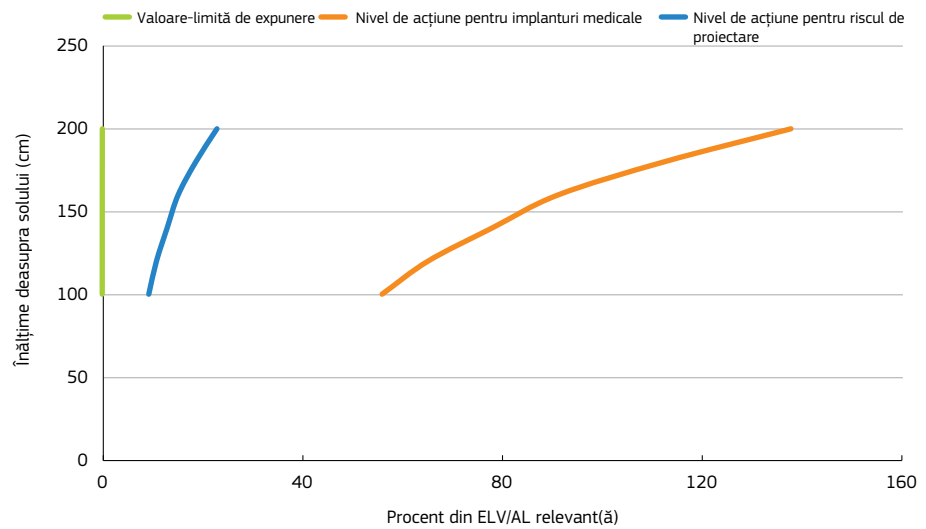
Rezultatele evaluării expunerii în camera cu celule electroizoare au furnizat întreprinderii următoarele informații:

- expunerea la câmpurile magnetice generate de electroizoare s-a situat sub ELV relevante și sub AL pentru efecte directe;
- persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate pot fi expuse riscului asociat câmpurilor magnetice statice din camera cu celule;
- nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost depășite de-a lungul electroizoarelor în raport cu câmpurile magnetice variabile în timp. Cu toate acestea, a fost puțin probabil ca respectiva cameră cu celule să fie ocupată de lucrători care prezintă riscuri deosebite.

### 3.6.2. Locașul redresorului

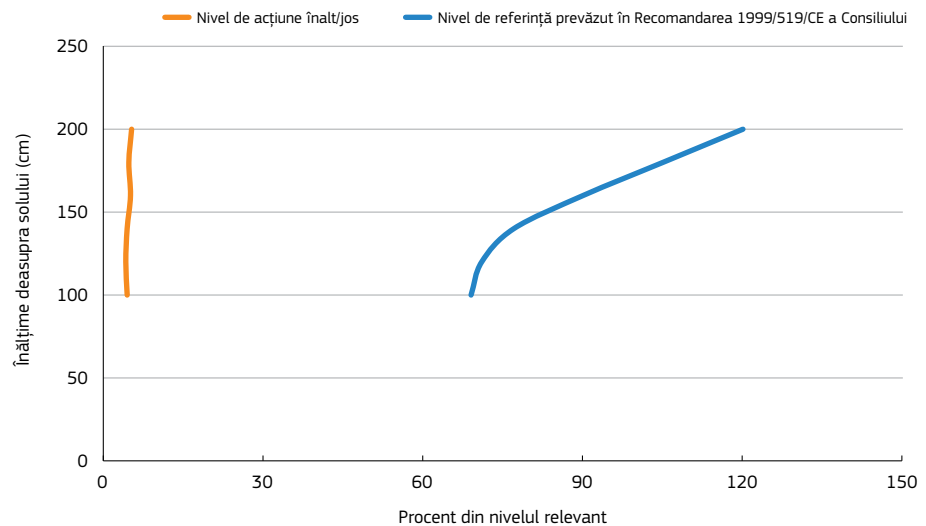
Graficele următoare ilustrează variația inducției magnetice în raport cu ELV și AL aplicabile descrise mai sus. S-a confirmat că frecvența undulației la alimentarea cu curent continuu este de 300 Hz, iar în exteriorul transformatorului au fost detectate, de asemenea, câmpuri de 50 Hz.

**Figura 3.14. – Variația inducției magnetice statice în funcție de înălțime sub izolatorul de curent continuu al barei colectoare**



*NB:* Izolatorul de curent continuu al barei colectoare se afla la aproximativ 420 cm de la nivelul soluului. Valoare-limită de expunere (în condiții de lucru normale): 2 T. Nivel de acțiune pentru implanturi medicale: 0,5 mT. Nivel de acțiune pentru riscul de proiectare: 3 mT. Incertitudinea măsurărilor a fost estimată la  $\pm 5\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din ELV/AL.

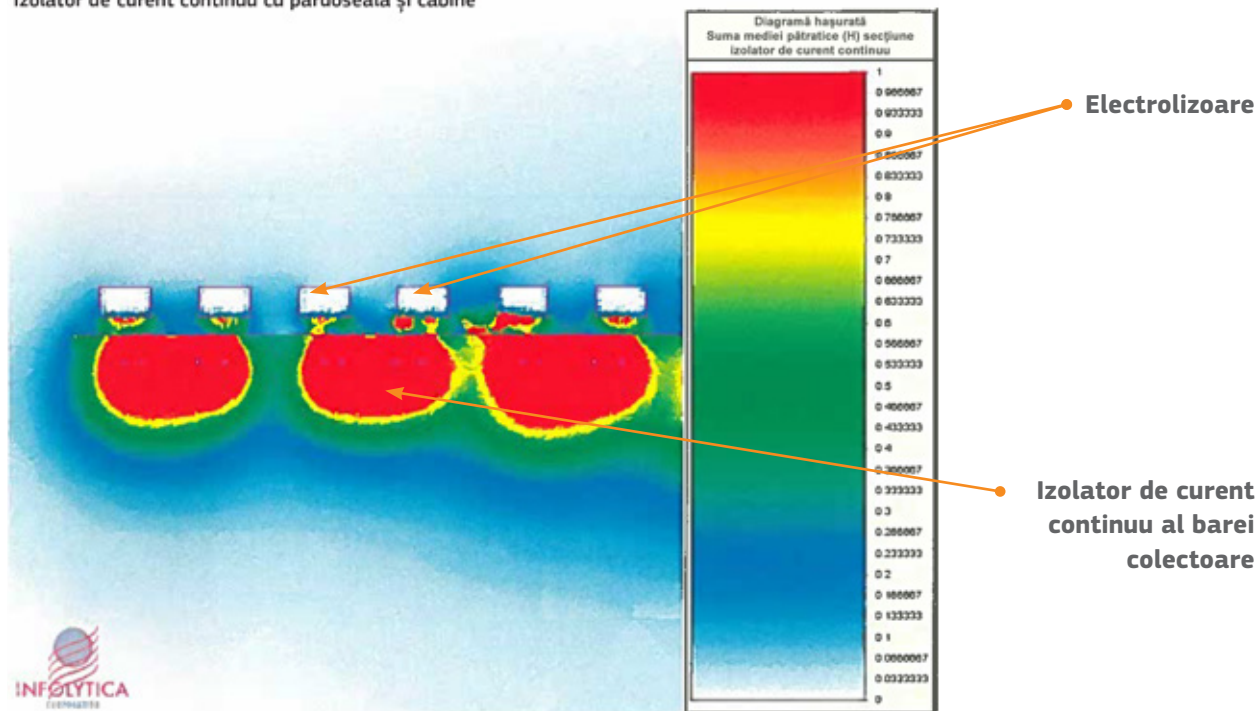
**Figura 3.15. – Variația în funcție de înălțime a inducției magnetice variabile în timp la 300 Hz sub izolatorul de curent continuu al barei colectoare**



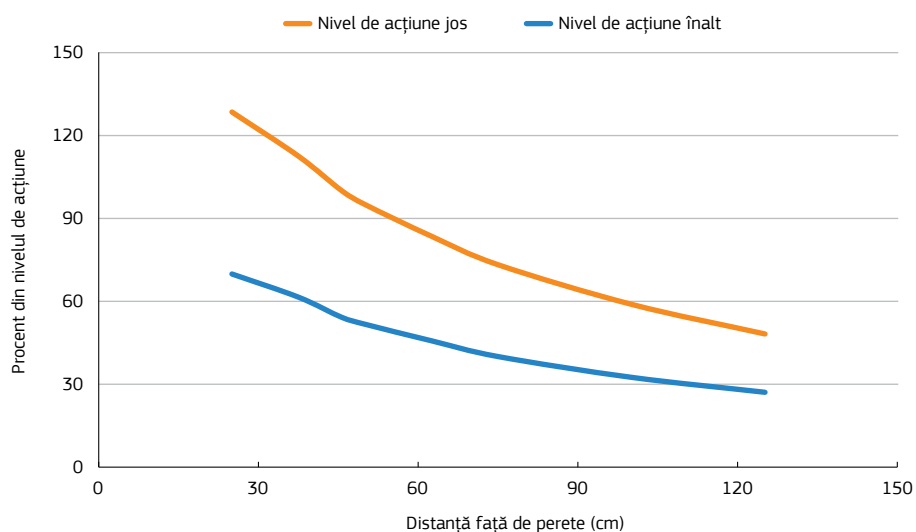
*NB:* Izolatorul de curent continuu al barei colectoare se afla la aproximativ 420 cm de la nivelul soluului. Niveluri de acțiune înalt și jos pentru câmpul magnetic la 300 Hz: 1 000  $\mu$ T. Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru un câmp magnetic la 300 Hz: 16,7  $\mu$ T. Incertitudinea măsurărilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL/RL.

**Figura 3.16. – Exemplu de diagramă de evaluare a modelării teoretice pentru regiunile din jurul izolatorului de curent continuu al barei colectoare (secțiune transversală)**

Izolator de curent continuu cu pardoseală și cabine



**Figura 3.17. – Variația inducției magnetice variabile în timp la 50 Hz în funcție de distanța de la perete dintre redresorul cu tiristoare și transformator**



NB: : Măsurătorile au fost efectuate la o înălțime de 120 cm deasupra nivelului solului.

Nivel de acțiune jos pentru câmpul magnetic de 50 Hz: 1 000  $\mu$ T.

Nivel de acțiune înalt pentru câmpul magnetic de 50 Hz: 6 000  $\mu$ T.

Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL/RL.

Rezultatele evaluării expunerii în locașul redresorului au furnizat întreprinderii următoarele informații:

- expunerea la câmpurile magnetice generate de barele colectoare și de redresoarele cu tiristoare s-a situat sub nivelurile de acțiune pentru efecte directe la nivelul solului;
- expunerea la câmpurile magnetice variabile în timp generate de transformator de cealaltă parte a peretelui din spatele redresorului a fost mai mare decât nivelul de acțiune jos pentru inducția magnetică variabilă în timp pe o distanță de până la 37 cm față de suprafața peretelui din interiorul locașului redresorului;
- expunerea la câmpurile magnetice variabile în timp generate de transformator s-a situat sub nivelul de acțiune înalt pentru inducția magnetică variabilă în timp la nivelul locașului redresorului;
- persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate pot fi expuse riscului asociat câmpurilor magnetice statice oriunde în locașurile redresoarelor. Cu toate acestea, s-a constatat că semnele de avertizare și informațiile privind securitatea locului respectiv erau adecvate;
- nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost depășite în raport cu câmpurile magnetice variabile în timp. Cu toate acestea, a fost puțin probabil ca locașurile redresoarelor să fie ocupate de lucrători care prezintă riscuri deosebite.

### 3.7. Evaluarea riscurilor

Pe baza evaluării expunerii efectuate de către consultant, întreprinderea a realizat o evaluare a riscurilor instalației de producere a clorului din punctul de vedere al CEM. Acest fapt a fost în conformitate cu metodologia sugerată de OiRA. Concluziile evaluării riscurilor au fost următoarele:

- lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc în apropierea electrolizoarelor;
- lucrătorii, inclusiv cei care prezintă riscuri deosebite, se pot afla în situație de risc în locașurile cabinei redresorului ca urmare a expunerii la câmpuri magnetice.

În tabelul 3.1 este prezentat un exemplu de evaluare a riscului specific expunerii la CEM pentru instalația de producere a clorului.



**Tabelul 3.1. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru instalația de producere a clorului**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale câmpului magnetic	Proiectarea atentă a instalației de producere a clorului pentru a reduce la minimum intensitatea câmpurilor magnetice	Ingineri	✓				✓		Mic	Nu este necesar
	Restricționarea accesului în locașul cabinei redresorului	Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓				✓		Mic	
	Semne de avertizare adecvate afișate în locuri vizibile									
	Formarea lucrătorilor									
Efecte indirecte ale câmpului magnetic (interferență cu implanturi medicale)	Prevenirea accesului la instalația de producere a clorului pentru lucrătorii cu implanturi medicale	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mic	Nu este necesar
	Semne de avertizare adecvate afișate în locuri vizibile									
	Formarea lucrătorilor									

### 3.8. Măsurile de precauție puse deja în aplicare

Securitatea din punctul de vedere al CEM a fost o prioritate încă din primele etape de proiectare a instalației, prin urmare, au fost incluse mai multe măsuri de protecție și prevenire, precum:

- a fost redusă la minimum intensitatea câmpurilor magnetice variabile în timp care ar putea fi generate de undulațiile la alimentarea în curent continuu a electrolizoarelor; de exemplu, prin utilizarea a 12 redresoare cu impulsuri în loc de 6 redresoare cu impulsuri;
- instalația a fost suficient de mare pentru a permite separarea ușoară de lucrători a zonelor cu câmpuri magnetice puternice;
- în jurul instalației au fost expuse în mod vizibil semne adecvate de avertizare cu privire la prezența unor câmpuri magnetice puternice;
- lucrătorii au fost informați cu privire la potențialul de expunere la CEM și au fost instruiți să informeze angajatorul în cazul în care poartă un implant medical.

### 3.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Evaluarea expunerii a confirmat că instalația a fost bine proiectată în ceea ce privește expunerea la CEM și, în consecință, nu au fost necesare măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării expunerii.

### 3.10. Surse de informații suplimentare

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

## 4. MEDICAL

### 4.1. Locul de muncă

Departamentul de fizică medicală dintr-un spital a fost invitat să evalueze impactul pe care l-ar putea avea punerea în aplicare a Directivei privind CEM asupra activităților desfășurate în cadrul spitalului.

### 4.2. Natura activității

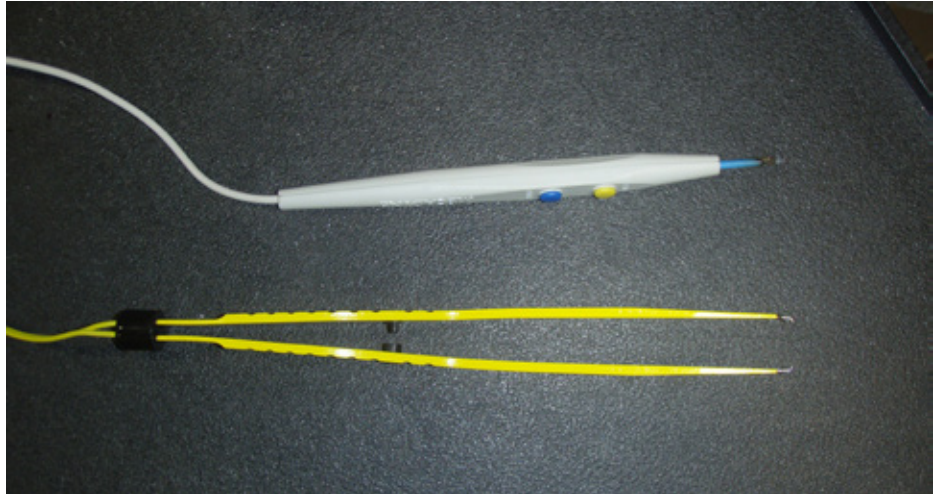
Dispozitivele electrice sunt utilizate pe scară largă în tratamentul, monitorizarea și diagnosticarea pacienților. Echipa de fizică medicală și-a început evaluarea prin identificarea echipamentelor care ar putea genera câmpuri electromagnetice puternice. Echipa a revizuit inventarul echipamentelor din spital și a identificat trei echipamente despre care se știa că sunt generatoare de câmpuri electromagnetice puternice; acestea erau aparate de electrochirurgie, dispozitivele magnetice de stimulare transcraniană (TMS) și aparatele de diatermie cu unde scurte. Spitalul nu utiliza la momentul respectiv echipamentul de diatermie cu unde scurte, dar acesta a fost totuși inclus în evaluare. De asemenea, echipa a dorit să examineze măsura în care echipamentele sensibile de monitorizare a pacienților pot fi afectate de interferențe electromagnetice, în special echipamentele care pot fi utilizate în apropierea dispozitivelor care generează câmpuri electromagnetice puternice. Echipa a constatat că echipamentele cele mai sensibile la interferențe electromagnetice ar fi echipamentele medicale sensibile utilizate în timpul procedurilor de electrochirurgie (de exemplu, ventilatoare și aparate electrocardiografice).

### 4.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

#### 4.3.1. Aparare de electrochirurgie

Aparatele de electrochirurgie sunt utilizate în spital pentru tăierea și/sau coagularea țesuturilor umane și sunt folosite într-un număr semnificativ de proceduri chirurgicale. Ele funcționează prin trecerea unui curent electric de înaltă tensiune prin țesutul operat. Aparatele funcționează în mod tipic în gama de frecvențe intermediare de aproximativ 300 kHz-1 MHz și folosesc o putere de 5 W-30 W. Un aparat de electrochirurgie conține un electrod activ, un generator, cabluri de legătură care conectează generatorul cu electrodul activ și cu electrodul de retur sau cu placa de împământare montată pe corpul pacientului (figura 4.1). Electrodul activ (sonda de electrochirurgie) este alimentat prin cabluri care pot fi neecranate. Curentul trece prin țesutul pacientului și revine la aparatul de electrochirurgie prin electrodul de retur.

**Figura 4.1. – Electrozi activi și de retur și cablurile aferente**



#### 4.3.2. Stimularea magnetică transcraniană

Un aparat de stimulare magnetică transcraniană (*transcranial magnetic stimulation – TMS*) produce în mod intenționat impulsuri de câmpuri electromagnetice pentru a induce curenți în creier și poate fi utilizat în mai multe aplicații (de exemplu, în diagnosticarea bolilor cerebrale, ca tratament pentru depresie și, mai recent, ca tratament pentru migrene). Aparatele TMS tipice sunt alcătuite dintr-o unitate principală care produce un impuls electric de mare intensitate și o bobină de stimulare cu manevrare manuală (figura 4.2). În cazul dispozitivelor disponibile pe piață, energia este stocată în condensatoare mari, de înaltă tensiune. Curentul din condensatoare trece în bobină printr-un tiristor, care permite transferul unor curenți mari în câteva secunde. Sunt utilizate pe scară largă două modele de bobină, care sunt folosite în spital: bobina circulară și bobina în forma cifrei opt (deși există și alte modele de bobină).

**Figura 4.2. – Bobină TMS în forma cifrei opt**



### 4.3.3. Diatermie cu unde scurte

Aparatele de diatermie cu unde scurte emit radiații de radiofrecvență (RF), în mod tipic la 27,1 MHz. Aparatele sunt utilizate de fizioterapeuți pentru tratamentul terapeutic al mușchilor și articulațiilor. Există două moduri de funcționare: capacitivă, în care pacientul este poziționat în câmpul de radiofrecvență între doi electrozi sub formă de plăci (figura 4.3), și inductivă, în care câmpul electromagnetic se aplică printr-o bobină.

**Figura 4.3. – Diatermie cu unde scurte capacitivă**



## 4.4. Modul de utilizare a aplicațiilor

### 4.4.1. Aparate de electrochirurgie

În mod tipic, în timpul utilizării, chirurgul va ține sonda de tratament aproape de partea superioară a corpului său. Cablurile pot fi poziționate în apropierea lucrătorilor din sala de operații și, în special, aproape de mâna și brațul chirurgului.

### 4.4.2. Stimularea magnetică transcraniană

Bobina este plasată aproape de capul pacientului și se va genera un impuls sau o serie de impulsuri electromagnetice pentru a induce curenți în creierul pacientului. Sonda poate fi fixată în poziție sau ținută în poziție de medic (figura 4.4).

**Figura 4.4. – Utilizarea bobinei TMS circulare**



#### 4.4.3. Diatermie cu unde scurte

Echipa a fost informată că, în prezent, spitalul nu utilizează diatermia cu unde scurte, deși aceasta a fost utilizată în trecut de fizioterapeuți. Echipa nu cunoaște pe deplin procedurile de lucru aplicate în timpul utilizării echipamentului, dar a decis efectuarea unei evaluări în cazul în care spitalul va intenționa să redea în folosință echipamentul în viitor.

#### 4.5. Metoda evaluării expunerii

Echipa de fizică medicală cunoștea faptul că toate cele trei dispozitive medicale identificate generează câmpuri electromagnetice puternice. Cu toate acestea, nu era sigur dacă aceste dispozitive generează câmpuri care ar putea conduce la depășirea valorii-limită de expunere (ELV) de către lucrători. Prin urmare, echipa a concluzionat că sunt necesare o evaluare suplimentară și măsurători ale câmpurilor electromagnetice. Echipa a selectat două echipamente pentru măsurători: un aparat de electrochirurgie ConMed 5000 și un dispozitiv 200 MAGSTIM TMS. S-a decis să nu se efectueze măsurători asupra niciunui aparat de diatermie cu unde scurte la momentul respectiv.

Departamentul de fizică medicală deține o varietate de sonde de măsurare pentru monitorizarea câmpurilor electromagnetice. Echipa a folosit o sondă izotropică (cu trei axe) pentru a efectua măsurătorile. Pentru fiecare echipament au fost necesare sonde diferite, din cauza frecvenței diferite a câmpurilor electromagnetice generate.

## 4.6. Rezultatele evaluării expunerii

### 4.6.1. Aparatul de electrochirurgie

Aparatul de electrochirurgie ConMed 5000 a fost utilizat în modul monopolar. Aparatul poate funcționa în modul de tăiere și de coagulare. Cu toate acestea, conform constatărilor din cadrul măsurătorilor preliminare, câmpurile electromagnetice produse în modulul de tăiere au fost mai mari decât în modulul de coagulare; prin urmare, majoritatea măsurătorilor au fost efectuate în acest modul. Frecvența câmpului a fost evaluată prin efectuarea unei măsurători și afișarea formei de undă pe un osciloscop, constatându-se că aceasta are frecvența de 391 kHz. Puterea aplicată a fost de aproximativ 200 W.

Măsurătorile câmpurilor electrice și magnetice au fost efectuate în jurul cablurilor de tratament și de retur. În ceea ce privește compararea câmpului măsurat cu nivelurile de acțiune (AL), din cauza câmpului de frecvență intermediară, sunt aplicabile atât AL pentru efecte netermice, cât și AL pentru efecte termice.

Rezultatele măsurătorilor prezentate în tabelul 4.1 indică intensitatea câmpului magnetic în mai multe puncte situate pe orizontală la mijlocul distanței față de cablul de tratament, de-a lungul acestuia. Pe baza acestor rezultate, echipa a extrapolat câmpul magnetic la 1 cm față de cablu și l-a calculat ca fiind 7 % din AL pentru membre.

Evaluarea câmpului magnetic din jurul echipamentului a demonstrat echipei că expunerea chirurgului sau a personalului medical din sala de operații nu ar depăși AL prevăzute în Directiva privind CEM, nici nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.

**Tabelul 4.1. – Intensitatea câmpului magnetic la diferite distanțe de cablul de tratament ca procent din nivelurile de acțiune și din nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului**

Distanța față de cablu (cm)	Intensitatea câmpului magnetic ( $\text{Am}^{-1}$ )	Inducție magnetică ( $\mu\text{T}$ )	Efecte netermice		Efecte termice	
			Procent din nivelurile de acțiune înalte/joase (%) <sup>(1)</sup>	Procent din nivelurile de acțiune pentru membre (%) <sup>(2)</sup>	Procent din nivelul de acțiune (%) <sup>(3)</sup>	Procent din nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (%) <sup>(4)</sup>
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

<sup>(1)</sup> Nivel de acțiune înalt/jos pentru inducția magnetică la o frecvență de 391 kHz: 100  $\mu\text{T}$ .

<sup>(2)</sup> Niveluri de acțiune pentru membre în cazul inducției magnetice la o frecvență de 391 kHz: 300  $\mu\text{T}$ .

<sup>(3)</sup> Nivel de acțiune pentru inducția magnetică la frecvența de 391 kHz: 5,12  $\mu\text{T}$ .

<sup>(4)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru inducția magnetică la frecvența de 391 kHz: 2,35  $\mu\text{T}$ .

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la valoarea de  $\pm 2,7$  dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL/RL.

Câmpul electric a fost măsurat în zona ocupată de cablul de tratament și de cablul de retur. Conform constatărilor, câmpul electric generat de cablul de retur a fost semnificativ mai mare decât cel generat de cablul de tratament; prin urmare, cablul de tratament este ecranat. Intensitatea câmpului electric în funcție de distanța față de cablul de retur este descrisă în tabelul 4.2. Măsurătorile sunt efectuate în mai multe puncte situate pe orizontală la mijlocul distanței față de cablu, de-a lungul acestuia. Câmpul cel mai mare care a fost măsurat, la 10 cm de cablu, este mai mic decât nivelurile de acțiune. Cu toate acestea, rezultatele arată că nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la aproximativ 20 cm de cablul respectiv.

**Tabelul 4.2. – Intensitatea câmpului electric la diferite distanțe față de cablul de retur ca procent din nivelurile de acțiune și din nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului**

Distanța față de cablu (cm)	Intensitatea câmpului electric ( $Vm^{-1}$ )	Efecte netermice		Efecte termice	
		Procent din nivelul de acțiune jos (%) <sup>(1)</sup>	Procent din nivelul de acțiune înalt (%) <sup>(2)</sup>	Procent din nivelul de acțiune (%) <sup>(3)</sup>	Procent din nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (%) <sup>(4)</sup>
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

<sup>(1)</sup> Nivel de acțiune jos pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 3 kHz-10 MHz:  $170 Vm^{-1}$ .

<sup>(2)</sup> Nivel de acțiune înalt pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 3 kHz-10 MHz:  $610 Vm^{-1}$ .

<sup>(3)</sup> Nivel de acțiune înalt pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 3 kHz-10 MHz:  $610 Vm^{-1}$ .

<sup>(4)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 150 kHz-1 MHz:  $87 Vm^{-1}$ .

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la valoarea de  $\pm 0,8$  dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL/RL.

Din motive de exhaustivitate, echipa a folosit propriul software de modelare pentru estimarea expunerii pacienților și l-a reconfigurat pentru a modela expunerea chirurgului în raport cu ELV. Atât câmpurile electrice induse, cât și valorile ratei specifice de absorbție a energiei (SAR) au fost calculate pentru scenariul de expunere în care aparatul de electrochirurgie este în funcțiune și cablurile se află de-a lungul brațului chirurgului la o distanță de separare de 1 cm.

A fost calculat câmpul electric indus în diferite țesuturi (tabelul 4.3). Cea mai mare valoare a fost calculată ca fiind de  $628 mVm^{-1}$  în os. Aceasta reprezintă 0,6 % din ELV pentru efecte asupra sănătății, confirmându-se echipei că ELV pentru efecte netermice nu va fi depășită pentru chirurg. Distribuția câmpului electric indus la un model uman este ilustrată în figura 4.5. Desigur, cablurile pentru aparatul de electrochirurgie s-ar putea afla mai aproape de 1 cm de chirurg sau chiar în contact cu acesta. Cu toate acestea, echipa a concluzionat că valorile mici ale câmpului electric indus sugerează că ELV pentru efecte asupra sănătății nu ar fi depășită în jurul aparatului examinat.

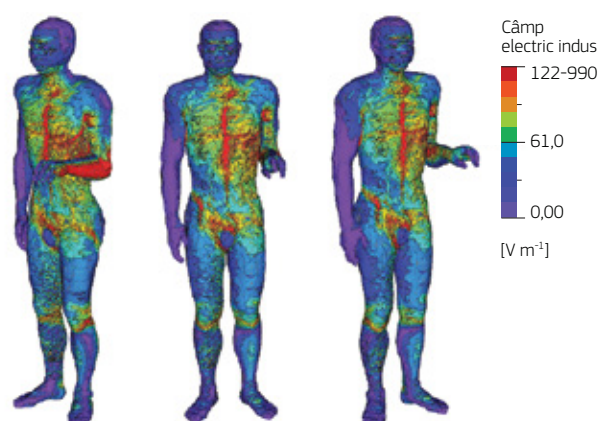


**Tabelul 4.3. – Câmpul electric indus ca procent din ELV pentru efecte asupra sănătății**

Țesut	Câmp electric indus (mVm <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	% din ELV pentru efecte asupra sănătății
Oase	% din ELV pentru efecte asupra sănătății	0,60 %
Țesut adipos	493	0,47 %
Piele	461	0,44 %
Creier	146	0,14 %
Măduva spinării	275	0,26 %
Retină	103	0,10 %

<sup>(1)</sup> ELV pentru efecte asupra sănătății pentru intensitatea câmpului electric intern în gama de frecvențe de 3 kHz-10 MHz: 105 Vm<sup>-1</sup> (RMS).

**Figura 4.5. – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman în urma expunerii la un câmp de 391 kHz generat de cablul de electrochirurgie**

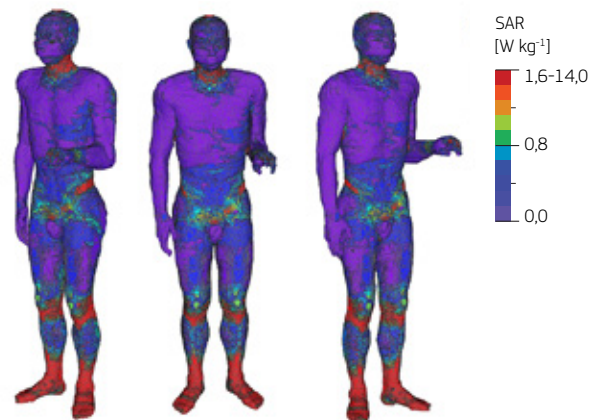


Au fost calculate valorile SAR la nivelul întregului corp și localizate (tabelul 4.4), ele arătând că ELV nu ar fi depășite la nivelul poziției chirurgului. Distribuția SAR pentru un model uman este ilustrată în figura 4.6.

**Tabelul 4.4. – Cele mai mari valori SAR pentru poziția de expunere avută în vedere și comparații cu ELV**

Poziție	SAR (Wkg <sup>-1</sup> )	ELV (Wkg <sup>-1</sup> )	% din ELV
SAR calculată ca medie la nivelul întregului corp	0,0338	0,4	8,4
SAR de vârf localizată la nivelul capului și trunchiului, calculată ca pentru 10 g	0,780	10	7,8
SAR de vârf localizată la nivelul membrelor, calculată ca pentru 10 g	1,75	20	8,7

**Figura 4.6. – Distribuția ratei specifice de absorbție a energiei (SAR) în modelul uman în urma expunerii la un câmp de 391 kHz generat de aparatul de electrochirurgie**



În urma evaluării, echipa s-a asigurat că este puțin probabil ca chirurgul sau alți lucrători din cadrul spitalului să fie expuși la câmpuri care depășesc ELV. Cu toate acestea, echipa a recunoscut faptul că pacientul poate fi expus la câmpuri care depășesc nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului, în special în apropierea electrodului de retur. În general, acest fapt nu a fost considerat o problemă, întrucât expunerea ar fi o parte justificată a operației. Cu toate acestea, ar putea fi necesar să se analizeze dacă pacientul poartă un dispozitiv medical activ implantat (AIMD). Un alt risc potențial identificat a constat în interferențele electromagnetice cu dispozitivele medicale sensibile din sala de operație; echipa a știut că acestea au avut loc atunci când sonda de tratament a fost poziționată aproape de dispozitivele respective.

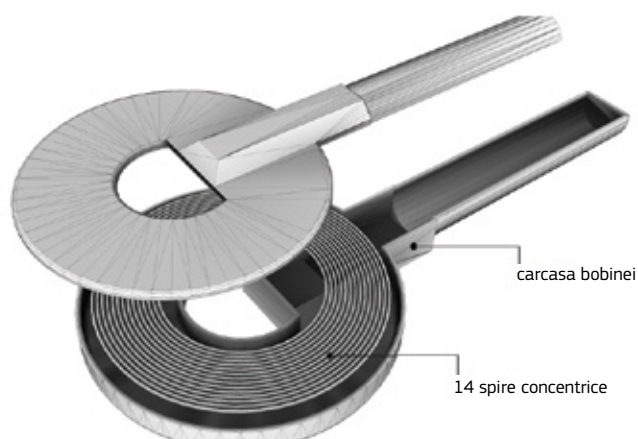
#### 4.6.2. Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană

Dispozitivul 200 MAGSTIM are două piese portabile, una conținând o bobină circulară și alta conținând două bobine circulare sub forma „cifrei opt”. Puterea generatorului este configurată de medicul clinician ca procent din puterea maximă a acestuia. Acesta poate fi configurat pentru a emite un singur impuls sau o serie de impulsuri.

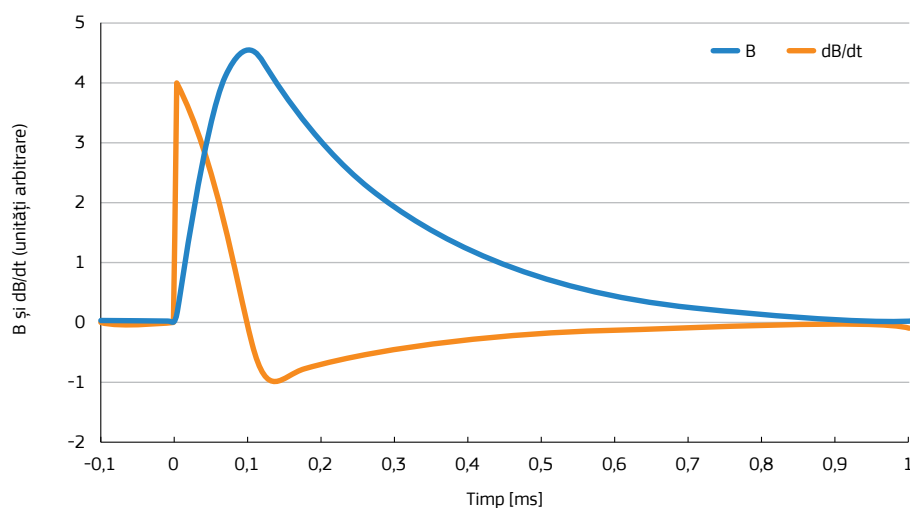
În urma măsurătorilor preliminare, s-a constatat că bobina circulară a generat câmpurile magnetice cele mai intense. Bobina respectivă (figura 4.7) este amplasată într-o carcasă din material plastic, iar spirele bobinei sunt fabricate din cupru, un material selectat pentru rezistența electrică mică și conductivitatea termică mare. Bobina este formată din 14 spire concentrice, variind de la 70 mm la 122 mm în diametru.

Echipa a efectuat măsurători utilizând bobina circulară, cu generatorul configurat la 100 % din puterea sa maximă și în modul cu impuls unic. Producătorul a furnizat date cu privire la caracteristicile impulsurilor (figura 4.8).

**Figura 4.7. – Bobina circulară de stimulare magnetică transcraniană**

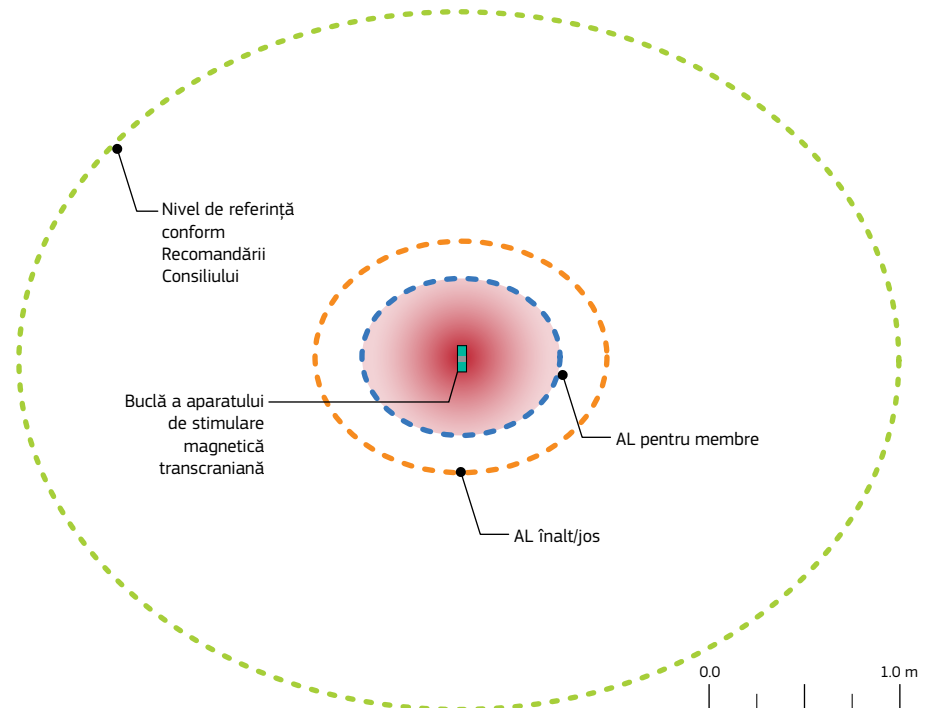


**Figura 4.8. – Caracteristicile impulsului singular conform datelor furnizate de producător**



Astfel cum s-a preconizat, câmpurile cu intensitatea cea mai mare au fost măsurate direct în fața și în centrul bobinei; zonele în care ar putea fi depășite nivelurile de acțiune (AL) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului sunt prezentate în figura 4.9. În poziția tipică a mâinii operatorului (ținând piesa de mână la 11 cm sub centrul bobinei), inducția magnetică rezultată a fost de 5 600 % din AL pentru membre.

**Figura 4.9. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelul de acțiune pentru membre (albastru), nivelurile de acțiune înalt/jos (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul aparatului de stimulare magnetică transcraniană**



*NB:* Incertitudinea măsurărilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate în mod direct cu AL/RL la evaluarea distanțelor de mai sus.

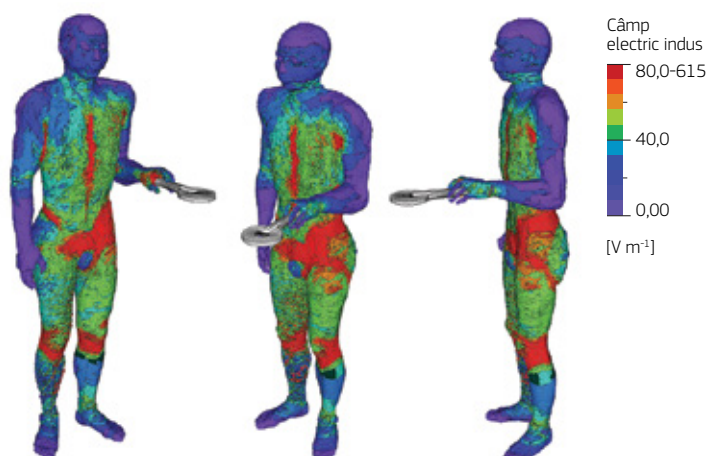
Echipele au realizat că este foarte probabil ca expunerea medicului să depășească AL. De asemenea, echipa a efectuat o modelare computerizată a expunerii potențiale a medicului în raport cu ELV. Modelarea a fost efectuată în două poziții ale medicului: prima cu bobina ținută la 30 cm de corp și a doua cu bobina ținută la 15 cm de trunchi. Modelarea a demonstrat că ELV ar putea fi depășite cu până la 35 700 % (tabelul 4.5). Distribuția câmpului electric indus la un model uman pentru ambele poziții este ilustrată în figurile 4.10 și 4.11.

**Tabelul 4.5. – Valori modelate computerizat ale câmpului electric indus și compararea cu ELV**

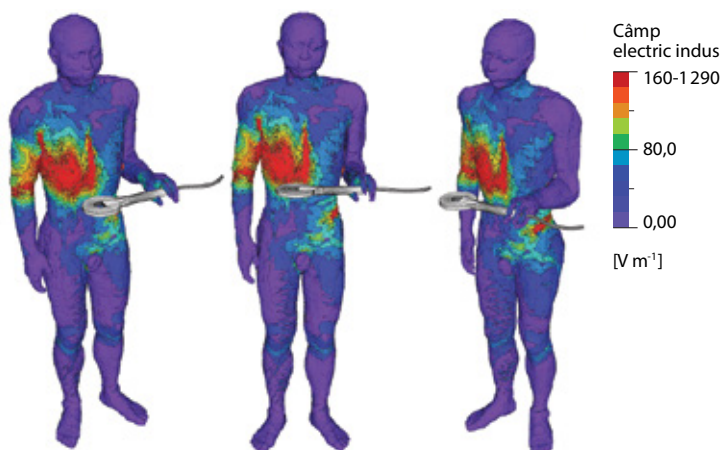
Poziție	Câmpul electric indus ( $Vm^{-1}$ )	% din ELV pentru efecte asupra sănătății <sup>(1)</sup>
Bobină ținută la 30 cm de corp	265 (os)	24 100 %
Bobină ținută la 15 cm de corp	393 (os)	35 700 %

<sup>(1)</sup> ELV pentru efecte asupra sănătății pentru intensitatea câmpului electric intern în gama de frecvențe de 1 Hz-3 kHz:  $1,1 Vm^{-1}$  (vârf).

**Figura 4.10. – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman în urma expunerii la bobina de stimulare magnetică transcraniană, cu bobina ținută la 30 cm de corp, în picioare**



**Figura 4.11. – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman în urma expunerii la bobina de stimulare magnetică transcraniană, cu bobina ținută la 15 cm de corp, în picioare**



Echipa a concluzionat că, în cazul în care sonda este ținută în poziția respectivă de către medic, ELV pentru efecte asupra sănătății ar fi aproape sigur depășită. Interferența cu un dispozitiv medical activ implantat poate constitui, de asemenea, un risc potențial. Cu toate acestea, interferența cu alte dispozitive din spital a fost considerată ca fiind o problemă mai puțin gravă decât cea asociată aparatului de electrochirurgie, întrucât echipamentul nu era utilizat în mod tipic în zone care conțin dispozitive medicale sensibile.

### 4.6.3. Diatermie cu unde scurte

Deși echipa nu a efectuat o evaluare a niciunui aparat de diatermie cu unde scurte din spital, aceasta este conștientă de faptul că aparatele respective ar putea da naștere unor expuneri mari pentru fizioterapeut și, eventual, pentru alți lucrători. Evaluările realizate pe dispozitive similare la alte unități au ajuns la concluzia că AL ar putea fi depășite pe o distanță de aproximativ 2 m de la aparatele de diatermie cu unde scurte capacitive și pe o distanță de 1 m de la aparatele de diatermie cu unde scurte inductive. Echipa a decis că ar fi necesară o evaluare suplimentară a echipamentelor proprii, în cazul în care acestea ar fi fost redatate în folosință. Evaluarea a avut scopul de a oferi instrucțiuni fizioterapeuților cu privire la practicile de lucru sigure (de exemplu, distanțele de lucru sigure) și de a stabili dacă nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite în zonele accesibile lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite.

## 4.7. Evaluarea riscurilor

Spitalul a efectuat evaluări ale riscurilor pentru aparatul de electrochirurgie (tabelul 4.6) și pentru aparatul de stimulare magnetică transcraniană (tabelul 4.7), pe baza măsurărilor efectuate de echipa de fizică medicală, care au fost în conformitate cu metodologia sugerată de OiRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA). Concluziile evaluărilor riscurilor sunt prezentate în cele ce urmează.

### 4.7.1. Aparatul de electrochirurgie

- Este puțin probabil ca utilizarea aparatului să conducă la depășirea ELV pentru chirurg sau pentru alți lucrători din cadrul spitalului.
- Ar putea exista interferențe electromagnetice cu dispozitivele medicale active implantate și cu alte dispozitive medicale sensibile din sală.

### 4.7.2. Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană

- Este posibil ca utilizarea aparatului să conducă la depășirea ELV, posibil cu o marjă semnificativă, pentru medic și, eventual, pentru alți lucrători din cadrul spitalului.
- Ar putea exista interferențe electromagnetice cu dispozitivele medicale active implantate.
- Este puțin probabil că vor exista interferențe electromagnetice cu dispozitivele medicale sensibile, întrucât echipamentul nu este utilizat în vecinătatea unor astfel de dispozitive.

Spitalul a elaborat un plan de acțiune pe baza evaluării riscurilor, care a fost documentat.

**Tabelul 4.6. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru aparatul de electrochirurgie**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale expunerii la CEM	Modelarea a demonstrat că ELV nu vor fi depășite de lucrători	Chirurgul sau alți membri ai echipei chirurgicale	✓			✓			Mic	Nu este necesar.
Efectele directe ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate și asupra altor dispozitive medicale sensibile)	Nu există	Chirurgul sau alți membri ai echipei chirurgicale  Pacient	✓				✓		Mic	<p>Instruirea lucrătorilor cu privire la riscul de interferență potențială cu dispozitivele medicale sensibile.</p> <p>Lucrătorii trebuie să raporteze echipei de fizică medicală orice situație de interferență cu dispozitivele medicale.</p> <p>Echipei de fizică medicală trebuie să instruiască chirurghii cu privire la distanțele minime de siguranță dintre sonda de tratament, cabluri și dispozitivele medicale active implantate și alte dispozitive medicale sensibile.</p>

**Tabelul 4.7. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru aparatul de stimulare magnetică transcraniană**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efectele directe ale expunerii la CEM:</p> <p>ELV pentru efecte asupra sănătății ar putea fi depășite pentru medicul care utilizează echipamentul</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 235 cm de sondă</p>	Nu există	<p>Medic</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓				✓	Mediu	<p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze echipamentele sau să rămână în sală atunci când acestea sunt în funcțiune.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare pe echipamente.</p> <p>Atunci când este posibil, sonda este montată pe un suport.</p>	
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efecte asupra dispozitivelor medicale active implantate):</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 235 cm de electrozi</p>	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite	✓				✓	Mediu	<p>Informațiile privind acest risc urmează să fie furnizate lucrătorilor.</p> <p>Trebuie interzis lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze echipamentele sau să rămână în sală atunci când acestea sunt în funcțiune.</p> <p>Pacienții care poartă dispozitive medicale active implantate nu trebuie să fie tratați cu acest dispozitiv.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție pe echipamente.</p>	



## 4.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Înainte de evaluarea măsurătorii, nu existau măsuri de precauție specifice pentru limitarea expunerii la CEM.

## 4.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Ca urmare a evaluării măsurătorii și după o evaluare a riscurilor asociate echipamentului, spitalul a elaborat un plan de acțiune și a decis să adopte măsurile de precauție suplimentare prezentate în cele ce urmează.

### 4.9.1. Aparatul de electrochirurgie

În ceea ce privește aparatul de electrochirurgie:

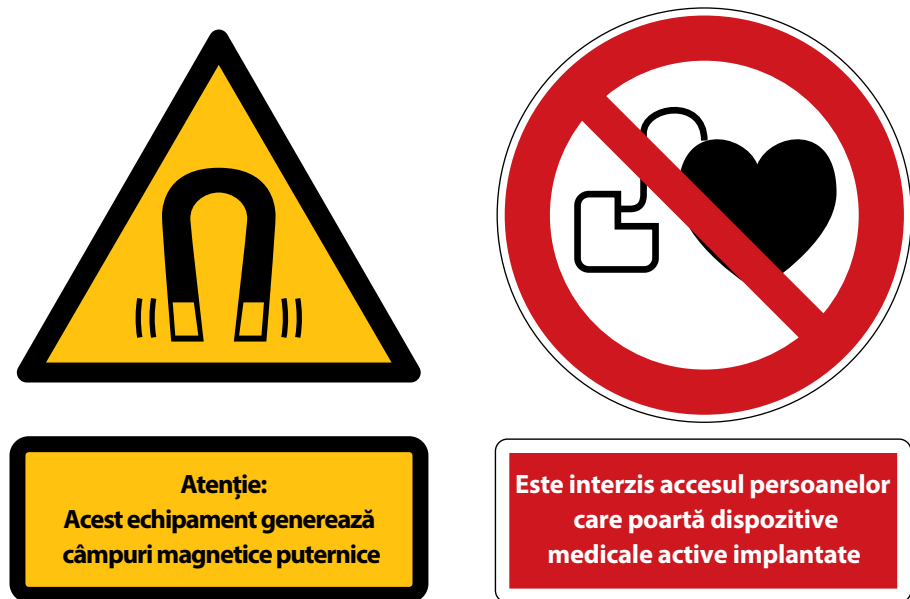
- instruirea lucrătorilor cu privire la riscul de interferență potențială cu dispozitivele medicale sensibile;
- impunerea obligației lucrătorilor de a raporta echipei de fizică medicală orice situație de interferență cu dispozitivele medicale;
- echipa de fizică medicală trebuie să ia în considerare instruirea medicilor cu privire la distanțele minime de siguranță dintre sonda de tratament, cabluri și dispozitivele medicale active implantate și alte dispozitive medicale sensibile.

### 4.9.2. Dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană

În ceea ce privește dispozitivul de stimulare magnetică transcraniană:

- impunerea interdicției pentru lucrătoarele gravide și pentru lucrătorii care poartă dispozitive medicale active implantate de a utiliza echipamentul sau de a rămâne în sală în timpul tratamentului;
- impunerea interdicției de a trata pacienții care poartă dispozitive medicale active implantate;
- afișarea unor semne de avertizare cu privire la existența câmpurilor magnetice puternice, precum și a unor semne de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate (figura 4.12);
- dacă este posibil, montarea sondei pe un manipulator de precizie astfel încât medicul să poată sta și mai la distanță de sondă în timpul tratamentului;
- dacă este necesar, echipa de fizică medicală ar trebui să aibă în vedere proiectarea unui dispozitiv de manipulare de la distanță pentru a permite medicului să se îndepărteze de sondă în timpul tratamentului.

**Figura 4.12. – Exemple de semne de avertizare cu privire la existența unor câmpuri magnetice puternice și o ilustrare a simbolului de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate**



### 4.9.3. Diatermie cu unde scurte

În ceea ce privește diatermia cu unde scurte:

- obligația echipei de fizică medicală de a instrui fizioterapeuții din cadrul spitalului pentru a-i informa înainte de realizarea tratamentelor utilizând aparate de diatermie cu unde scurte, astfel încât să poată fi efectuată o evaluare a riscului asociat expunerii la CEM și să poată fi puse în aplicare măsuri de control adecvate, dacă este cazul.

## 5. ATELIER DE INGINERIE

### 5.1. Locul de muncă

O întreprindere de inginerie a dorit să evalueze modul în care activitatea acesteia va fi afectată de punerea în aplicare a Directivei privind CEM. Întreprinderea are în atelierul de inginerie o varietate de echipamente electrice, printre care:

- aparat de examinare cu particule magnetice;
- demagnetizator;
- mașină de rectificat suprafețe;
- ghilotină pentru tablă;
- ferăstrău tip bandă;
- ferăstrău electric;
- ferăstrău pentru debitat;
- mașină de frezat (motor);
- mașină de găurit cu coloană;
- mașină de îndoit benzi cu fir incandescent;
- strunguri;
- mașină de găurit manuală;
- disc de rectificare.

### 5.2. Natura activității

Întreprinderea avea cunoștință de faptul că o parte din echipamentele sale, cum ar fi aparatul de examinare cu particule magnetice utilizat pentru testarea nedistructivă și demagnetizatorul utilizat pentru demagnetizarea componentelor, reprezintă surse de câmpuri electromagnetice. Cu toate acestea, întreprinderea a dorit, de asemenea, să afle dacă alte instrumente utilizate ar putea emite câmpuri electromagnetice de niveluri semnificative.

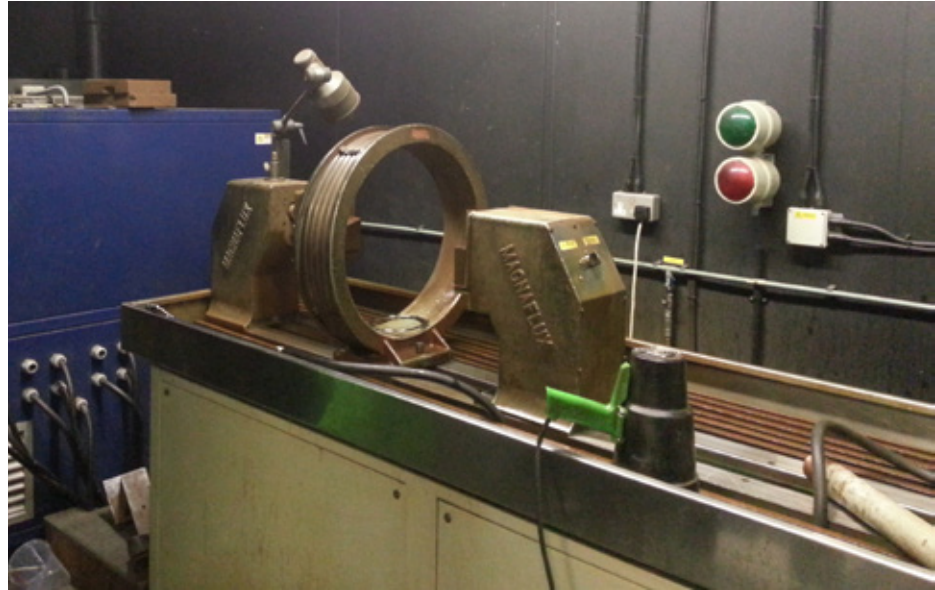
### 5.3. Modul de utilizare a aplicațiilor

#### 5.3.1. Examinare cu particule magnetice

Examinarea cu particule magnetice (figura 5.1) este utilizată în cadrul testării nedistructive a componentelor metalice. În timpul examinării cu particule magnetice, este aplicat un curent asupra unei piese feromagnetice pentru a o magnetiza, iar defectele de pe suprafața piesei de lucru vor perturba câmpul magnetic produs de curent. Vopseaua feromagnetică aplicată pe suprafața piesei în lucru, atunci când este privită sub o sursă de lumină adecvată, permite observarea oricăror defecte. Lucrătorul

care efectuează examinarea piesei în lucru lucrează, în general, foarte aproape de echipament.

**Figura 5.1. – Aparatul de examinare cu particule magnetice**



### 5.3.2. Demagnetizatorul

Întreprinderea utilizează un demagnetizator (figura 5.2) pentru demagnetizarea componentelor metalice în urma procesului de examinare cu particule magnetice. Componentele sunt încărcate manual într-un cărucior pe șine care trece prin alezajul bobinei demagnetizatorului. Operatorul împinge cu mâna componenta pe cărucior prin demagnetizator. Ulterior, componenta este descărcată din cărucior pe cealaltă parte a demagnetizatorului.

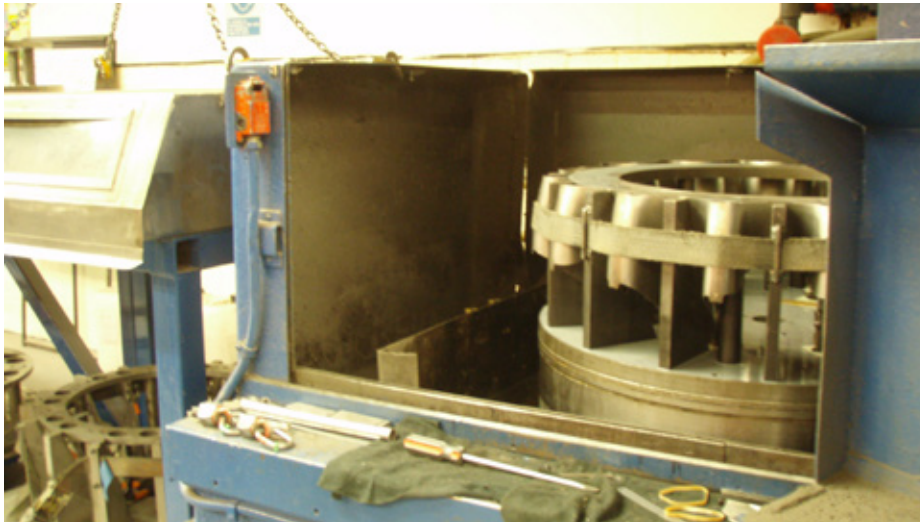
**Figura 5.2. – Demagnetizator cu cărucior pe șine**



### 5.3.3. Mașina de rectificat suprafețe

Mașina de rectificat suprafețe (figura 5.3) conține o masă rotativă cu o mandrină magnetică în câmp static pe care sunt fixate componentele de rectificat. Mandrina magnetică poate fi activată de operator atunci când sunt deschise panourile mașinii de rectificat.

**Figura 5.3. – Mașina de rectificat suprafețe**



### 5.3.4. Alte unelte utilizate în cadrul atelierului

Celelalte unelte utilizate în cadrul întreprinderii, enumerate mai jos, sunt utilizate de mai mulți lucrători în mod regulat:

- ghilotină pentru tablă;
- ferăstrău tip bandă;
- ferăstrău electric;
- ferăstrău pentru debitat;
- mașină de frezat (motor);
- mașină de găurit cu coloană;
- mașină de îndoit benzi cu fir incandescent;
- strunguri;
- mașină de găurit manuală;
- disc de rectificare.

## 5.4. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

Întreprinderea avea cunoștință de faptul că ar putea exista riscuri de generare a unor CEM asociate aparatului de examinare cu particule magnetice și demagnetizatorului, întrucât informațiile furnizate de producători avertizează că echipamentele ar putea afecta stimulatoarele cardiace. Cu toate acestea, nu a fost furnizată nicio explicație suplimentară cu privire la acest risc. Întreprinderea nu a putut găsi nicio informație privind securitatea din punctul de vedere al CEM despre celelalte unelte din locul respectiv și, prin urmare, a consultat listele de echipamente din tabelul 3.2, capitolul 3, volumul I al ghidului. Pe baza listelor, ea a fost în măsură să concluzioneze că este puțin probabil ca majoritatea uneltelor electrice de mână și a echipamentelor electrice mai mici să prezinte o problemă în ceea ce privește expunerea la CEM.

## 5.5. Metoda evaluării expunerii

Din cauza lipsei informațiilor disponibile privind riscul de expunere la CEM asociat aparatului de examinare cu particule magnetice și demagnetizatorului, întreprinderea a decis să numească un consultant expert pentru a efectua o evaluare detaliată. Întreprinderea a dorit să afle nivelul de risc și să stabilească dacă ar putea exista riscuri asociate cu oricare dintre echipamentele menționate.

Consultantul a efectuat măsurători ale inducției magnetice variabile în timp din jurul echipamentului utilizând un instrument cu filtru electronic încorporat care oferă un rezultat procentual derivat folosind metoda vârfului ponderat în timp, ceea ce a permis o comparație directă cu nivelurile de acțiune (AL). Pentru câmpurile magnetice statice, consultantul a utilizat un magnetometru Hall cu trei axe, care măsoară intensitatea câmpului magnetic.

## 5.6. Rezultatele evaluării expunerii

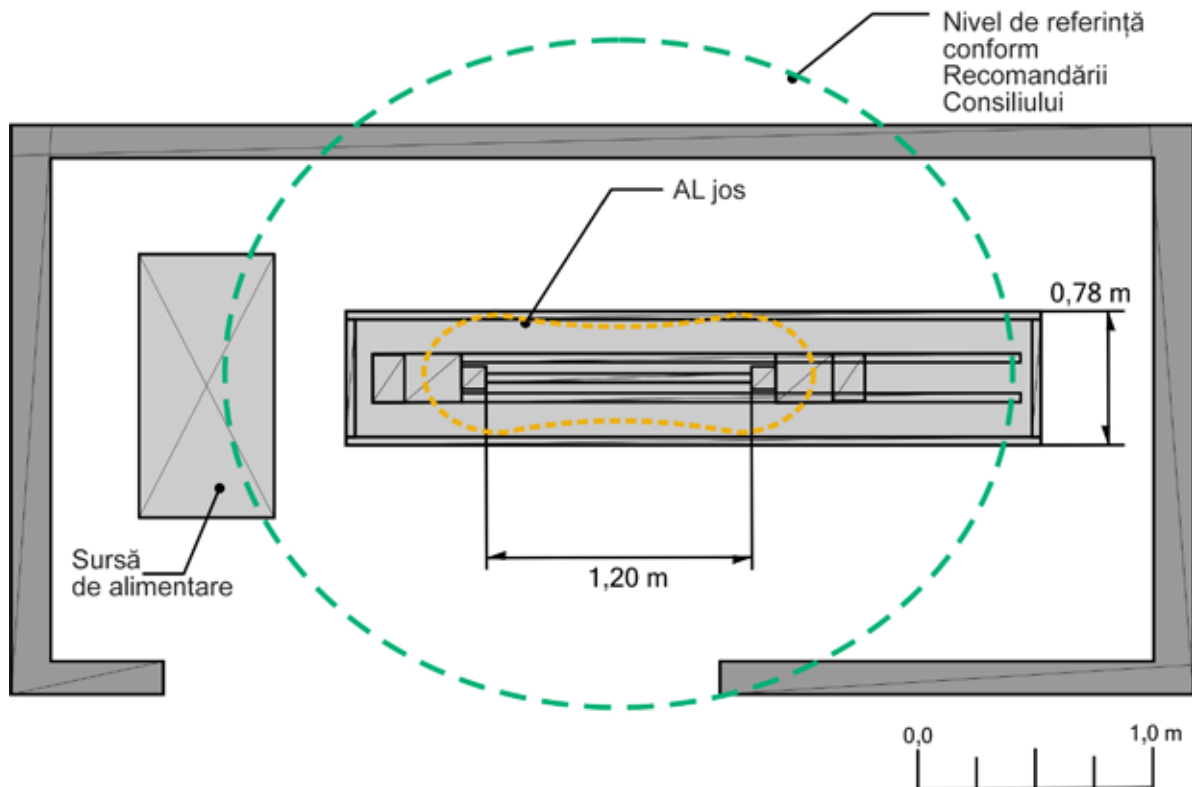
### 5.6.1. Examinare cu particule magnetice

În mod normal, aparatul de examinare cu particule magnetice funcționează în intervalul 1-4 kA. Măsurătorile inducției magnetice au fost efectuate cu echipamentul funcționând în configurația maximă de 10 kA. Echipamentul a fost configurat în modul de magnetizare radială, curentul fiind aplicat direct pe piesa de lucru. În timpul inspecției, s-a observat că operatorul stă în picioare la o distanță de 60 cm de piesa în lucru și, prin urmare, măsurătorile au fost efectuate în această poziție. Nivelul de acțiune jos nu a fost depășit pentru această poziție.

Măsurătorile au fost efectuate și în diferite alte poziții în jurul echipamentului, iar rezultatele au fost comparate cu AL, precum și cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. Nivelurile respective pot fi utilizate ca un indicator general pentru expunerea lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

Zonele în care ar putea fi depășite nivelurile de acțiune și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului sunt ilustrate în figura 5.4. Conturul aferent AL jos este limitat în întregime la patul mașinii, în timp ce conturul aferent nivelurilor de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului se extinde până la aproximativ 1,5 m de piesa în lucru și până la 0,4 m în zonele adiacente cabinei aparatului de examinare cu particule magnetice.

**Figura 5.4. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelul de acțiune jos (galben) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde)**



### 5.6.2. Demagnetizatorul

Contractantul a efectuat măsurători ale câmpurilor magnetice în jurul demagnetizatorului, care sunt prezentate în tabelul 5.1. S-a constatat că inducția magnetică se află sub AL jos la 40 cm de centrul alezajului magnetului și depășește doar AL înalt la același nivelul cu fața plană a magnetului. Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost depășite la 1 m de alezajul magnetului.

Zonele în care ar putea fi depășite AL și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului sunt ilustrate în figura 5.5.



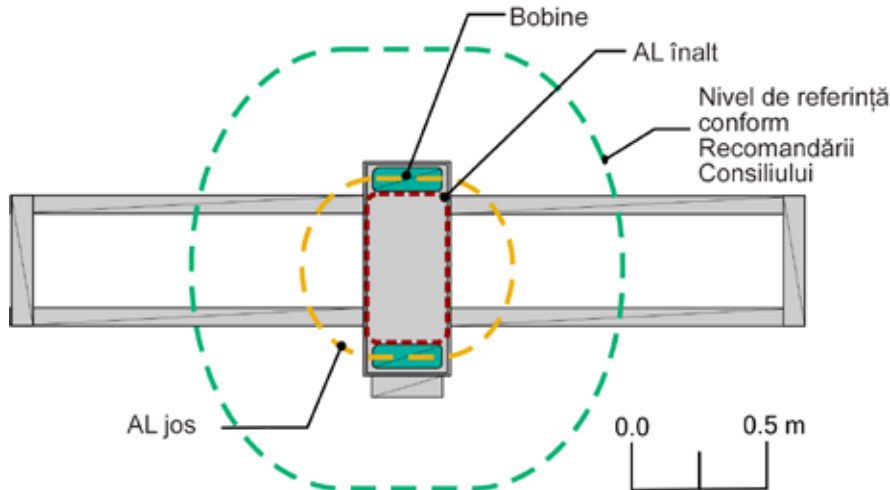
**Tabelul 5.1. – Inducții magnetice măsurate în jurul demagnetizatorului exprimate ca procent din nivelurile de acțiune prevăzute în Directiva privind CEM**

Poziție de măsurare	Cantitate măsurată			Expunere prin raportare la Directiva privind CEM				
	Frecvență (Hz)	Inducție magnetică (μT)	Nivel de acțiune jos (μT)	Expunere (%)	Nivel de acțiune înalt (μT)	Expunere (%)	Nivel de acțiune pentru membre (μT)	Expunere (%)
<b>Partea operatorului a căruciorului pe șine:</b>								
• Aproape de partea dreaptă a panoului de comandă	50	590	1 000	59 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• Marginea șinei lângă magnet	50	1 400	1 000	140 %	6 000	23 %	18 000	7,8 %
• 40 cm de centrul alezajului magnetului	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
<b>1 m de centrul alezajului magnetului (pe partea demagnetizatorului):</b>								
• Capăt deschis	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
• Capăt închis	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
<b>Partea îndepărtată a căruciorului pe șine (pe altă parte decât cea a panoului de comandă)</b>								
• 25 cm de centrul alezajului magnetului	50	3 200	1 000	320 %	6 000	53 %	18 000	18 %
• 40 cm de centrul alezajului magnetului	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• 30 cm de carcasa magnetului (pe partea comutatorului de izolare)	50	250	1 000	25 %	6 000	4,2 %	18 000	1,4 %
<b>Deasupra căruciorului pe șine pe axa alezajului magnetului:</b>								
• Aliniere cu fața plană a magnetului (capătul deschis)	50	6 700	1 000	670 %	6 000	110 %	18 000	37 %
• Aliniere cu fața plană a magnetului (capătul închis)	50	6 700	1 000	600 %	6 000	100 %	18 000	33 %

NB: Măsurătorile au fost efectuate cu instrumentul în modul de măsurare a intensității câmpului, care a indicat că forma de undă a fost întotdeauna dominată de frecvența de bază de 50 Hz. Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la ± 10 % și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate în mod direct cu AL.



**Figura 5.5. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelul de acțiune înalt (roșu), nivelul de acțiune jos (galben) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul demagnetizatorului**



### 5.6.3. Mașina de rectificat suprafețe

Măsurătorile au fost efectuate în jurul mașinii de rectificat, care are integrată o mandrină magnetică pentru a fixa piesa în lucru.

Măsurătorile în jurul aparatului au demonstrat că valorile-limită de expunere (ELV) pentru expunerea la câmpuri magnetice statice nu ar fi depășite în nicio poziție. Cu toate acestea, AL pentru expunerea la dispozitivele medicale active implantate ar putea fi depășit în imediata apropiere a mandrinei magnetice (tabelul 5.2).

**Tabelul 5.2. – Distanța la care inducția magnetică scade la nivelul de acțiune pentru expunerea la dispozitive medicale active implantate (0,5 mT)**

Echipament	Distanța de la marginea laterală a mesei	Distanța de la marginea superioară a mesei
Mașină de rectificat Lumsden	15 cm	15 cm

*NB:* Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 5\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 din volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate în mod direct cu AL la evaluarea distanțelor de mai sus).

### 5.6.4. Alte unelte utilizate în cadrul atelierului

Măsurători ale inducției magnetice au fost efectuate în jurul altor unelte electrice din atelier, iar AL nu au fost depășite în jurul niciuna dintre ele.

Pentru uneltele menționate în tabelul 5.3, inducția magnetică nu a depășit în nicio poziție AL sau nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. Pentru uneltele menționate în tabelul 5.4, inducția magnetică a depășit în

unele poziții aproape de echipament nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.

**Tabelul 5.3. – Unelte care nu prezintă riscul generării de CEM**

Ghilotină pentru tablă	Procent din nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului
Ghilotină pentru tablă	33 %
Ferăstrău tip bandă	<1 %
Ferăstrău electric pentru metale	<1 %
Mașină de frezat	50 %
Mașină de găurit cu coloană	20 %
Mașină de îndoit benzi cu fir incandescent	20 %
Disc de rectificare	20 %
Strunguri	<2 %

**Tabelul 5.4. – Unelte în jurul cărora inducția magnetică a depășit nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului**

Echipament	Observații
Ferăstrău pentru debitat	280 % la suprafața echipamentului 100 % la 15 cm de motor 20 % în poziția operatorului
Mașină de rectificat/șlefuit	350 % la suprafața echipamentului 100 % la 10 cm de echipament
Mașină de găurit manuală	700 % la suprafața echipamentului 300 % în poziția tipică a corpului (la 7 cm în spatele mașinii) 100 % la 15 cm în spatele mașinii de găurit

## 5.7. Evaluarea riscurilor

Întreprinderea a realizat evaluări ale riscului specific expunerii la CEM pentru echipamentele sale, pe baza evaluărilor măsurătorilor efectuate de consultant (tabelele 5.5-5.9). Aceasta a fost în conformitate cu metodologia sugerată de OiRA. Concluziile evaluărilor riscurilor au fost următoarele:

- Aparatul de examinare cu particule magnetice – nivelurile de acțiune nu ar fi depășite în poziția tipică a operatorului. Lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc până la o distanță de aproximativ 1,5 m de piesa în lucru.
- Demagnetizatorul – lucrătorii ar putea depăși AL jos dacă stau în apropierea magnetului. Lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc până la o distanță de aproximativ 1 m de magnet.
- Mașina de rectificat suprafețe – lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc până la o distanță de aproximativ 15 cm de mandrina magnetică. Cu

toate acestea, s-a considerat că este puțin probabil ca un lucrător să se poziționeze atât de aproape de magnet.

- Mașina de găurit manuală – lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc atunci când utilizează această unealtă.
- Alte unelte – câmpurile magnetice care depășesc nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost măsurate în zona din jurul unora dintre unelte. Cu toate acestea, câmpurile magnetice au fost foarte localizate; prin urmare, s-a concluzionat că pericolul pentru lucrătorii care prezintă riscuri deosebite este mic.

Întreprinderea a elaborat și a documentat un plan de acțiune pe baza evaluării riscurilor.

**Tabelul 5.5. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru aparatul de examinare cu particule magnetice**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efectele directe ale expunerii la CEM:</p> <p>Nivelul de acțiune jos ar putea fi depășit în limitele patului mașinii</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1,5 m de piesa în lucru</p>	<p>Poziția tipică a operatorului este la 60 cm de la piesa în lucru, ceea ce înseamnă că nivelul de acțiune jos nu ar trebui să fie depășit în poziția operatorului.</p> <p>Echipamentul este utilizat într-o cabină.</p>	<p>Operatori</p> <p>Alți lucrători</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓				✓		Mic	<p>Operatorii și alți lucrători trebuie să beneficieze de formare și informare.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare pe echipament.</p> <p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze echipamentul sau să intre în cabină atunci când echipamentul este în uz.</p> <p>La intrarea în cabină trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție adecvate.</p>
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate)</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1,5 m de piesa în lucru</p>	<p>Lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate le este interzis să utilizeze acest echipament.</p>	<p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite</p>	✓			✓			Mic	<p>Informațiile privind acest pericol trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.</p> <p>La intrarea în cabină trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție adecvate.</p>

**Tabelul 5.6. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru demagnetizator**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efectele directe ale expunerii la CEM:</p> <p>Nivelul de acțiune jos ar putea fi depășit pe o distanță de până la 40 cm de magnet</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1 m de magnet</p>	Nu există	<p>Operatori</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓				✓		Mic	<p>Cu excepția cazului în care s-ar crea dificultăți în utilizarea echipamentelor, trebuie instalat un dispozitiv de protecție pentru a preveni lucrătorii să depășească nivelul de acțiune jos și trebuie să fie automatizate unele dintre operațiunile de demagnetizare mai repetitive.</p> <p>Operatorii și alți lucrători trebuie să beneficieze de formare și informare.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare.</p> <p>Zonele în care sunt depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului trebuie să fie demarcate.</p> <p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să intre în zona demarcată.</p> <p>La intrarea în zona demarcată trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție adecvate.</p>
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate)</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1 m de magnet</p>	<p>Lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate le este interzis să utilizeze acest echipament.</p>	<p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite</p>	✓			✓			Mic	<p>Informațiile privind acest risc trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.</p> <p>La intrarea în zona demarcată trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție adecvate.</p>

**Tabelul 5.7. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru mașina de rectificat**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale câmpului magnetic static	Nu există. ELV nu sunt depășite în nicio poziție.	Operatori	✓			✓			Mic	Nu este necesar
Efecte indirecte ale expunerii la câmpul magnetic static (efect asupra dispozitivelor medicale active implantate):  Nivelul de acțiune pentru expunerea la dispozitive medicale active implantate ar putea fi depășit pe o distanță de până la aproximativ 15 cm de mandrinele magnetice	Nu există.	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓		✓			Mic. Este puțin probabil ca un lucrător să se poziționeze atât de aproape de mandrinele magnetice.	<p>Informațiile privind acest risc trebuie să fie furnizate operatorilor care utilizează echipamentul.</p> <p>Trebuie interzis persoanelor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze mașina atunci când sunt deschise panourile.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție corespunzătoare pe echipament.</p>

**Tabelul 5.8. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru mașina de găurit manuală**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efectele directe ale expunerii la CEM:  Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 15 cm în spatele mașinii de găurit	Nu există	Operatori  Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓				✓		Mic	<p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze mașina de găurit manuală.</p> <p>Informațiile privind acest risc urmează să fie furnizate lucrătorilor.</p>
Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate):  Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 15 cm în spatele mașinii de găurit	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mic	<p>Trebuie interzis lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze acest echipament.</p> <p>Lucrătorii trebuie să fie informați cu privire la acest risc.</p>

**Tabelul 5.9. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru alte unelte electrice**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efectele directe ale expunerii la CEM:  Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite în zone foarte localizate din apropierea echipamentului	Nu există	Operatori  Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓			✓			Mic. Este foarte puțin probabil ca un lucrător să se poziționeze atât de aproape de echipament	Nu este necesar
Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate)  Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite în zone foarte localizate din apropierea echipamentului	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓		✓			Mic. Este foarte puțin probabil ca un lucrător să se poziționeze atât de aproape de echipament	Nu este necesar

## 5.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Înainte de efectuarea măsurătorilor de către consultant, existau foarte puține măsuri de precauție. Acestea se limitau la:

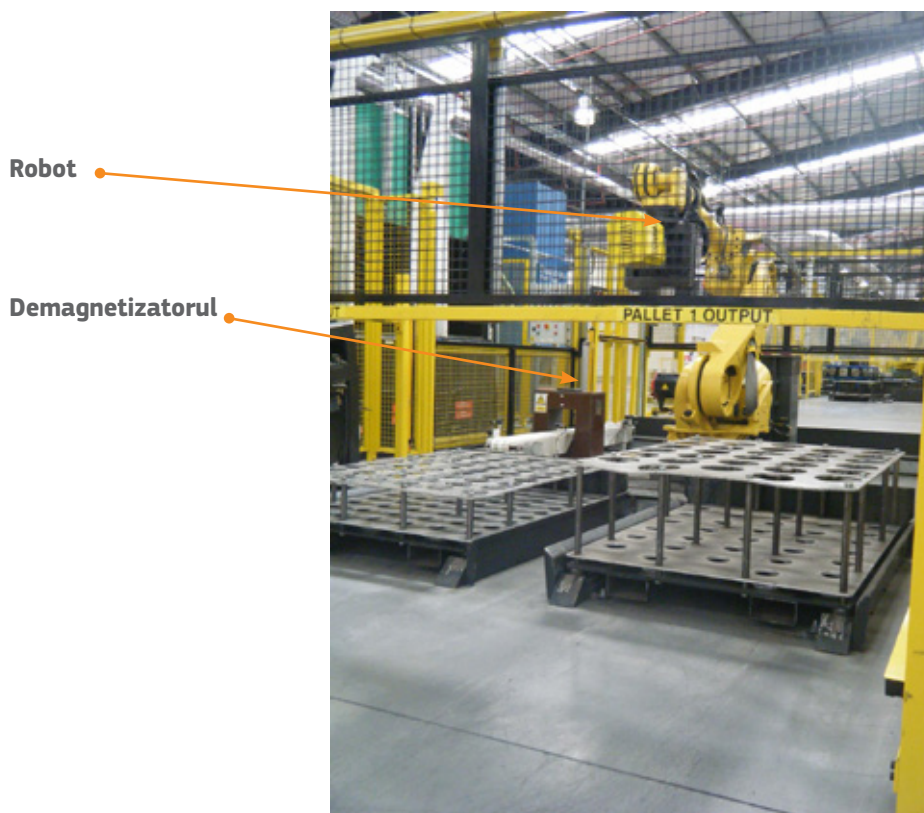
- interdicția pentru lucrătorii care poartă dispozitive medicale active implantate de a utiliza aparatul de examinare cu particule magnetice sau demagnetizatorul.

## 5.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Ca urmare a efectuării măsurătorilor și după o evaluare a riscurilor asociate echipamentului, întreprinderea a elaborat un plan de acțiune și a luat următoarele decizii:

- trebuie să fie montate patru ecrane nemetalice (Perspex) relativ mici pe fiecare parte a alezajului magnetului pe demagnetizator. Ecranele vor fi angulate spre interior astfel încât să nu cauzeze obstrucții semnificative, dar, în toate punctele, distanța trebuie să fie de aproximativ 40 cm față de deschiderea alezajului magnetului;
- unele dintre operațiunile de demagnetizare mai repetitive trebuie să fie automatizate, utilizând etape de manipulare robotizate și benzi transportoare (figura 5.6). Aceasta a avut beneficii suplimentare în ceea ce privește operațiunile de manipulare manuală în conformitate cu cerințele Directivei 90/269/CEE;
- trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție pe echipament și la intrarea în zonele în care ar putea fi depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului, dacă este cazul. În figura 5.7 sunt prezentate exemple de semne de avertizare;
- operatorii trebuie să beneficieze de formare pentru a-și crește nivelul de cunoaștere și trebuie să fie familiarizați cu rezultatele evaluării riscurilor și cu măsurile de prevenire și protecție corespunzătoare;
- trebuie să fie elaborate proceduri adecvate pentru a se asigura că toți lucrătorii, inclusiv vizitatorii și contractanții, sunt informați cu privire la potențialele probleme pentru lucrătorii care prezintă riscuri deosebite (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

**Figura 5.6. – Demagnetizatorul automat cu bandă transportoare într-o celulă de manipulare robotizată**



**Figura 5.7. – Exemplu de semne de avertizare și de interdicție**

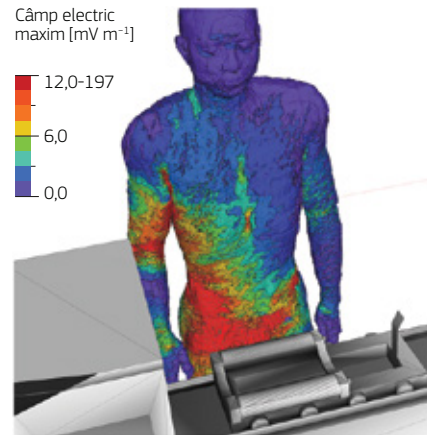
### 5.10. Trimitere la surse de informații suplimentare

Modelarea computerizată pe baza rezultatelor măsurărilor din jurul demagnetizatorului arată că, deși au fost depășite AL, câmpurile electrice induse nu au depășit ELV. Pentru cele trei situații de expunere menționate mai jos, câmpurile electrice induse au variat de la 5 % la 54 % din ELV joasă.

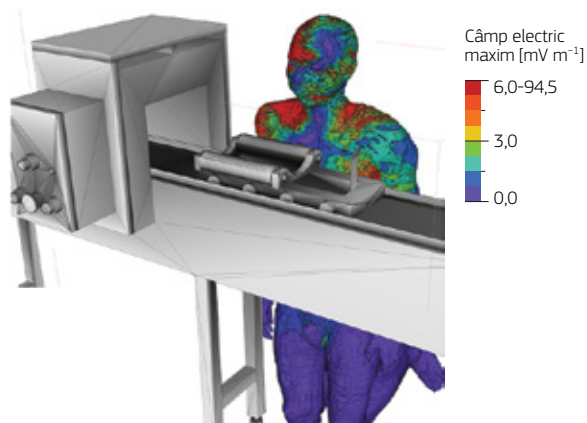
- în picioare în poziția 1, la 25 cm de alezajul magnetului (figura 5.8.a);
- în genunchi în poziția 1, la 25 cm de alezajul magnetului (figura 5.8.b);
- înclinat în poziția 2, la același nivel cu alezajul magnetului (figura 5.8.c).



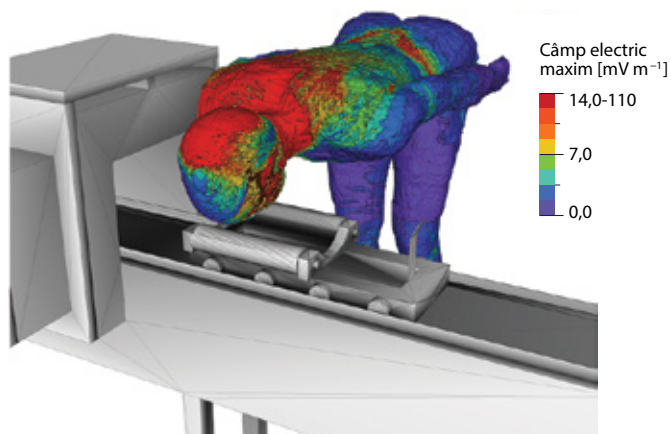
**Figura 5.8.a – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman ca urmare a expunerii la demagnetizator atunci când lucrătorul stă în picioare în poziția 1, la 25 cm de alezajul magnetului**



**Figura 5.8.b – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman ca urmare a expunerii la demagnetizator atunci când lucrătorul stă în genunchi în poziția 1, la 25 cm de alezajul magnetului**



**Figura 5.8.c – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman ca urmare a expunerii la demagnetizator atunci când lucrătorul stă înclinat în poziția 2, la același nivel cu alezajul magnetului**



## 6. AUTOVEHICULE

### 6.1. Locul de muncă

Acest studiu de caz vizează aparatele portabile de sudură în puncte și încălzitoarele cu inducție utilizate într-un atelier de reparații pentru caroserii auto. Deși aceasta nu se încadrează în categoria întreprinderilor mici sau mijlocii, utilizarea aparatelor de sudură în puncte de către un producător de vehicule internațional de prim rang este descrisă, de asemenea, pe scurt în secțiunea 6.11.

### 6.2. Natura activității

Aparatele portabile de sudură în puncte (figura 6.1) și încălzitoarele cu inducție (figura 6.3) pot prezenta un risc din cauza câmpurilor magnetice puternice variabile în timp generate de curenții electrici de mare intensitate utilizați pentru a suda sau a încălzi metalul. Acest studiu de caz are în vedere două aparate portabile de sudură în puncte și trei sisteme de încălzire cu inducție utilizate în mod obișnuit în atelierele de reparații pentru caroserii auto.

**Figura 6.1. – Un aparat portabil de sudură în puncte utilizat pentru a monta un panou nou**



### 6.3. Modul de utilizare a aplicațiilor

Majoritatea vehiculelor moderne sunt fabricate prin sudarea panourilor pentru a crea o singură carcasă în care sunt fixate ulterior componentele principale. De cele mai multe ori, sudurile sunt realizate cu aparate de sudură în puncte. Aparatele portabile de sudură în puncte constau într-un pistol de sudură conectat la o unitate de control în care se află

sisteme electrice și de răcire. Pistolul folosește doi electrozi din aliaj de cupru turnați pentru a produce sudura în puncte. Dimensiunea electrozilor poate varia în funcție de locul punctului de pe caroseria care trebuie sudată. Un exemplu de aparat de sudură utilizat în atelierelor de reparații pentru caroserii auto care face obiectul evaluării este ilustrat în figura 6.2.

**Figura 6.2. – Aparat portabil de sudură tipic utilizat în atelierelor de reparații pentru caroserii auto. Sistemul este mobil, iar unitatea de control este pe roțile. Cablurile electrice și de alimentare cu lichid de răcire pornesc din partea frontală a aparatului și merg până în spatele pistolului de sudură, care este așezat în suportul său din partea stângă a panoului de comandă**



În mod normal, în timpul operațiilor de service sau de reparare a vehiculelor, de regulă din cauza coroziunii, lucrătorii trebuie să încălzească componentele metalice pentru a le putea îndepărta. Încălzitoarele cu inducție sunt alcătuite dintr-o bobină electromagnetică prin care trece un curent alternativ de joasă frecvență. Câmpul magnetic creat în jurul bobinei induce curenți electrice, denumiți curenți Foucault, în obiectul-țintă, iar rezistența la acești curenți determină încălzirea obiectului. Unul dintre încălzitoarele care fac obiectul evaluării este ilustrat în figura 6.3.

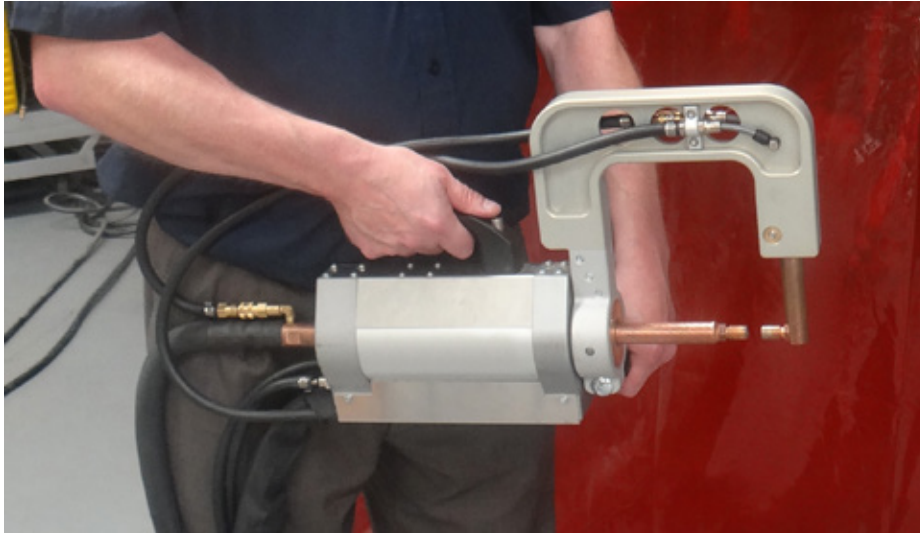
**Figura 6.3. – Un încălzitor portabil cu inducție de 1 kW utilizat pentru a încălzi un bulon blocat**



#### **6.4. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM**

Dintre cele două aparate de sudură utilizate în atelierul de reparații pentru caroserii auto care a făcut obiectul evaluării, unul a utilizat un pistol „de tip C” care poate fi echipat cu brațe de 160 mm sau de 550 mm, iar unul a utilizat un pistol „de tip X”, care poate fi echipat cu electrozi de 160 mm sau de 550 mm. Diferitele tipuri de pistoale sunt ilustrate în figurile 6.4 și 6.5. Ambele aparate de sudură au utilizat cureni între 7 500 A și 12 000 A și au funcționat la o frecvență de 2 kHz. Cu toate acestea, în timp ce pistolul „de tip C” a utilizat un transformator aflat la distanță pentru a furniza curentul de sudură, pistolul „de tip X” a utilizat un transformator miniaturizat integrat. Aceasta a însemnat că, în acest aparat de sudură, alimentarea cu energie electrică de 50-60 Hz trece de-a lungul cablului dintre unitatea de control și pistolul de sudură, iar nu curentul de sudură mult mai mare. Semnificația acestui aspect este discutată ulterior în prezentul studiu de caz.

**Figura 6.4. – Pistol de sudură „de tip C” utilizat în atelierul de reparații, echipat cu braț de 160 mm. Corpul principal al pistolului (în mâna lucrătorului) conține pistonul care împinge electrozii unul spre celălalt. Curentul de sudură este distribuit de la unitatea de control prin cablurile din stânga imaginii**



**Figura 6.5. – Pistol de sudură „de tip X” utilizat în atelierul de reparații, cu electrozi de 550 mm. Cei doi electrozi sunt împinși unul către celălalt, într-o mișcare de pensare, de un piston integrat în corpul principal al pistolului (între mâinile lucrătorului), care conține, de asemenea, transformatorul de alimentare cu curentul de sudură**





Cele trei încălzitoare cu inducție utilizate în atelierul de reparații care fac obiectul evaluării au puteri diferite: 1 kW, 4 kW și 10 kW. Încălzitorul de 1 kW a funcționat la o frecvență de 15 kHz, iar încălzitoarele de 4 kW și de 10 kW au funcționat la o frecvență cuprinsă între 17 și 40 kHz. Frecvența utilizată de încălzitoarele de 4 kW și de 10 kW variază, întrucât acestea sunt în măsură să regleze automat frecvența curentului aplicat pentru a asigura cuplarea maximă cu obiectul încălzit.

Încălzitorul de 1 kW este alcătuit dintr-o unitate portabilă, care grupează transformatorul și elementul de încălzire într-o singură unitate, nefiind echipat cu sistem de răcire activă (figura 6.3). Încălzitoarele de 4 kW și de 10 kW sunt alcătuite dintr-o unitate de alimentare separată și elementul portabil de încălzire, fiind echipate cu sisteme de răcire activă (figura 6.6).

**Figura 6.6. – Încălzitoare cu inducție de 4 kW (stânga) și de 10 kW (dreapta) utilizate pentru încălzirea componentelor metalice în atelierul de reparații. În aceste cazuri, transformatorul este amplasat într-o unitate de alimentare separată (în stânga imaginilor), iar cablurile electrice și de alimentare cu lichid de răcire conectează unitatea de alimentare la elementul de încălzire (care este ținut de lucrător în fiecare caz). Acestea se află în contrast cu încălzitorul de inducție de 1 kW, mult mai simplu, ilustrat în figura 6.3**



## 6.5. Metoda evaluării expunerii

Un organism reprezentativ din industria autovehiculelor a fost preocupat de implicațiile Directivei privind CEM asupra membrilor săi, dintre care unii sunt furnizorii de echipamente electrice de sudură și încălzire. Ei consideră că aparatele de sudură în puncte și încălzitoarele cu inducție utilizate în mod normal în atelierelor de reparații

auto ar putea expune lucrătorii la câmpuri care depășesc nivelurile de acțiune relevante prevăzute la articolul 3 alineatul (2) din Directiva privind CEM. Aceasta se datorează faptului că atât aparatele de sudură în puncte, cât și încălzitoarele cu inducție, utilizează curenți mari, precum și faptului că lucrătorii le țin adesea aproape de corp în timpul utilizării, astfel cum este ilustrat în figurile 6.1, 6.4, 6.5 și 6.6.

Prin urmare, organismul respectiv a contractat un expert care a fost implicat într-un proiect european pentru a elabora orientări privind expunerile profesionale la câmpuri electromagnetice. S-au luat astfel măsuri pentru ca expertul contractat să efectueze o evaluare a unei serii de echipamente din atelierul de reparații al unui colegiu din sectorul autovehiculelor.

Expertul contractat a realizat măsurători ale inducției magnetice variabile în timp în jurul aparatelor de sudură și al încălzitoarelor descrise mai sus folosind o sondă izotropică (cu trei axe) (figura 6.7). Instrumentul conținea un filtru electronic integrat care calcula rezultatul în procente, folosind metoda vârfului ponderat în timp și, prin urmare, a permis o comparație directă cu AL prevăzute în Directiva privind CEM. Instrumentul avea, de asemenea, un analizor de spectru integrat, care a permis examinarea conținutului de armonici al formei de undă de analizat.

**Figura 6.7. – Măsurători în jurul aparatului de sudură în puncte utilizat în cadrul atelierului de reparații echipat cu pistol „de tip C” și braț de 160 mm. Pistolul de sudură „de tip X” este ilustrat în fundal**



## 6.6. Rezultatele evaluării expunerii

Rezultatele măsurătorilor obținute de către expertul contractat sunt ilustrate în figurile și în tabelul de mai jos. În toate cazurile, măsurătorile au fost efectuate în timpul utilizării aparatului de sudură sau a încălzitorului în condiții tipice în cadrul atelierului de reparații. Au fost efectuate măsurători pentru a stabili perimetrul zonei din jurul fiecărui pistol de sudură și al fiecărui încălzitor cu inducție pentru care:

- au fost depășite AL prevăzute în Directiva privind CEM;

- poate exista o problemă de securitate pentru lucrătorii care prezintă riscuri deosebite. Măsurătorile au fost efectuate prin raportare la nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

Aparatele de sudură în puncte și încălzitoarele cu inducție au funcționat la frecvențe cuprinse între 2 și 36 kHz. În acest interval de frecvență, AL înalt și jos prevăzute în Directiva privind CEM sunt identice. Prin urmare, atunci când rezultatul unei măsurători a intensității câmpului magnetic este prezentat ca procent din nivelul de acțiune, el reprezintă procentul atât din AL înalt, cât și din AL jos. Dacă este cazul, măsurătorile sunt exprimate, de asemenea, ca procent din AL pentru membre prevăzute în Directiva privind CEM.

### 6.6.1. Rezultatele evaluării expunerii pentru aparatele de sudură în puncte utilizate în cadrul atelierului de reparații

Figurile 6.8-6.11 ilustrează întinderea zonelor din jurul fiecărui pistol de sudură în care sunt depășite AL pentru membre sau AL înalt și jos prevăzute în Directiva privind CEM sau ambele. Figura 6.11 prezintă, de asemenea, întinderea zonei din jurul pistolului „de tip X” atunci când este echipat cu electrozi de 550 mm în care sunt depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. În toate cazurile, contururile din jurul pistoalelor reprezintă 100 % din nivelul relevant, unde culoarea albastră reprezintă AL pentru membre, culoarea roșie reprezintă AL înalt și jos, iar culoarea verde reprezintă nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. În plus, tabelul 6.1 prezintă extinderea zonelor în care sunt depășite AL relevante în jurul cablului pistolului de sudură „de tip C”.

**Figura 6.8. – Vedere în plan indicând contururile în limitele cărora pot fi depășite AL pentru membre (albastru) și AL înalt/jos (roșu) în jurul pistolului „de tip C” echipat cu braț de 160 mm utilizat în cadrul atelierului de reparații**

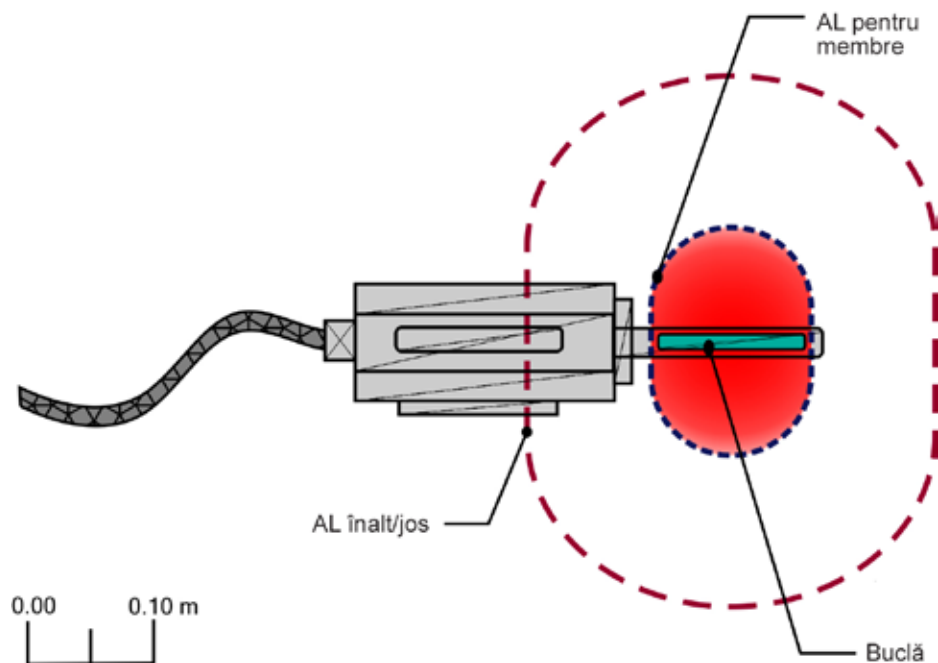




Figura 6.9. – Vedere în plan indicând contururile în limitele cărora pot fi depășite AL pentru membre (albastru) și AL înalt/jos (roșu) în jurul pistolului „de tip C” echipat cu braț de 550 mm utilizat în cadrul atelierului de reparații

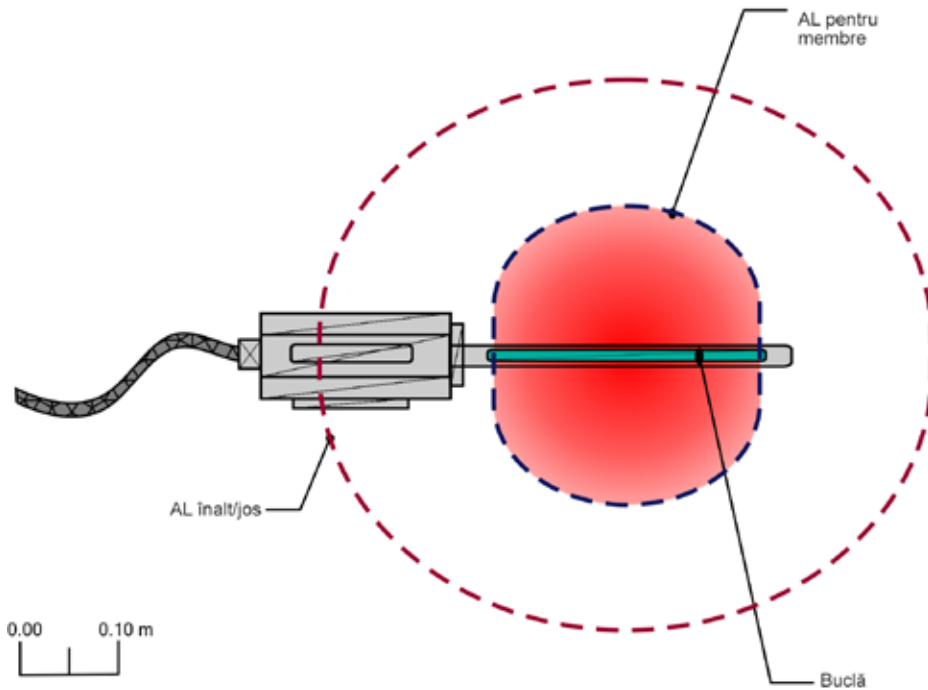
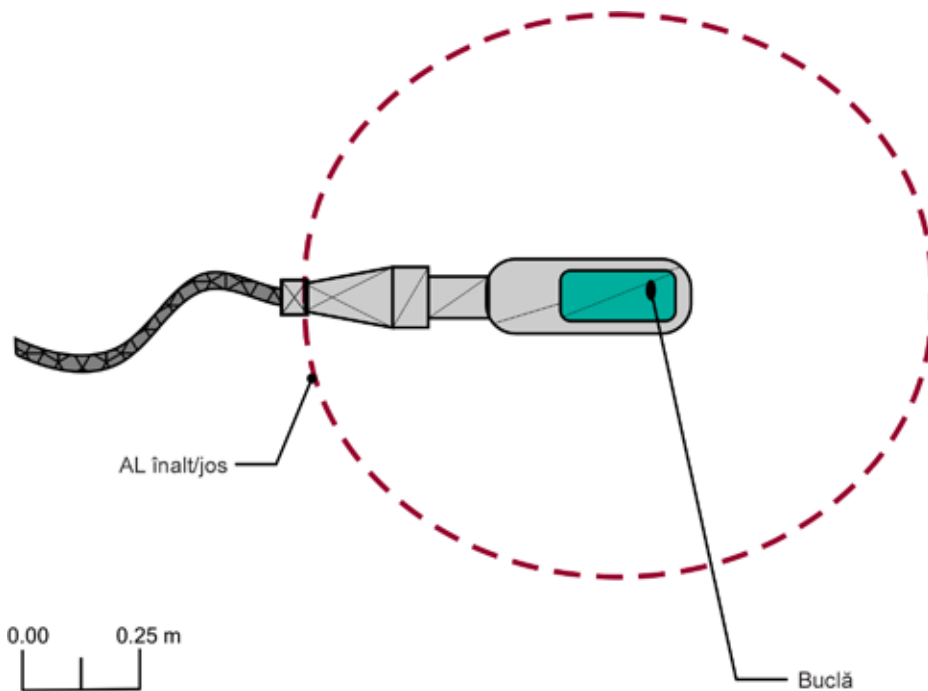
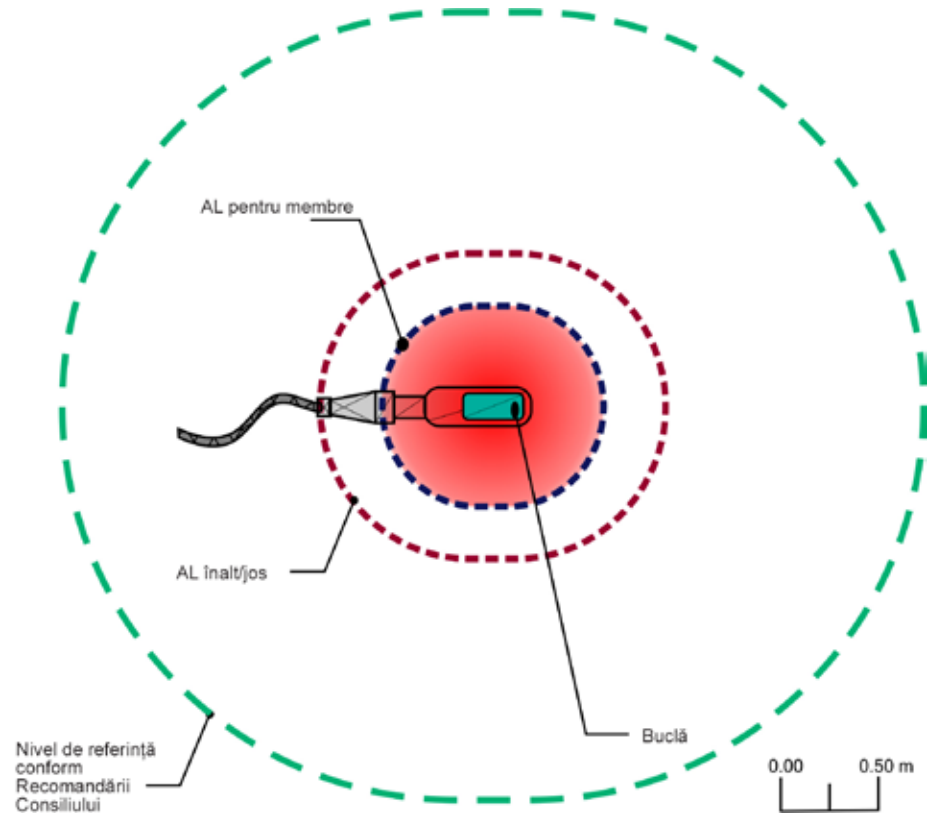


Figura 6.10. – Vedere în plan indicând contururile în limitele cărora ar putea fi depășite AL înalt/jos (roșu) în jurul pistolului „de tip X” echipat cu electrozi de 160 mm utilizat în cadrul atelierului de reparații



**Figura 6.11. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite AL pentru membre (albastru), AL înalt/jos (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul pistolului „de tip X” echipat cu electrozi de 550 mm utilizat în cadrul atelierului de reparații**



**Tabelul 6.1. – Rezultatele măsurătorilor pe cablul dintre pistolul de sudură „de tip C” și unitatea de control**

Tipul de clește de sudură	Curent (A)	% din AL înalt/jos <sup>(1)</sup> la 10 cm de cablu	% din AL înalt/jos <sup>(1)</sup> la 12 cm de cablu	% din AL pentru membre <sup>(2)</sup> la 8 cm de cablu
160 mm „tip C”	8 000	180	100	100

<sup>(1)</sup> Niveluri de acțiune înalt și jos pentru inducția magnetică la frecvența de 2 kHz: 150  $\mu$ T.

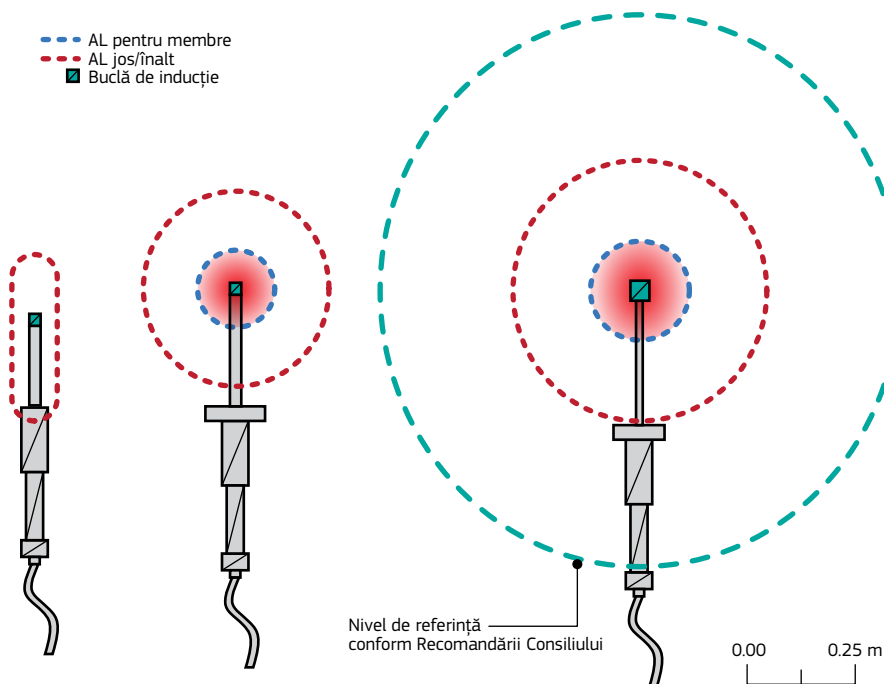
<sup>(2)</sup> Niveluri de acțiune pentru membre în cazul inducției magnetice la o frecvență de 2 kHz: 450  $\mu$ T.

*NB:* Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

### 6.6.2. Rezultatele evaluării expunerii la încălzitoarele cu inducție utilizate în cadrul atelierului de reparații pentru caroserii auto

Figura 6.12 prezintă elementele de încălzire ale celor trei încălzitoare cu inducție, încălzitorul de 1 kW aflându-se în partea stângă, încălzitorul de 4 kW în mijloc, iar încălzitorul de 10 kW în partea dreaptă. În toate cazurile, contururile din jurul elementelor de încălzire reprezintă 100 % din nivelul relevant, unde culoarea albastră reprezintă AL pentru membre din Directiva privind CEM, culoarea roșie reprezintă AL înalt și jos din Directiva privind CEM, iar culoarea verde reprezintă nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.

**Figura 6.12. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite AL pentru membre (albastru), AL înalt/jos (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul celor trei încălzitoare cu inducție utilizate în cadrul atelierului de reparații (încălzitorul de 1 kW la stânga, cel de 4 kW în mijloc, iar cel de 10 kW în dreapta)**



### 6.7. Concluziile evaluărilor expunerii

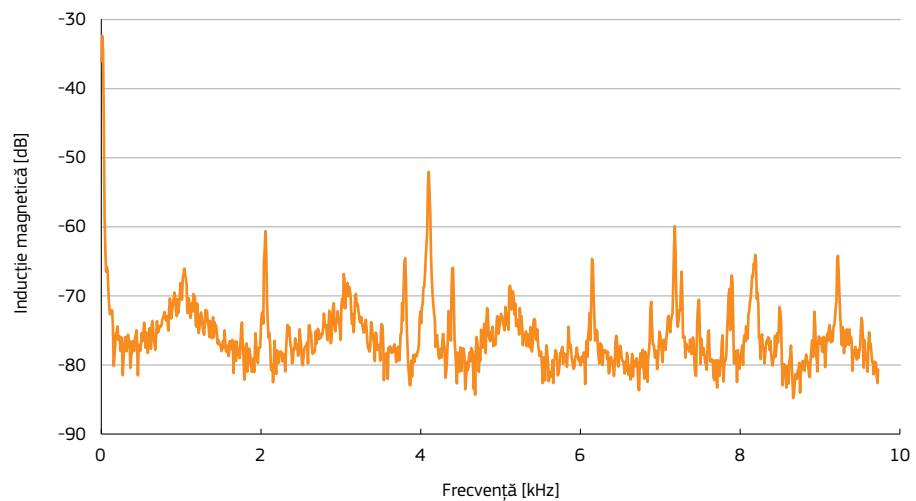
În funcție de tipul de pistol, AL pentru membre prevăzut în Directiva privind CEM a fost depășit pe o distanță între 10 și 22 cm de cleștele de sudură, iar AL înalt și jos prevăzute în Directiva privind CEM au fost depășite pe o distanță între 20 și 32 cm față de clește. Atunci când au fost măsurate, nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost depășite pe o distanță de până la câțiva metri de cleștele de sudură.

Conform constatărilor expertului contractat, cablurile de alimentare pentru pistolul „de tip C” au generat în jurul lor câmpuri magnetice care depășesc AL pentru membre și AL înalt și jos, în timp ce pentru cablurile pistolului „de tip X” nu s-au înregistrat depășiri. Într-adevăr, AL pentru membre a fost depășit pe o distanță de până la 8 cm față de cabluri, iar AL înalt și jos au fost depășite pe o distanță de până la 12 cm față de

cabluri. Potrivit expertului contractat, aceasta se datorează faptului că prin cablurile pistolului „de tip C” se transportă curentul de sudură de la unitatea de control la pistol, în timp ce pistolul „de tip X”, care conține un transformator integrat, are un cablu care transportă doar curent de alimentare de la rețea la o frecvență de 50-60 Hz.

Expertul contractat a confirmat că frecvența de bază a curentului de sudură pentru aparatele de sudură în puncte utilizate în cadrul atelierului de reparații a fost de 2 kHz, deși mai multe armonici au contribuit în mod semnificativ la expunerea totală. Pentru a demonstra acest fapt, figura 6.13 prezintă distribuția spectrală a formei de undă obținute pentru pistolul „de tip C” cu braț de 160 mm utilizat în atelierul de reparații.

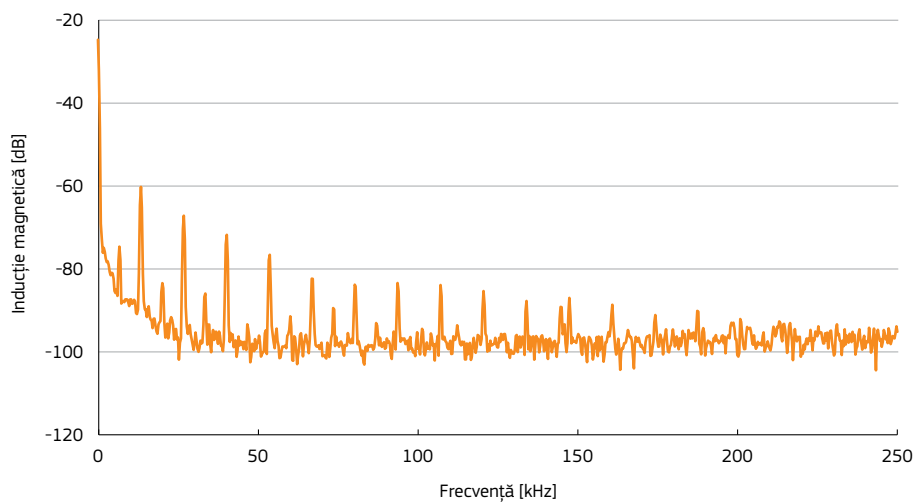
**Figura 6.13. – Distribuția spectrală a formei de undă generate de pistolul „de tip C” cu braț de 160 mm**



În ceea ce privește încălzitoarele cu inducție, în funcție de puterea încălzitorului, AL pentru membre a fost depășit pe o distanță între 7 și 11 cm de elementul de încălzire spre mâna lucrătorului, iar AL înalt și jos au fost depășite pe o distanță între 13 și 18 cm de la mijlocul elementului de încălzire în toate direcțiile.

Frecvența de bază a încălzitoarelor a variat. Încălzitorul de 1 kW a avut o frecvență de bază de 15 kHz, iar încălzitoarele de 4 kW și de 10 kW au utilizat o frecvență de 36 kHz. La fel ca la aparatele de sudură, mai multe armonici au avut o contribuție semnificativă la expunerea totală în fiecare caz. Pentru a demonstra acest fapt, figura 6.14 prezintă distribuția spectrală a formei de undă generate de încălzitorul cu inducție de 1 kW.

**Figura 6.14. – Distribuția spectrală a formei de undă generate de încălzitorul cu inducție de 1 kW**



## 6.8. Evaluarea riscurilor

Având în vedere rezultatele măsurătorilor, expertul contractat a concluzionat că, întrucât pistoalele de sudură în puncte sunt ținute în mână, aproape de corp, expunerea lucrătorilor la câmpuri magnetice ar putea să depășească AL relevante prevăzute în Directiva privind CEM și, posibil, valoarea-limită de expunere pertinentă (ELV). De asemenea, măsurătorile din jurul cablurilor de alimentare a pistolului „de tip C” indică faptul că acestea ar putea cauza expuneri care depășesc, la rândul lor, AL relevant.

De asemenea, potrivit constatărilor expertului contractat, câmpurile magnetice au depășit nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pe o distanță de până la câțiva metri de pistoalele de sudură. Nivelurile de referință pot fi utilizate ca un indicator general pentru persoanele care prezintă riscuri deosebite ca urmare a efectelor indirecte ale expunerii (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

În ceea ce privește încălzitoarele cu inducție, expertul contractat a concluzionat că lucrătorii care utilizează aparatele nu au fost expuși la câmpuri care depășesc AL, întrucât elementele de încălzire au fost ținute la o distanță suficientă de mâini și corp în timpul încălzirii. Cu toate acestea, câmpurile magnetice au fost suficiente pentru a depăși nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pe o distanță de până la 0,5 m de încălzitorul de 10 kW. Prin urmare, expertul contractat a recomandat luarea în considerare a persoanelor care prezintă riscuri deosebite în urma efectelor indirecte ale expunerii la câmpurile magnetice generate de încălzitoare (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

Având în vedere aceste concluzii, consultantul a elaborat un proiect de evaluare a riscului specific expunerii la CEM pentru utilizarea aparatelor de sudură în puncte și a încălzitoarelor cu inducție, utilizând metodologia propusă de OiRA. Evaluarea și-a propus să stabilească măsurile care ar trebui luate pentru a proteja lucrătorii și a se asigura că aceștia nu sunt expuși la câmpuri magnetice care depășesc AL. Evaluarea riscului specific expunerii la CEM este prezentată în tabelul 6.2.

## 6.9. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Nu există.

**Tabelul 6.2. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru utilizarea aparatelor manuale de sudură în puncte și a încălzitoarelor cu inducție în atelierelor de reparații**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale frecvenței reduse	Nu există. Măinile și corpul se află de multe ori aproape de cleștele de sudură pentru a sprijini greutatea pistolului în timpul sudării	Lucrători din atelier	✓				✓		Mic	Modificări ale modului în care se desfășoară activitățile de sudură – utilizarea unor balansiere pentru a susține greutatea pistolului și pentru a permite lucrătorilor să își țină mâinile și corpul departe de electrozii de sudură.
	Elementele de încălzire ale încălzitoarelor cu inducție sunt ținute, de regulă, la o lungime de braț		✓				✓		Mic	Proceduri standard de operare pentru activitatea de sudură.  Semne de avertizare aplicate pe aparatele de sudură și pe încălzitoare.  Formarea lucrătorilor cu privire la riscul expunerii la CEM.
		Lucrătoare gravide	✓				✓		Mic	Aparatele de sudură/ încălzitoare nu trebuie să fie utilizate de către lucrătoarele gravide sau în apropierea acestora
Efecte indirecte ale expunerii la frecvențe joase (interferență cu dispozitivele medicale active implantate)	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mic	Aparatele de sudură/ încălzitoare nu trebuie să fie utilizate de către lucrătorii care poartă dispozitive medicale active implantate sau în apropierea acestora.  Formarea lucrătorilor cu privire la riscul expunerii la CEM.

## 6.10. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Ca urmare a evaluării riscurilor, administratorul a decis să pună în aplicare următoarele măsuri de precauție:

- luarea de măsuri, acolo unde este posibil, pentru a se asigura că lucrătorii își țin mâinile și corpul departe de pistolul aparatului de sudură în puncte și, dacă

este necesar, departe de alte conductoare și cabluri de alimentare. De exemplu, administratorul a introdus balansiere pentru a suspenda pistoalele aparatelor de sudură. Aceasta a însemnat că lucrătorii nu mai trebuiau să susțină greutatea pistoalelor și, în consecință, puteau să stea întotdeauna în spatele pistolului și să țină în poziție doar partea din spate a pistolului în timpul operațiunii de sudură;

- afișarea de semne pe aparatele de sudură și pe încălzitoare pentru a avertiza cu privire la existența câmpurilor magnetice puternice și interzicerea utilizării aparatului de sudură sau a încălzitorului de către sau în prezența persoanelor care poartă dispozitive medicale active implantate și a altor lucrători care prezintă riscuri deosebite, cum ar fi lucrătoarele gravide. În figura 6.15 sunt oferite exemple de semne de avertizare și de interdicție aplicate pe aparatele de sudură utilizate în atelierul de reparații;

**Figura 6.15. – Exemple de semn de avertizare privind existența unor câmpuri magnetice puternice și de semn de interdicție a utilizării aparatului de sudură de către sau în prezența persoanelor care poartă dispozitive medicale active implantate**



- furnizarea de informații lucrătorilor, inclusiv rezultatul evaluării riscurilor;
- furnizarea de instrucțiuni lucrătorilor cu privire la modul de limitare a expunerii lor sub AL prevăzute în Directiva privind CEM;
- asigurarea, prin programe de inducție adecvate, a faptului că ceilalți lucrători sunt conștienți de pericolul expunerii la câmpurile magnetice generate de aparatele de sudură și de încălzitoare;
- revizuirea periodică a evaluării riscurilor.

## 6.11. Aparatele de sudură în fabricarea vehiculelor

Deși producătorii internaționali de vehicule nu pot fi considerați întreprinderi mici sau mijlocii, importanța sudării în puncte pentru această industrie este suficient de mare pentru ca autorii ghidului să considere că este important să includă în acesta evaluarea realizată de contractant a exemplurilor de aparate de sudură în puncte utilizate de un producător de prim rang.

### 6.11.1. Evaluarea aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică

Au fost evaluate trei aparate de sudură: un pistol „de tip C” cu braț de 400 mm, un pistol „de tip X” cu electrozi de 130 mm și un pistol „de tip X” cu electrozi de 700 mm. Cele două pistoale mai mici au funcționat la 8 400 A, iar pistolul cel mai mare a funcționat la 10 200 A. Toate cele trei pistoale au avut o frecvență de funcționare de 50 Hz și au fost alimentate de la transformatoare aflate la distanță prin cabluri proiectate pentru reducerea la minimum a expunerii la câmpuri magnetice. Pistolul „de tip C” 400 mm și pistolul „de tip X” 700 mm sunt prezentate în figurile 6.16 și 6.17.

**Figura 6.16. – Pistolul „de tip C” 400 mm utilizat în fabrică. Cleștele este ținut în poziție folosind mânerul din partea de sus a pistolului, dintre care unul este vizibil în partea din dreapta sus a imaginii (componenta de crom lustruită). Aceasta oferă o indicație cu privire la poziția operatorului față de clește în timpul sudării**

Mâner drept  
și buton de pornire

Mâner stâng

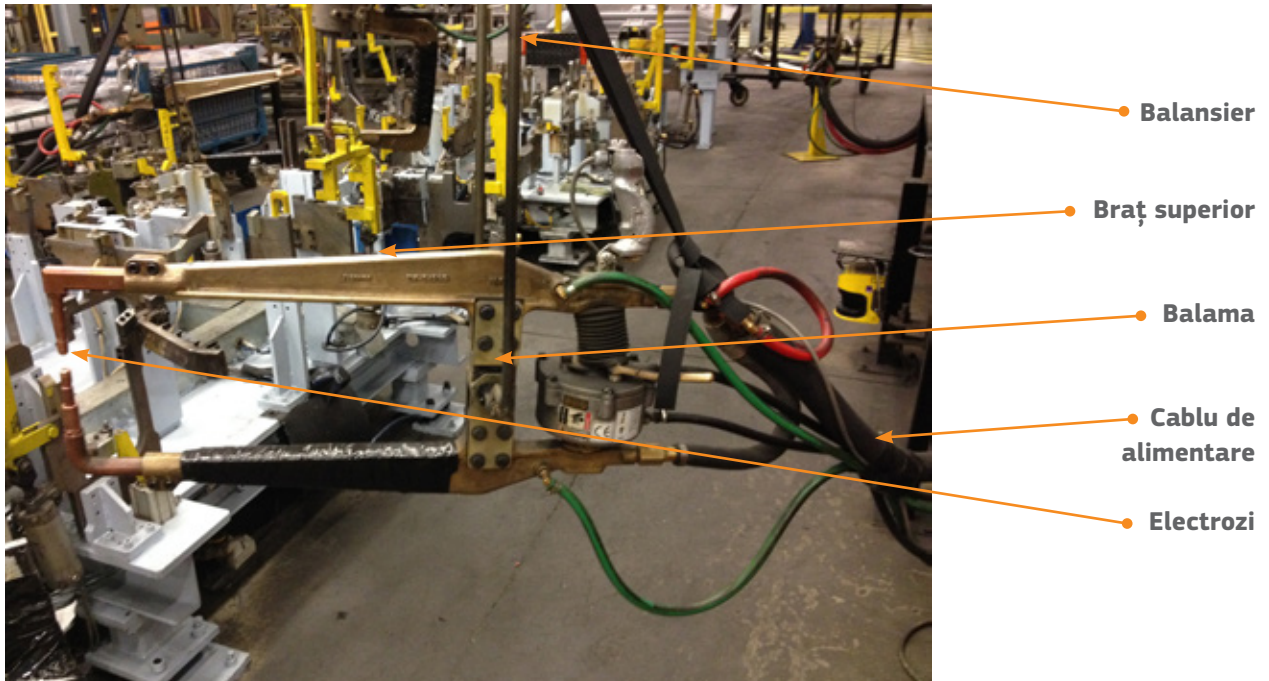
Braț „C”

Electrozi





**Figura 6.17. – Pistolul „de tip X” 700 mm utilizat în fabrică. Deși este suspendat pe un balansier, datorită dimensiunii acestuia, lucrătorii trebuie să stea în mod normal în apropierea electrozilor pentru a-i ghida și a-i ține în poziție**



Măsurătorile inducției magnetice variabile în timp au fost efectuate în jurul pistoalelor de sudură folosind o sondă izotropică (cu trei axe). Instrumentul conținea un filtru electronic integrat care calcula rezultatul în procente, folosind metoda vârfului ponderat în timp și, prin urmare, a permis o comparație directă cu AL prevăzute în Directiva privind CEM. Instrumentul avea, de asemenea, un analizor de spectru integrat, care a permis examinarea conținutului de armonici al formei de undă de analizat.

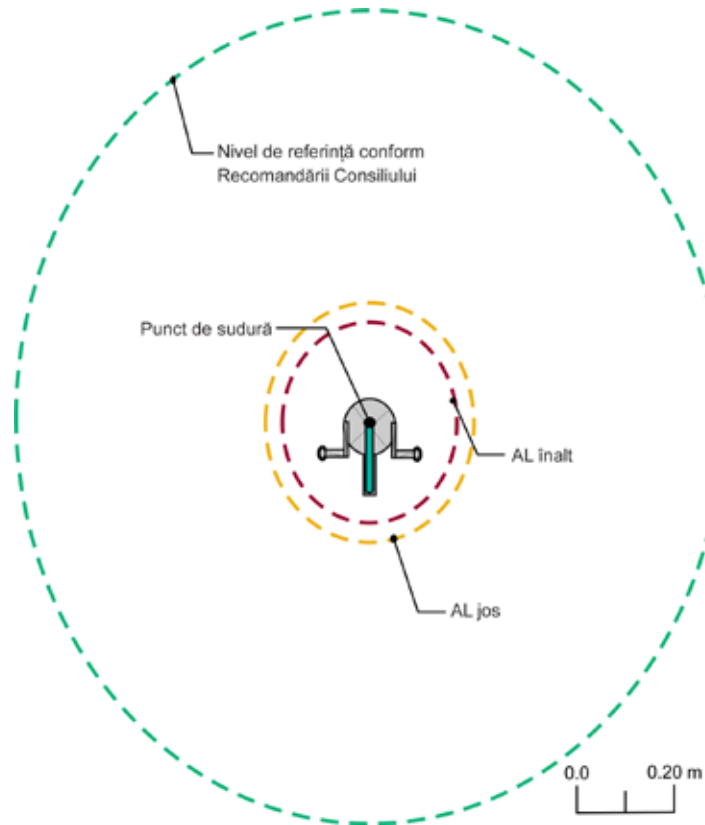
Aparatele de sudură au funcționat la o frecvență de 50 Hz. La această frecvență, AL înalte și joase prevăzute în Directiva privind CEM diferă în mod semnificativ. Prin urmare, măsurătorile intensității câmpului magnetic din jurul pistoalelor sunt exprimate ca procent atât din AL înalte, cât și din AL joase.

### 6.11.2. Rezultatele măsurătorilor pentru aparatele de sudură în puncte utilizate în fabrică

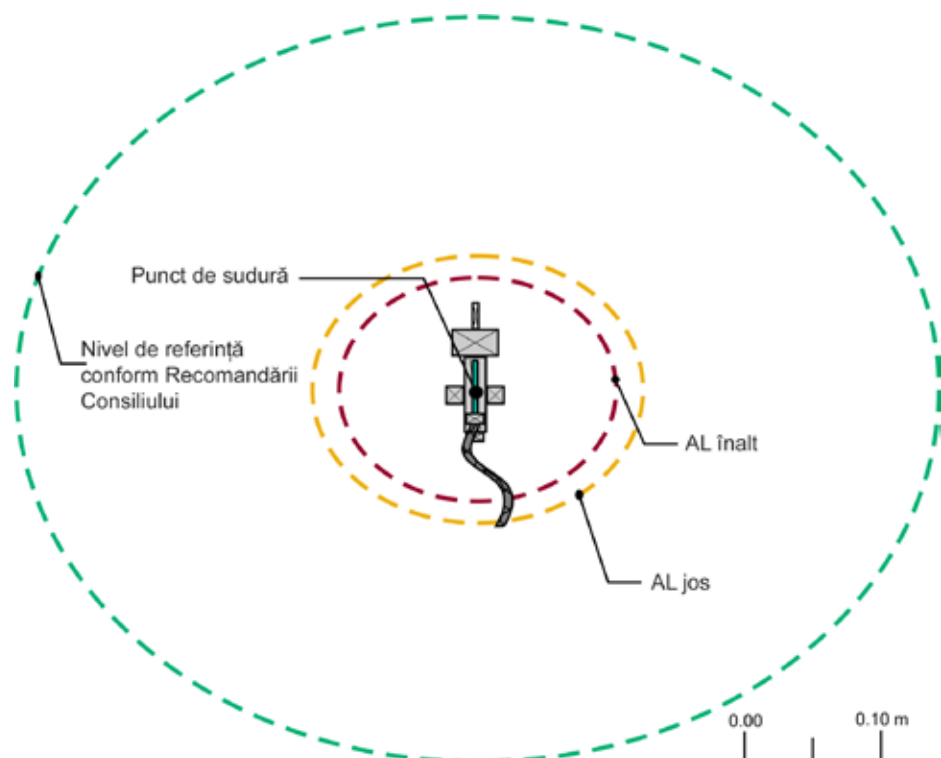
Rezultatele măsurătorilor obținute sunt ilustrate în figurile și tabelul de mai jos. În toate cazurile, măsurătorile au fost efectuate în timpul utilizării aparatului de sudură în condiții tipice pentru activitatea desfășurată.

Figurile 6.18-6.20 arată extinderea zonei din jurul fiecărui pistol de sudură în care au fost depășite AL înalte și joase prevăzute în Directiva privind CEM și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. În toate cazurile, contururile din jurul pistoalelor de sudură reprezintă 100 % din nivelul relevant, unde culoarea galbenă reprezintă AL înalte prevăzute în Directiva privind CEM, culoarea roșie reprezintă AL joase prevăzute în Directiva privind CEM, iar culoarea verde reprezintă nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. În plus față de aceste figuri, tabelul 6.3 prezintă rezultatul unei măsurători în jurul cablului de alimentare al pistolului de sudură „de tip X”.

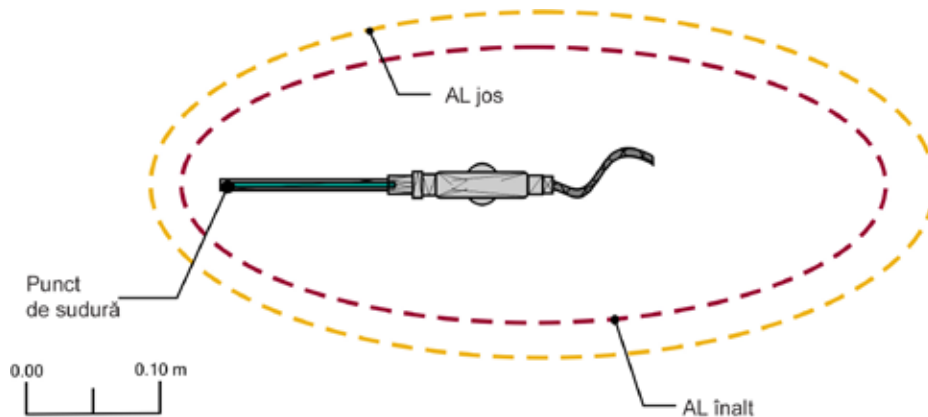
**Figura 6.18. – Vedere în plan a conturilor în care ar putea fi depășite AL jos (galben), AL înalt (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul pistolului de sudură în puncte „de tip C” 400 mm pentru fabrică**



**Figura 6.19. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite AL jos (galben), AL înalt (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul pistolului de sudură în puncte „de tip X” 130 mm pentru fabrică**



**Figura 6.20. – Vedere în plan indicând contururile în limitele cărora ar putea fi depășite AL jos (galben) și AL înalt (roșu) în jurul pistolului de sudură „de tip X” 700 mm pentru fabrică. În acest caz, contururile sunt extinse dincolo de pistol din cauza câmpurilor create de conductori în spatele pistolului**



**Tabelul 6.3. – Rezultatele măsurătorilor asupra cablului între pistolul de sudură „de tip X” și transformatorul suspendat**

Tipul de clește de sudură	Curent (A)	% din AL jos <sup>(1)</sup> la 10 cm de cablu
Pistol de sudură „de tip X” 130 mm	8 400	12

<sup>(1)</sup> Nivel de acțiune jos pentru inducția magnetică în gama de frecvențe 25-300 Hz: 1000  $\mu$ T.

*NB:* Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 din volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procent direct din AL.

### 6.11.3. Rezultatele măsurătorilor aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică prin raportare la AL

AL jos a fost depășit pe o distanță cuprinsă între 37 și 147 cm de la pistoale, iar AL înalt a fost depășit pe o distanță cuprinsă între 27 și 125 cm de la pistoale. Trebuie menționat faptul că mărimea zonei care depășește AL din jurul pistolului de sudură „de tip X” 700 mm (figura 6.20) se datorează nu numai electrozilor, ci și conductorilor din spatele pistolului. În plus, câmpurile magnetice au depășit nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pe o distanță de până la câțiva metri de la pistolul de sudură (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului). Cablurile de alimentare a pistolului au fost proiectate pentru a reduce la minimum expunerea la câmpuri magnetice și, în consecință, astfel cum se poate observa în tabelul 6.3, expunerea la câmpurile generate de cablu a fost cu mult sub AL jos.

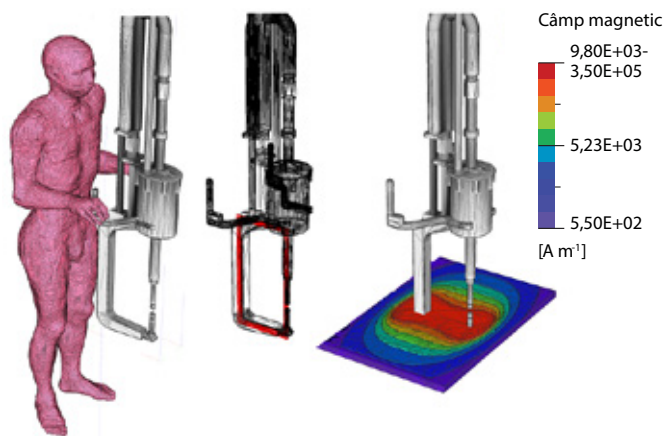
### 6.11.4. Rezultatele măsurătorilor aparatelor de sudură în puncte utilizate în fabrică prin raportare la ELV

Rezultatele au indicat că lucrătorii ar putea fi expuși la câmpuri care depășesc cu mult AL relevante, având în vedere că ei stau la o distanță de 10-20 cm de pistoale. Cu toate acestea, în timp ce angajatorul a adoptat multe dintre măsurile descrise în secțiunea 6.10 a prezentului studiu de caz, nu a fost posibil în toate cazurile ca lucrătorii să se retragă în afara zonelor care depășesc AL. În conformitate cu articolul 4 alineatul (3)

din Directiva privind CEM, contractantul a efectuat, prin urmare, operațiuni de modelare computerizată pentru a determina dacă ELV relevante au fost efectiv depășite.

Contractantul a utilizat propriile măsurători și observații pentru a elabora un model al pistolului „de tip C” 400 mm. Modelul respectiv a fost utilizat ulterior pentru a calcula câmpurile magnetice în zonele din jurul pistolului, inclusiv cele ocupate de lucrător, care a fost adăugat apoi la model. Figura 6.21 prezintă modelele finale pentru pistol și lucrător, alături de modelul pentru pistol care arată bucla de curent (marcată cu roșu) utilizat pentru a simula producerea câmpului magnetic și intensitățile câmpului magnetic calculate într-un plan x-y selectat.

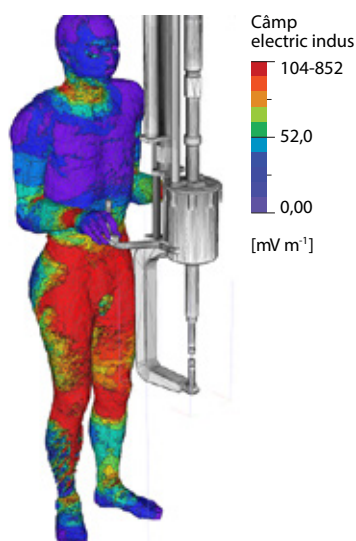
**Figura 6.21. – Modele de pistol de sudură „de tip C” 400 mm și lucrătorul care îl utilizează (stânga), bucla de curent (braț „C”, în roșu) care generează câmpul magnetic (mijloc) și câmpul magnetic din jurul pistolului atunci când este în funcțiune (dreapta)**



După elaborarea modelului pentru pistol și lucrător, au fost efectuate calcule numerice ale câmpurilor electrice interne induse în organism. Rezultatele calculelor, care presupun prezența corpului la o distanță de 15 cm de brațul pistolului, sunt prezentate în figura 6.22. Culoarea roșie indică un câmp electric relativ înalt, în timp ce culoarea violet indică o valoare mică. Se poate observa că respectivul câmp este absorbit, în principal, la nivelul taliei și în partea superioară a membrilor inferioare ale operatorului, care sunt cele mai apropiate de bucla de curent.

La o distanță de 15 cm, ELV relevante nu au fost depășite și, în consecință, au fost efectuate calcule suplimentare pentru a determina distanțele la care vor fi depășite ELV. Rezultatele calculelor suplimentare sunt prezentate în tabelul 6.4.

**Figura 6.22. – Distribuția spațială a câmpurilor electrice induse maxime la un model uman atunci când este expus la câmpurile magnetice generate de pistolul „de tip C” 400 mm**



**Tabelul 6.4. – Intensitatea maximă a câmpurilor electrice interne ca procent din ELV relevantă**

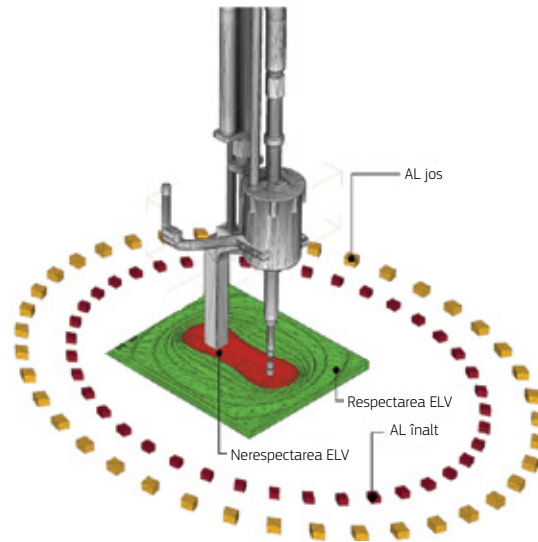
<b>Distanța dintre corp și pistol (cm)</b>	15	7	4
<b>Intensitatea maximă a câmpului electric indus în corp (<math>\text{mVm}^{-1}</math>)</b>	287	611	811
<b>Procentul din ELV pentru efecte asupra sănătății (%) <sup>(1)</sup></b>	37	79	104
<b>Valoarea maximă a câmpului electric indus în sistemul nervos central (<math>\text{mVm}^{-1}</math>)</b>	52	84	92
<b>Procent din ELV pentru efecte senzoriale (%) <sup>(2)</sup></b>	53	85	93

<sup>(1)</sup> ELV pentru efecte asupra sănătății la o frecvență de 50 Hz este de  $778 \text{ mVm}^{-1}$  (rădăcină medie pătratică).

<sup>(2)</sup> ELV pentru efecte senzoriale la o frecvență de 50 Hz este de  $99 \text{ mVm}^{-1}$  (rădăcină medie pătratică).

Tabelul 6.4 arată că, atunci când lucrătorul utilizează pistolul la o distanță de 15 cm de corp, valoarea maximă a câmpului electric indus este de  $287 \text{ mVm}^{-1}$ , ceea ce reprezintă 37 % din ELV pentru efecte asupra sănătății. Pentru țesuturile sistemului nervos central la nivelul capului, valoarea maximă a câmpului electric indus este de  $52 \text{ mVm}^{-1}$ , ceea ce reprezintă 53 % din ELV pentru efecte senzoriale. Rezultatele arată că ELV pentru efecte asupra sănătății este depășită efectiv numai atunci când distanța dintre corp și pistol este redusă la aproximativ 4 cm. Acest fapt înseamnă că, deși lucrătorii sunt expuși la câmpuri magnetice care depășesc AL, câmpurile electrice induse interne nu depășesc ELV. Diferența dintre mărimea zonelor care depășesc AL și mărimea zonei în care lucrătorul ar depăși efectiv ELV pentru efecte asupra sănătății este prezentată în figura 6.23 de mai jos.

**Figura 6.23. – Reprezentarea vizuală a zonei din jurul pistolului de sudură „de tip C” 400 mm în care ar putea fi depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona roșie din interiorul zonei verzi), împreună cu contururile nivelurilor de acțiune înalt și jos (roșu și, respectiv, galben) din figura 6.18**



În rezumat, în cazul de față, se pare că AL oferă o estimare conservatoare a supraexpunerii și că situația expunerii este de fapt în conformitate cu Directiva privind CEM.

## 7. SUDURĂ

### 7.1. Locul de muncă

Lucrătorii utilizează aparate de sudură în puncte și aparate de sudură în linie pentru a suda sârme și foi de metal. În atelier există mai multe astfel de aparate.

### 7.2. Natura activității

Lucrătorii utilizează aparate de sudură în puncte și aparate de sudură în linie pentru a suda sârme și foi de metal. În atelier există mai multe astfel de aparate.

### 7.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

Aparatele de sudură cu rezistență au doi electrozi, între care sunt prinse componentele care urmează să fie sudate. Este trecut un curent prin electrozi și componente, iar căldura necesară pentru sudură este produsă de rezistența electrică a componentelor. Configurațiile echipamentului sunt alese pentru a corespunde proprietăților componentelor de sudat.

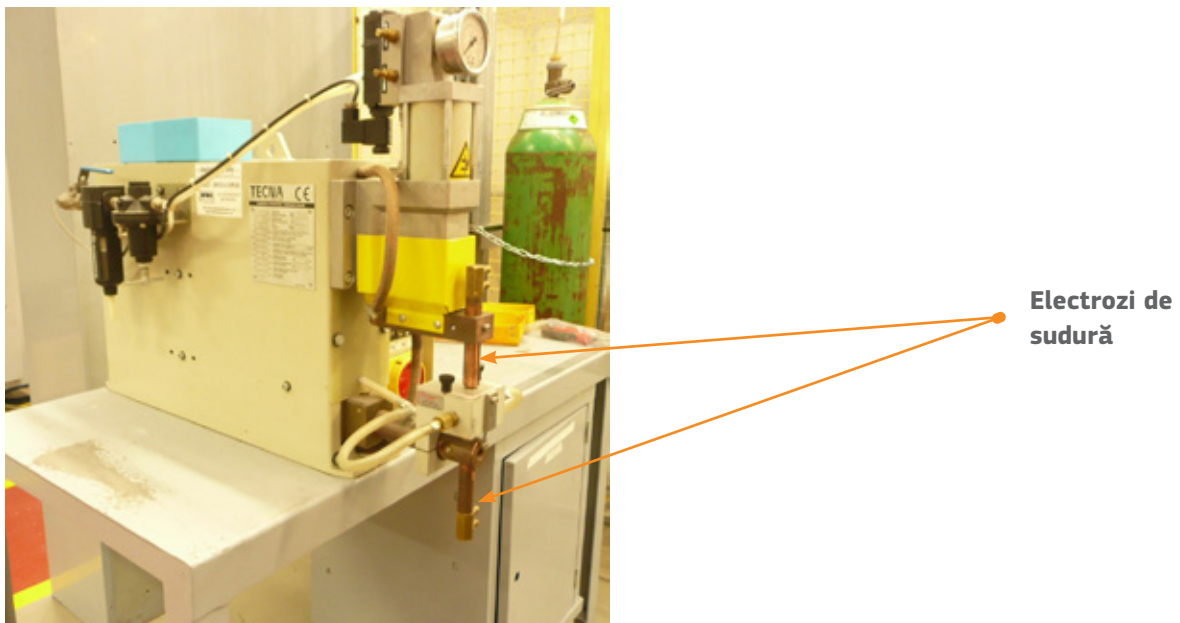


### 7.3.1. Aparate de sudură în puncte

Aparatele de sudură în puncte au doi electrozi mici, cilindrici, care prind componentele și aplică un curent de mare intensitate pentru a produce o sudură în puncte. Atelierul utilizează două tipuri de aparate de sudură în puncte: aparate de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru și aparate suspendate portabile de sudură în puncte.

Aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru (figura 7.1) este utilizat în mod curent pentru sudarea sârmelor trohanterului de 1,2 mm fabricat din oțel inoxidabil. Aparatul a fost proiectat pentru a fi utilizat pe un banc cu operatorul poziționat în fața acestuia. De regulă, el funcționează la 19 % din curentul maxim disponibil (3 500 A), și anume 665 A, și folosește o sursă de alimentare de 50 Hz. Aparatul suspendat portabil de sudură în puncte (figura 7.2) este utilizat pentru a suda foi de metal. Aparatul de sudură este format din brațe cu electrozi, care descriu o mișcare de pensare pentru a prinde vârfurile electrozilor pe componentă. În mod normal, aparatul funcționează la 7 000 A și folosește o sursă de alimentare de 2 kHz.

**Figura 7.1. – Aparat de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru**



**Figura 7.2. – Aparat suspendat portabil de sudură în puncte**



### 7.3.2. Aparatul de sudură în linie

Aparatul de sudură în linie este utilizat pentru a suda piese de metal. Electrozii sunt în formă de disc și se rotesc pe măsură ce materialul trece printre aceștia, ceea ce înseamnă că sudura în linie se formează treptat. În mod normal, aparatul funcționează la 7 000 A și folosește o sursă de alimentare de 50 Hz (figura 7.3).

**Figura 7.3. – Vederi frontală și laterală ale aparatului de sudură în linie**



### 7.4. Modul de utilizare a aplicațiilor

În mod normal, operatorii aparatelor de sudură vor sta în picioare sau se vor așeza lângă aparat atunci când sudează, cu mâinile cât mai aproape de aparate. Atunci când utilizează aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru și aparatul de sudură în linie, operatorul va ține materialul de sudat, ceea ce înseamnă că mâinile pot fi poziționate la 10 cm de electrozii de sudură. Atunci când se utilizează aparatul suspendat portabil de sudură în puncte, materialul de sudat este fixat în poziție și operatorul va sta în picioare aproape de aparat, pentru a-l ține în poziție. Toate echipamentele de sudură sunt amplasate în atelier, împreună cu alte mașini și unelte folosite în fabricarea componentelor metalice.

### 7.5. Metoda evaluării expunerii

Întreprinderea a examinat datele furnizate de producător pentru fiecare echipament. În unele manuale de utilizare s-a indicat faptul că echipamentul ar putea produce câmpuri magnetice care prezintă un pericol pentru purtătorii de stimuloare cardiace. Cu toate acestea, întreprinderea nu a putut găsi nicio informație cu privire la amploarea acestui risc (de exemplu, care este distanța de echipament până la care există riscul) sau cu privire la nivelul câmpurilor magnetice prin raportare la nivelurile de acțiune prevăzute în Directiva privind CEM. Pentru unele dintre echipamentele vechi, întreprinderea nu a putut găsi date ale producătorilor.



Aparatul de sudură este amplasat în atelier, unde au acces majoritatea lucrătorilor și unde ar putea intra contractanți externi și vizitatori. Prin urmare, întreprinderea a decis să efectueze evaluări suplimentare ale riscurilor. În absența unor informații suplimentare de la producătorii echipamentelor, întreprinderea a numit un consultant expert pentru a efectua evaluarea.

Au fost selectate trei tipuri diferite de aparate de sudură cu rezistență pentru evaluarea suplimentară, întrucât rezultatele ar fi un bun indicator al oricăror riscuri asociate cu echipamente similare din atelier. Consultantul a efectuat măsurători ale inducției magnetice în jurul echipamentului folosind un instrument cu filtru electronic încorporat care oferă un rezultat procentual derivat folosind metoda vârfului ponderat în timp, permițând astfel o comparație directă cu AL.

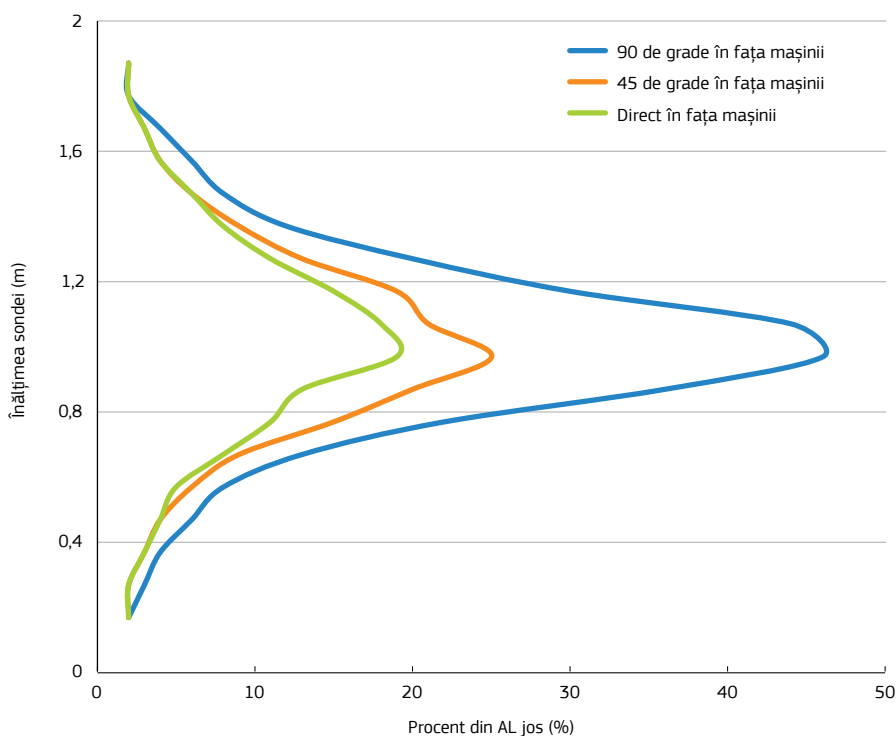
## 7.6. Rezultatele evaluării expunerii

### 7.6.1. Aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru

Consultantul a observat operatorul în timp ce acesta utiliza aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru. S-a observat că distanța dintre capul și corpul operatorului și electrozi a rămas de cel puțin 30 cm în timpul sudării, iar operatorul poate fi poziționat în lateral față de aparat, mai degrabă decât direct în fața acestuia. Prin urmare, măsurătorile au fost efectuate în trei poziții la 30 cm de electrozi: direct în fața electrozilor, la 45° în fața (în partea stângă) electrozilor și la 90° în fața (în partea stângă) electrozilor. În fiecare poziție, măsurătorile au fost efectuate la mai multe înălțimi.

S-a constatat că inducția magnetică nu a depășit 50 % din AL jos în oricare dintre aceste poziții potențiale ale operatorului (figura 7.4).

**Figura 7.4. – Inducția magnetică ca procent din nivelul de acțiune jos raportată la înălțimea poziției operatorului (30 cm de electrozi)**



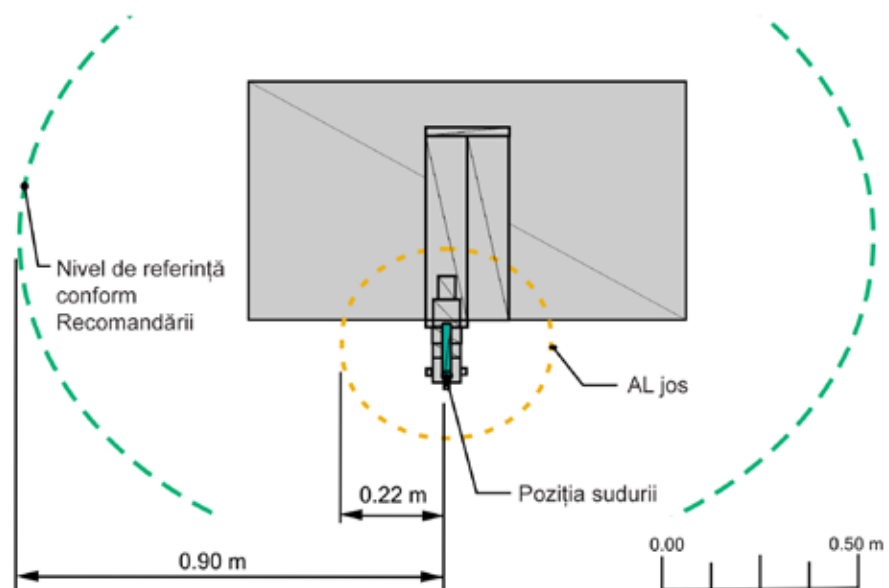
NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

Poziția în care inducția magnetică a fost egală cu AL jos a fost la aproximativ 22 cm de electrozi și la înălțimea de întâlnire a electrozilor. Zona în care poate fi depășit AL jos este prezentată în figura 7.5.

S-a observat că mâinile operatorului se află la cel puțin 10 cm de electrozi în timpul sudării. În această poziție, inducția magnetică a fost mai mică de 8 % din AL pentru membre.

Consultantul a efectuat măsurători în diferite alte poziții în jurul echipamentului și a comparat rezultatele cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. Nivelurile respective pot fi utilizate ca un indicator general pentru expunerea lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului). S-a constatat că nivelurile de referință ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1 m de electrozi. Zona respectivă este prezentată în figura 7.5, fiind conturată cu verde.

**Figura 7.5. – Vedere în plan a conturilor în care ar putea fi depășite nivelul de acțiune jos (galben) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul aparatului de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru**

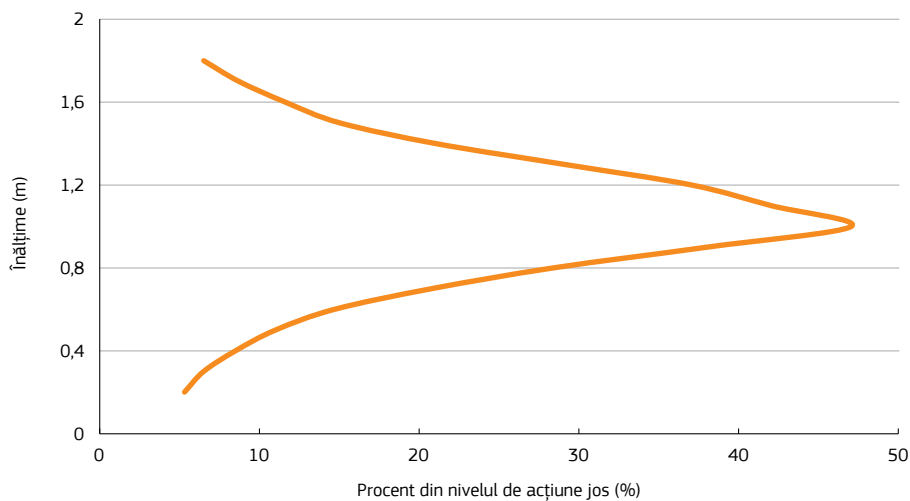


### 7.6.2. Aparatul suspendat portabil de sudură în puncte

În timpul sudării, operatorul ține aparatul de sudură în puncte în poziție. Datorită lungimii brațelor electrozilor (75 cm), operatorul stă la aproximativ 1 m de vârfurile electrozilor. Măsurătorile s-au efectuat în această poziție, la mai multe înălțimi.

Cel mai mare rezultat al măsurătorii a fost la înălțimea la care se întâlnesc electrozii (la 1 m de la sol în timpul acestei evaluări). S-a constatat că inducția magnetică nu a depășit 50 % din AL la nivelul poziției operatorului (figura 7.6).

**Figura 7.6. – Inducția magnetică ca procent din nivelurile de acțiune înalt și jos raportată la înălțimea de la nivelul poziției operatorului (la 1 m de vârful electrozilor)**



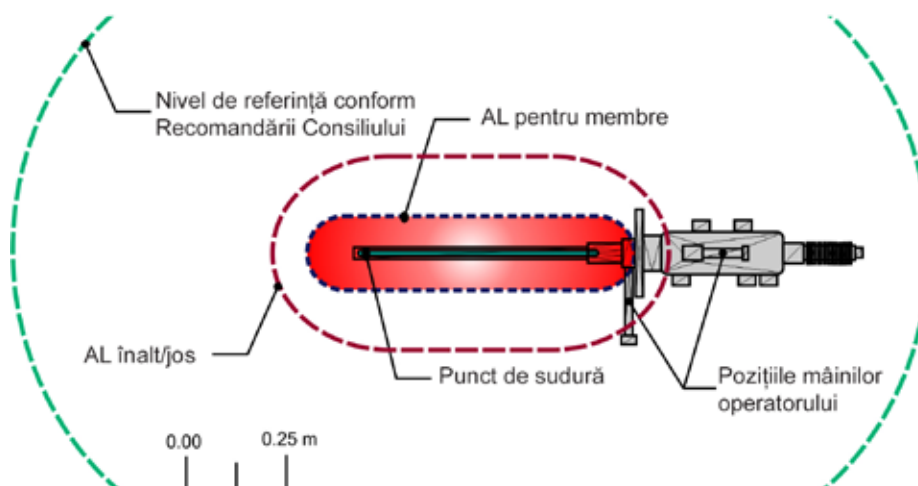
NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

Măsurătorile au fost efectuate la nivelul poziției mâinii operatorului (figura 7.2). Inducția magnetică a fost de 88 % din AL pentru membre în această poziție.

Consultantul a efectuat măsurători în diferite alte poziții în jurul echipamentului și a comparat rezultatele cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. S-a constatat că nivelurile de referință ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1,3 m de la echipament.

Zonele în care ar putea fi depășite AL pentru membre, AL înalt și jos, și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului sunt prezentate în figura 7.7 și sunt reprezentate de contururile albastru, roșu și, respectiv, verde.

**Figura 7.7. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelul de acțiune pentru membre (albastru), nivelurile de acțiune înalt și jos (roșu) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul aparatului suspendat portabil de sudură în puncte**

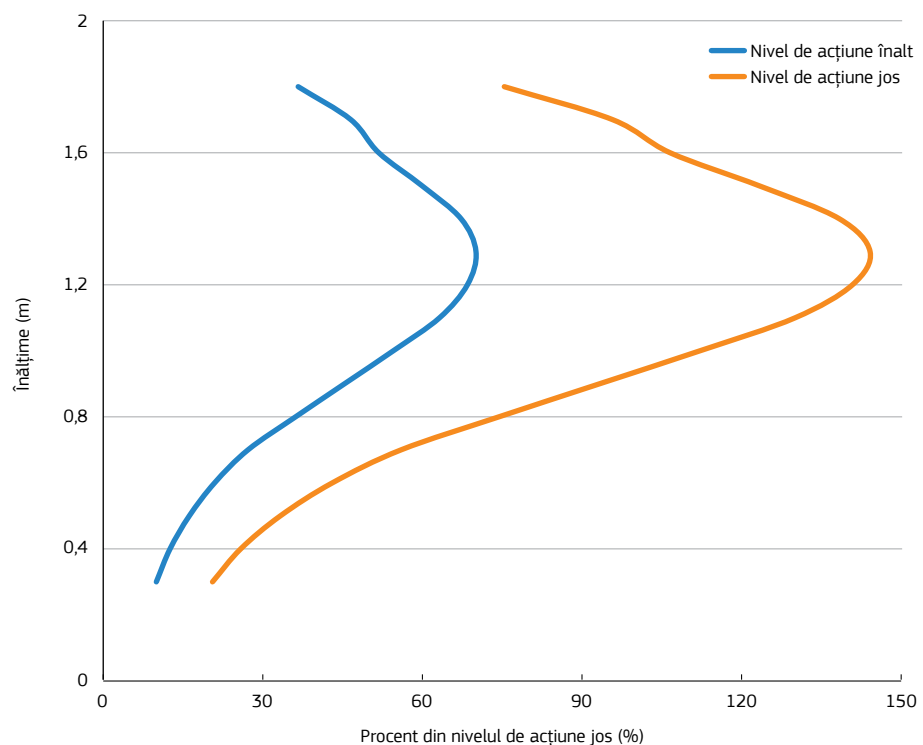


### 7.6.3. Aparatul de sudură în linie

Operatorul stă în picioare lateral față de echipament, având capul și corpul la cel puțin 50 cm de centrul electrozilor în timpul sudării. Măsurătorile s-au efectuat în această poziție, la mai multe înălțimi.

Cel mai mare rezultat al măsurătorii s-a înregistrat la înălțimea la care se întâlnesc electrozii (la 130 cm de la sol). AL înalt nu a fost depășit în această poziție; cu toate acestea, inducția magnetică a fost măsurată ca fiind aproximativ 140 % din AL jos (figura 7.8).

**Figura 7.8. – Inducția magnetică ca procent din nivelurile de acțiune înalt și jos raportat la înălțimea de la nivelul poziției operatorului (50 cm de electrozi, în lateral)**



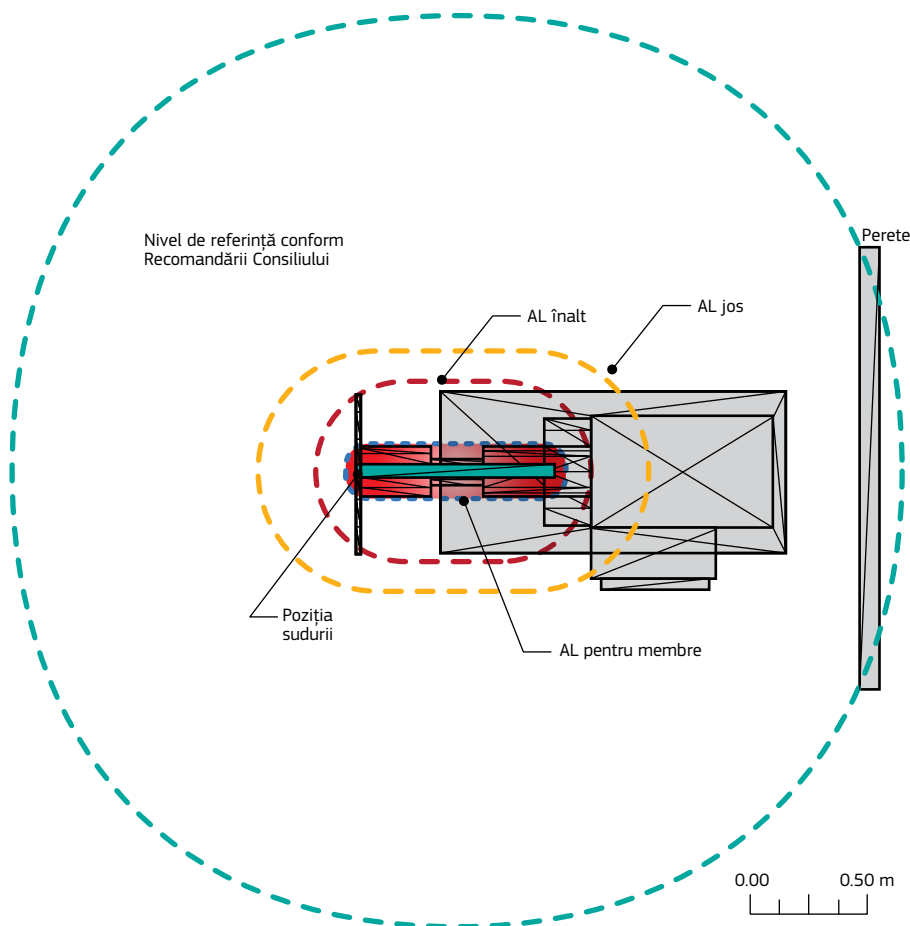
*NB:* Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10\%$  și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

Măsurătorile au fost efectuate la nivelul poziției mâinii operatorului cel mai aproape de electrozi (aproximativ 10 cm de la punctul de sudură). Inducția magnetică a fost de mai puțin de 67 % din AL pentru membre în această poziție. Cu toate acestea, s-a constatat că acest AL ar putea fi depășit dacă membrele ar fi poziționate în spatele electrozilor de sudură, mai degrabă decât în lateral.

La fel ca pentru aparatul de sudură în puncte, consultantul a efectuat măsurători în diferite alte poziții în jurul echipamentului și a comparat rezultatele cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. S-a constatat că nivelurile de referință ar putea fi depășite pe o distanță de până la 2,45 m de electrozi.

Zonele în care ar putea fi depășite AL pentru membre, AL înalt și jos, și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului sunt ilustrate în figura 7.9.

**Figura 7.9. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelurile de acțiune pentru membre (albastru), nivelul de acțiune înalt (roșu), nivelul de acțiune jos (galben) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (verde) în jurul aparatului de sudură în linie**



## 7.7. Evaluarea riscurilor

Întreprinderea a efectuat evaluări specifice riscurilor expunerii la CEM pentru echipamentele de sudură proprii, pe baza examinării manualelor de utilizare și a măsurărilor efectuate de consultant (tabelele 7.1, 7.2 și 7.3). Aceasta a fost în conformitate cu metodologia sugerată de OIRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA). Concluziile evaluării riscurilor au fost următoarele:

- în poziția obișnuită a operatorului, AL înalt și AL pentru membre nu ar fi depășite;
- AL jos ar putea fi depășit la nivelul poziției operatorului, atunci când se utilizează aparatul de sudură în linie;
- nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite în jurul fiecărui aparat de sudură.

Întreprinderea a elaborat și a documentat un plan de acțiune pe baza evaluării riscurilor.

**Tabelul 7.1. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM în cazul aparatului de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efecte directe ale expunerii la CEM:</p> <p>Nivelul de acțiune jos ar putea fi depășit pe o distanță de până la 22 cm de electrozi</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1 m de electrozi</p>	<p>Poziția obișnuită a operatorului este la peste 30 cm de electrozi, ceea ce înseamnă că nivelul de acțiune jos nu ar trebui să fie depășit în poziția operatorului</p>	<p>Operatori</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓				✓		<p>Mic</p> <p>Operatorii și alte persoane care lucrează în atelier trebuie să beneficieze de formare și informare.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare pe echipamente.</p> <p>Trebuie să fie trasată o linie de demarcație pe pardoseală pentru a identifica zona în care ar putea fi depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.</p> <p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când echipamentele sunt în uz.</p>	
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate):</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1 m de electrozi</p>	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite	✓				✓		<p>Mic</p> <p>Informațiile privind acest pericol trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție pe echipamente.</p> <p>Trebuie interzis lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când acestea sunt în funcțiune.</p>	

**Tabelul 7.2. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru aparatul suspendat portabil de sudură în puncte**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efectele directe ale expunerii la CEM:</p> <p>Nivelurile de acțiune înalt și jos ar putea fi depășite pe o distanță de până la 33 cm de brațele electrozilor</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1,3 m de echipament</p>	<p>Nu există. Cu toate acestea, zona în care sunt depășite nivelurile de acțiune înalt și jos este localizată</p>	<p>Operatori</p> <p>Alți lucrători</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓				✓		<p>Mic</p> <p>Operatorii și alte persoane care lucrează în atelier trebuie să beneficieze de formare și informare.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare pe echipamente.</p> <p>Trebuie să fie trasată o linie de demarcație pe pardoseală pentru a identifica zona în care ar putea fi depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.</p> <p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când echipamentele sunt în uz.</p>	
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efecte asupra dispozitivelor medicale active implantate):</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 1,3 m de electrozi</p>	<p>Nu există</p>	<p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite</p>	✓				✓		<p>Mic</p> <p>Informațiile privind acest pericol trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție pe echipamente.</p> <p>Trebuie interzis lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când acestea sunt în funcțiune.</p>	

**Tabelul 7.3. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru aparatul de sudură în linie**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
<p>Efectele directe ale expunerii la CEM:</p> <p>Nivelul de acțiune jos este depășit în poziția operatorului</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 2,45 m de electrozi</p>	Nu există	<p>Operatori</p> <p>Alți lucrători</p> <p>Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)</p>	✓					✓	<p>Mic</p> <p>Operatorii și alți lucrători trebuie să beneficieze de formare și informare, în special cu privire la potențialele efecte senzoriale și la necesitatea de a raporta orice situație care implică astfel de efecte.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare pe echipament.</p> <p>Trebuie să fie trasată o linie de demarcație pe pardoseală pentru a identifica zona în care ar putea fi depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.</p> <p>Trebuie interzis lucrătoarelor gravide să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când echipamentele sunt în uz.</p>	
<p>Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efecte asupra dispozitivelor medicale active implantate):</p> <p>Nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ar putea fi depășite pe o distanță de până la 2,45 m de electrozi</p>	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite	✓					✓	<p>Mic</p> <p>Informațiile privind acest pericol trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.</p> <p>Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție pe echipamente.</p> <p>Trebuie interzis lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze echipamentele sau să treacă linia de demarcație atunci când acestea sunt în funcțiune.</p>	



## 7.8. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Înainte de evaluarea măsurătorilor de către consultant, nu existau măsuri de precauție specifice pentru limitarea expunerii la CEM.

## 7.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Ca urmare a efectuării măsurătorilor și după o evaluare a riscurilor asociate echipamentului, întreprinderea a elaborat un plan de acțiune și a luat următoarele decizii:

- să furnizeze informații lucrătorilor cu privire la riscul asociat expunerii la CEM generate de echipamentele de sudură;
- să traseze cu vopsea linii de demarcație pe pardoseală în jurul echipamentului pentru a indica zonele în care ar putea fi depășite nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului;
- să interzică lucrătoarelor gravide și lucrătorilor care poartă dispozitive medicale active implantate să utilizeze echipamentul de sudură sau să treacă liniile de demarcație;
- să afișeze pe echipamentele de sudură semne de avertizare cu privire la existența câmpurilor magnetice puternice, precum și semne de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate (figura 7.10);
- să asigure, prin programe de instruire referitoare la locul respectiv și prin legături cu contractanții, că persoanele care intră în atelier cunosc riscurile.

**Figura 7.10. – Exemple de semne de avertizare cu privire la existența unor câmpuri magnetice puternice și o ilustrare a simbolului de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate**



**Atenție:  
Acest echipament generează  
câmpuri magnetice puternice  
în timpul utilizării**



**Nu treceți dincolo de linia  
galbenă în timpul sudării**

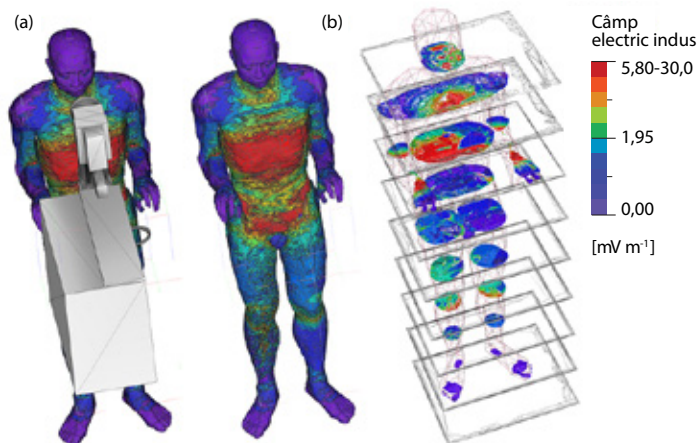
## 7.10. Trimitere la surse de informații suplimentare

Modelarea computerizată pe baza rezultatelor măsurărilor efectuate în jurul celor trei aparate de sudură confirmă faptul că respectivele câmpuri electrice induse respectă ELV.

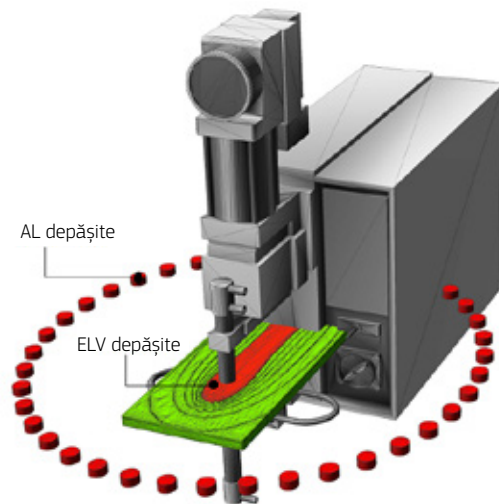
### 7.10.1. Aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru

Pentru aparatul de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru s-a constatat că expunerea operatorului ar fi mai mică de 1 % din ELV (figura 7.11). ELV ar putea fi depășită numai în cazul în care corpul s-ar afla în spațiul dintre electrozi și carcasa aparatului de sudură sau la mai puțin de un centimetru de electrozi în timp ce unitatea era în funcțiune (figura 7.12).

**Figura 7.11. – Distribuția câmpului electric indus în modelul uman atunci când corpul se află la o distanță de 20 cm de electrozi și mâinile se află la o distanță de aproximativ 8 cm. Figura prezintă, de asemenea, distribuția spațială a câmpurilor electrice interne maxime induse în organismul operatorului ca urmare a expunerii la aparatul de sudură în puncte: (a) pe suprafața corpului; și (b) în diferite secțiuni orizontale în interiorul corpului**



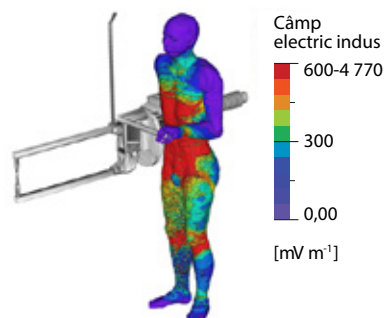
**Figura 7.12. – Contururi în jurul aparatului de sudură în puncte cu montare pe bancul de lucru care arată zonele în care ar putea fi depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona roșie). De asemenea, sunt indicate zonele în care nu este depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona verde și dincolo de aceasta) și zona în care ar putea fi depășit nivelul de acțiune jos (cercuri roșii)**



### 7.10.2. Aparatul suspendat portabil de sudură în puncte

Pentru aparatul suspendat portabil de sudură în puncte s-a constatat că AL nu au fost depășite la nivelul poziției operatorului. Cu toate acestea, distribuția câmpului electric indus este ilustrată în figura 7.13.

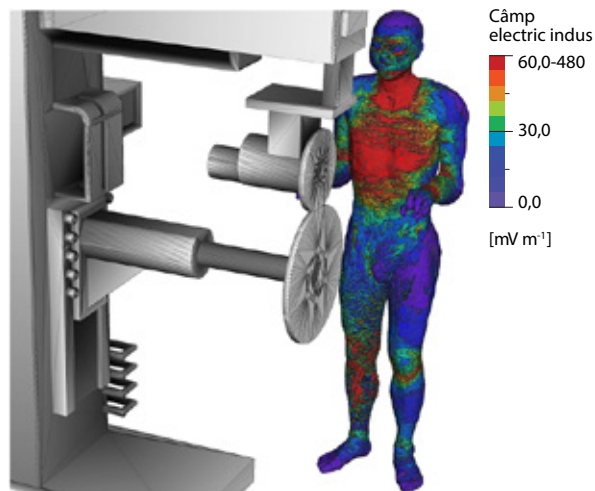
**Figura 7.13. – Distribuția spațială a câmpurilor electrice induse maxime într-un model uman atunci când este expus la aparatul suspendat portabil de sudură în puncte**



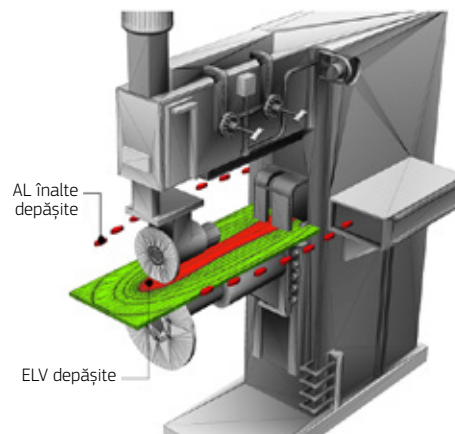
### 7.10.3. Aparatul de sudură în linie

AL jos a fost depășit la nivelul poziției operatorului. Cu toate acestea, modelarea computerizată arată că expunerea la nivelul poziției operatorului este mai mică de 50 % din ELV. Distribuția câmpului electric indus este ilustrată în figura 7.14. S-a constatat că ELV ar putea fi depășite numai în cazul în care corpul s-ar afla în spațiul dintre electrozi și carcasa aparatului de sudură sau la mai puțin de 5 cm de electrozii rotativi în timp ce unitatea era în funcțiune. Această zonă este ilustrată cu roșu în figura 7.15.

**Figura 7.14. – Distribuția spațială a câmpurilor electrice interne maxime induse într-un model uman ca urmare a expunerii la aparatul de sudură în linie**



**Figura 7.15. – Contururi în jurul aparatului de sudură în linie care arată zonele în care ar putea fi depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona roșie). De asemenea, sunt indicate zonele în care nu este depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona verde și dincolo de aceasta) și zona în care ar putea fi depășit nivelul de acțiune înalt (liniuțele roșii)**



## 8. PRODUCȚIA METALURGICĂ

În acest studiu de caz, sursele de CEM sunt următoarele:

- cuptoarele cu inducție;
- cuptoarele cu arc;
- un analizor de carbon și sulf care are încorporat un cuptor mic.

### 8.1. Locul de muncă

Sursele de CEM erau în funcțiune în mai multe locuri de muncă diferite din fabrică, în care se produc metale și aliaje speciale pentru o serie de industrii. Locurile de muncă de interes au fost următoarele:

- o unitate de dimensiuni mici pentru producția de aliaje;
- o unitate de producție a ferotitanului;
- o unitate electrică de topire de mari dimensiuni;
- o unitate cu un cuptor cu arc electric;
- un laborator de servicii analitice.

### 8.2. Natura activității

În mai multe zone din fabrică erau fabricate metale și aliaje din materii prime, iar întreținerea a efectuat, de asemenea, teste analitice într-un laborator.

Majoritatea activităților care au făcut obiectul prezentului studiu de caz au implicat încărcarea manuală a cuptoarelor și, în funcție de echipament, această acțiune a fost repetată de mai multe ori în timp ce cuptorul era în funcțiune.

Operațiunile de întreținere și de reparație asupra echipamentului au avut loc numai cu echipamentul scos din funcțiune, din cauza altor riscuri precum electrocutarea, arsurile, impactul cu mașinile în mișcare etc.

### 8.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM și modul de utilizare a acestora

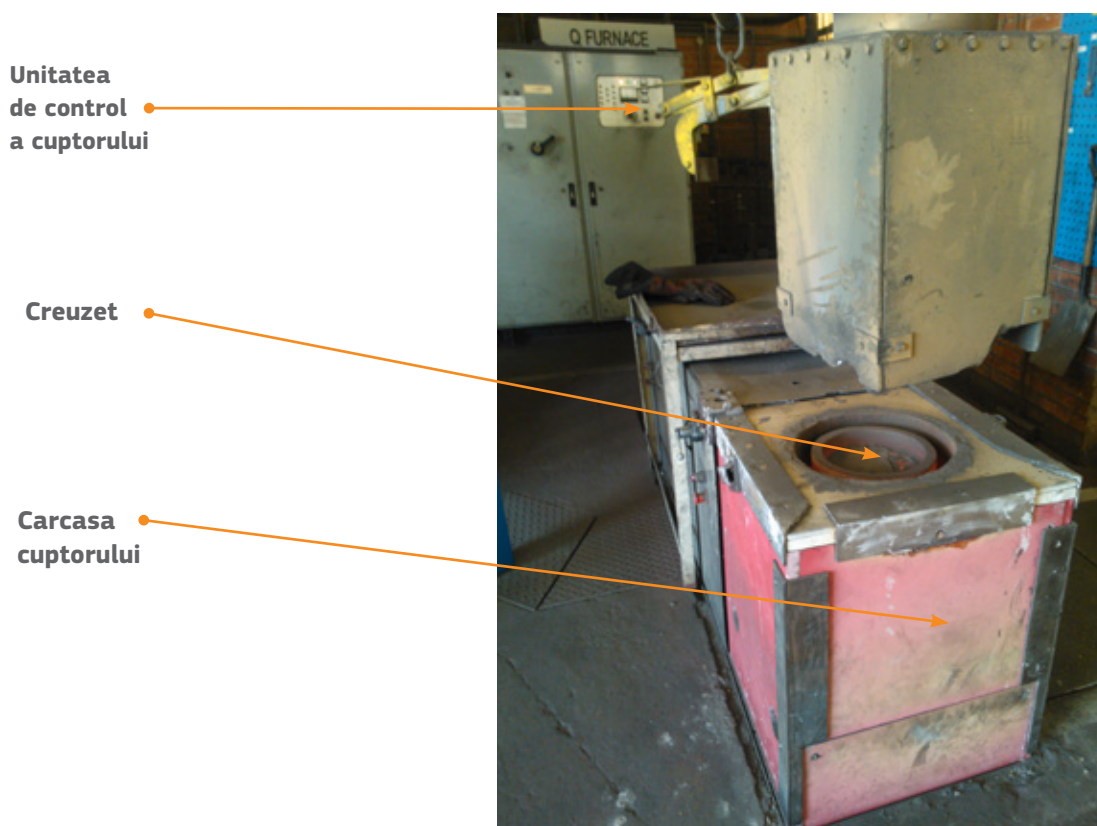
#### 8.3.1. Unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje

Unitatea produce aliaje într-un cuptor mic cu inducție (de aproximativ 30 cm în diametru). Cuptorul cu inducție funcționează la frecvențe cuprinse între 2,4 și 2,6 kHz și la o putere cuprinsă între 60 și 160 kW. Cuptorul este ilustrat în figura 8.1, iar modul de funcționare este descris mai jos:

- un creuzet conținând până la 45 kg de materie primă a fost încărcat în cuptor;

- alimentarea este stabilită la 60 kW de către operator și cuptorul a fost pornit, funcționând la o frecvență de 2,42 kHz;
- puterea crește în mod automat la 160 kW într-un interval de timp de aproximativ 25 de minute;
- frecvența crește, de asemenea, la 2,6 kHz în intervalul respectiv;
- după aproximativ 25 de minute, operatorul reduce puterea la 80 kW;
- după încă cinci minute, operatorul oprește cuptorul și îndepărtează creuzetul.

**Figura 8.1. – Cuptor cu inducție în cadrul unei unități de dimensiuni mici pentru producția de aliaje**



**Unitatea  
de control  
a cuptorului**

**Creuzet**

**Carcasa  
cuptorului**

### 8.3.2. Instalația de producere a ferotitanului

Unitatea conținea două cuptoare cu inducție având o capacitate de 1,5 tone, acționate de o singură unitate de control cu putere inductivă variabilă (*variable inductive power – VIP*). Cuptoarele au funcționat la frecvențe cuprinse între 217 și 232 Hz și la o putere de 600 kW. Creuzetele au fost încărcate manual, de obicei în timp ce cuptoarele erau în funcțiune.

### 8.3.3. Unitate electrică de topire de mari dimensiuni

Instalația conținea 10 cuptoare cu inducție, fiecare având o capacitate de 1,5 tone și funcționând la o frecvență de 50 Hz. Bobinele de inducție erau integrate în creuzete, astfel încât să asigure alimentarea și să păstreze metalul topit la turnare.

Creuzetele au fost montate într-o platformă ridicată, având părțile superioare la nivelul platformei, iar operatorii au încărcat în mod uzual creuzetele manual de pe platformă în timpul procesului de topire. La finalul procesului de topire, creuzetele au fost basculate pentru a permite metalului topit să curgă.

Cuptoarele au funcționat într-o gamă de putere între 70 și 1 300 kW. Puterea aplicată cuptoarelor a variat pe parcursul procesului de topire, fiind redusă spre sfârșit, întrucât a fost necesară o putere mai mică pentru a menține metalul topit după topirea integrală a acestuia.

Cuptoarele au fost alimentate de la transformatoare amplasate în beciuri, sub cuptoare. Transformatoarele și barele colectoare au fost amplasate în carcase și accesul a fost restricționat prin intermediul unui sistem de închidere Castell. Unitățile de control VIP au fost amplasate în camere de control pe platforma cuptorului.

#### 8.3.4. Cuptorul cu arc electric

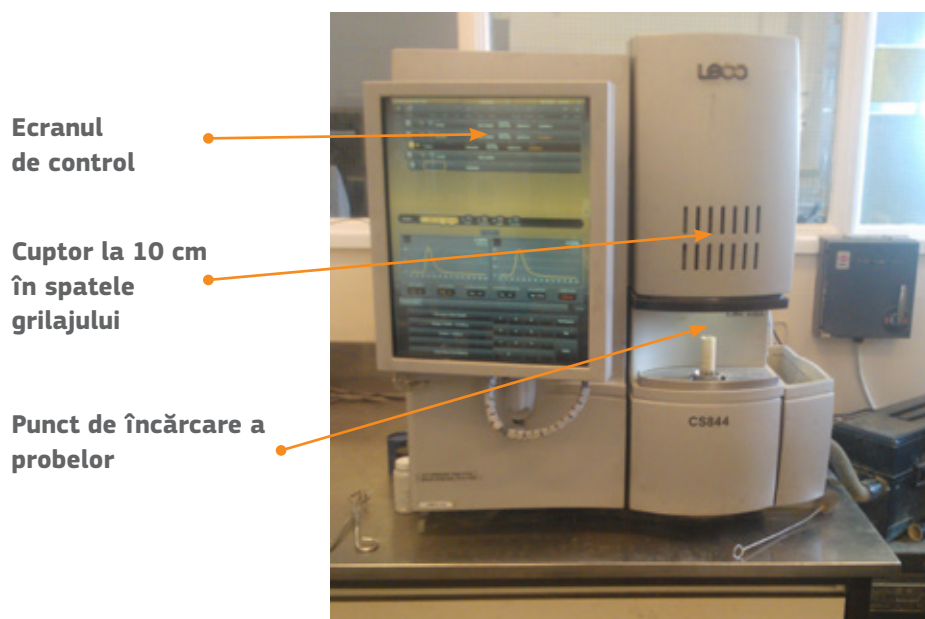
Unitatea conținea două cuptoare cu arc electric, pentru producția de nichel-bor și crom-bor, fiecare funcționând la o frecvență de 50 Hz. Cuptoarele erau cuptoare cu regim de funcționare continuu, care produc aproximativ 1 tonă de produs pe lot. Cuptoarele au fost încărcate manual, fiind controlate din camerele de comandă.

Cuptoarele au funcționat la o putere cuprinsă între 500 și 1 000 kW. Transformatoarele și barele colectoare care alimentează cuptoarele au fost amplasate în carcase și accesul a fost restricționat prin intermediul unui sistem de închidere Castell.

#### 8.3.5. Laboratorul de servicii analitice

În laborator se utiliza un analizor de carbon și sulf cu montare pe bancul de lucru. Analizorul avea încorporat un cuptor mic de 2,2 kW care funcționa la o frecvență de 18 MHz. Probele încărcate în analizor de către operator erau ridicate în centrul bobinei cuptorului, localizată în interiorul analizorului, la aproximativ 10 cm în interiorul carcasei. Cuptorul a fost alimentat apoi timp de aproximativ un minut, în timp ce era efectuată analiza. Proba a fost coborâtă ulterior și scoasă din cuptor de către operator. Întregul proces, de la încărcarea probei la scoaterea acesteia, a avut loc în mod automat, iar operatorul nu a trebuit să stea aproape de analizor cât timp acesta a fost în funcțiune. Analizorul este ilustrat în figura 8.2.

**Figura 8.2. – Analizorul de carbon și sulf utilizat în cadrul laboratorului de servicii analitice**



Ecranul de control

Cuptor la 10 cm în spatele grilajului

Punct de încărcare a probelor

## 8.4. Rezultatele evaluării expunerii

Măsurătorile expunerii au fost realizate de un consultant expert, folosind instrumente specializate. Din cauza dimensiunii locului respectiv și a numeroaselor zone de lucru în care pot apărea CEM, a fost efectuată o investigație inițială pentru a identifica eventuale zone în care pot fi depășite nivelurile de acțiune (AL). Zonele respective au fost vizitate din nou într-o etapă ulterioară și au fost efectuate măsurători suplimentare, mai detaliate, pentru a se putea elabora un plan de acțiune. Toate măsurătorile au fost efectuate în locuri accesibile lucrătorilor, cu echipamentul în funcțiune.

Măsurătorile s-au axat pe câmpurile magnetice generate de echipament, întrucât acestea ar fi putut avea cea mai mare contribuție la expunerea lucrătorilor.

La evaluarea expunerii lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite, comparația s-a făcut cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

### 8.4.1. Unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje

Măsurătorile au fost efectuate în diferite locuri în jurul unității pe tot parcursul procesului de topire. Locurile unde s-au efectuat măsurători au fost următoarele:

- aproape de cuptor;
- aproape de unitatea de control;
- aproape de cablurile de alimentare a unității de control;
- aproape de cablurile care leagă unitatea de control și cuptorul;
- în cabina operatorului.



### 8.4.2. Instalația de producere a ferotitanului

Măsurătorile au fost efectuate în diferite locuri în jurul unității pe tot parcursul procesului de topire. Locurile unde s-au efectuat măsurători au fost următoarele:

- aproape de cuptoare;
- aproape de unitatea de control VIP;
- aproape de cablurile de alimentare a unității de control;
- aproape de cablurile care leagă unitatea de control și cuptorul;
- la biroul operatorului.

### 8.4.3. Unitate electrică de topire de mari dimensiuni

Măsurătorile au fost efectuate în diferite locuri în jurul unității în timp ce cuptoarele erau în funcțiune. Locurile unde s-au efectuat măsurători au fost următoarele:

- la nivelul pozițiilor operatorilor la încărcarea cuptoarelor de pe platformă;
- la nivelul pozițiilor operatorilor la manevrarea mecanismelor de basculare ale creuzetelor;
- aproape de creuzet în timpul basculării;
- în camerele de control;
- aproape de unitățile de control VIP;
- aproape de cablurile de alimentare ale unităților de control;
- aproape de cablurile care leagă unitățile de control și cuptoarele;
- în afara carcaselor în beciurile transformatoarelor;
- sub barele colectoare în cele mai apropiate puncte de acces.

### 8.4.4. Cuptorul cu arc electric

Măsurătorile au fost efectuate în diferite locuri în jurul unității în timp ce cuptoarele erau în funcțiune. Locurile unde s-au efectuat măsurători au fost următoarele:

- la nivelul pozițiilor operatorilor la încărcarea cuptoarelor;
- în camerele de control;
- aproape de unitățile de control;
- în cele mai apropiate puncte de acces în jurul bazelor cuptoarelor;
- sub barele colectoare în cele mai apropiate puncte de acces;
- în jurul carcaselor transformatoarelor;
- pe culoarele de trecere din jurul cuptoarelor.

### 8.4.5. Laboratorul de servicii analitice

Măsurătorile au fost efectuate în jurul analizorului în timp ce cuptorul era în funcțiune. O atenție deosebită s-a acordat zonei din jurul cuptorului și zonei în care operatorul stătea în picioare în timpul efectuării analizei.

## 8.5. Rezultatele evaluării expunerii

### 8.5.1. Evaluarea inițială a expunerii

Rezultatele măsurătorilor expunerii au fost comparate cu AL înalt și jos și cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. În cazul în care s-a constatat că rezultatele depășesc AL în orice zonă de lucru, a fost efectuată o măsurătoare suplimentară pentru a determina distanța la care inducția magnetică este egală cu 100 % din AL, astfel încât să se poată lua o decizie cu privire la eventuala realizare a unei evaluări mai detaliate pe baza probabilității de ocupare a zonei în care este depășit AL. Concluziile semnificative ale evaluării inițiale a expunerii sunt sintetizate în tabelul 8.1.

**Tabelul 8.1. – Sinteza concluziilor semnificative ale evaluării inițiale a expunerii**

Zonă de lucru	Echipament	Zonele cu cea mai mare expunere și localizarea limitei nivelului de acțiune (dacă este cazul)	Frațiuni de expunere (procent)		
			Nivel de acțiune jos	Nivel de acțiune înalt	Nivel de referință prevăzut de Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului
Unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje	Cuptor cu inducție (2,42-2,6 kHz)	50 cm de marginea carcasei cuptorului	190 % <sup>(1)</sup>	190 % <sup>(1)</sup>	3 500 % <sup>(2)</sup>
		80 cm de marginea carcasei cuptorului	100 % <sup>(1)</sup>	100 % <sup>(1)</sup>	1 800 % <sup>(2)</sup>
Instalația de producere a ferotitanului	Două cuptoare cu inducție (217-232 Hz)	Poziția trunchiului operatorului atunci când stă în picioare aproape de unitatea de control cu putere inductivă variabilă	7,8 % <sup>(3)</sup>	6,0 % <sup>(4)</sup>	360 % <sup>(5)</sup>
Unitate electrică de topire de mari dimensiuni	10 cuptoare cu inducție (50 Hz)	30 cm de la cabluri la creuzet în timpul basculării	40 % <sup>(3)</sup>	6,7 % <sup>(6)</sup>	400 % <sup>(7)</sup>
Cuptorul cu arc electric	Două cuptoare cu arc electric (50 Hz)	Poziția trunchiului operatorului atunci când stă în picioare la cel mai apropiat punct de acces la baza cuptorului	70 % <sup>(3)</sup>	12 % <sup>(6)</sup>	700 % <sup>(7)</sup>
Laboratorul de servicii analitice	Analizor de carbon și sulf cu un cuptor RF integrat (18 MHz)	20 cm de suprafața carcasei analizorului	110 % <sup>(8)</sup>		230 % <sup>(9)</sup>
		22 cm de suprafața carcasei analizorului	100 % <sup>(8)</sup>		220 % <sup>(9)</sup>

<sup>(1)</sup> Niveluri de acțiune înalt și jos pentru inducția magnetică la frecvența de 2,6 kHz: 115 μT.

<sup>(2)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru frecvența de 2,6 kHz: 6,25 μT.

<sup>(3)</sup> Nivel de acțiune jos pentru inducția magnetică în gama de frecvențe 25-300 Hz: 1 000 μT.

<sup>(4)</sup> Nivel de acțiune înalt pentru inducția magnetică la frecvența de 230 Hz: 1 300 μT.

<sup>(5)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru frecvența de 230 Hz: 21,7 μT.

<sup>(6)</sup> Nivel de acțiune înalt pentru inducția magnetică la frecvența de 50 Hz: 6 000 μT.

<sup>(7)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru frecvența de 50 Hz: 100 μT.

<sup>(8)</sup> Nivel de acțiune pentru inducția magnetică în gama de frecvențe 10-400 MHz: 0,2 μT.

<sup>(9)</sup> Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru gama de frecvențe 10-400 MHz: 0,092 μT.

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la ± 10 % și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

Rezultatele evaluării inițiale a expunerii au oferit întreprinderii următoarele informații:

- AL înalt și jos au fost depășite pe o distanță de până la 80 cm de cuptorul cu inducție în unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje, iar zona respectivă era ușor accesibilă lucrătorilor pe durata procesului de topire;

- AL au fost depășit pe o distanță de până la 22 cm de la analizorul de carbon și sulf din laboratorul de servicii analitice și nicio parte a corpului lucrătorilor nu s-a regăsit în zona respectivă în timpul funcționării cuptorului;
- nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului au fost depășite în locațiile accesibile din toate zonele de lucru evaluate.

În exemplul analizorului de carbon și sulf, zona în care au fost depășite AL a fost mică și, prin urmare, modul în care a funcționat analizorul a asigurat că era improbabil ca lucrătorii să fie expuși la câmpuri electrice și magnetice care să depășească AL.

Pe baza concluziilor evaluării inițiale a expunerii, consultantul a efectuat o evaluare mai detaliată a cuptorului cu inducție din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje.

### 8.5.2. Evaluarea detaliată a expunerii pentru cuptorul cu inducție din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje

Consultantul a efectuat o evaluare a expunerii, care a inclus observarea modului de funcționare a cuptorului, astfel încât să poată fi identificată o soluție practică pentru problema existentă.

Au fost efectuate mai multe măsurători ale inducției magnetice într-o varietate de locații din jurul cuptorului. Rezultatele măsurătorilor au permis stabilirea contururilor AL și ale nivelurilor de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului. De asemenea, au fost trasate marcaje pe pardoseală pentru a indica extinderea zonei în care au fost depășite AL (figura 8.3). Concluziile semnificative ale evaluării detaliate a expunerii sunt sintetizate în tabelul 8.2. În figura 8.4 este ilustrat un desen la scară al cuptorului, care indică contururile AL și ale nivelurilor de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.

**Tabelul 8.2. – Sinteza concluziilor semnificative ale evaluării detaliate a expunerii pentru cuptorul cu inducție din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje**

Locul măsurătorii	Frațiuni de expunere (procent)		
	Nivel de acțiune înalt și jos <sup>(1)</sup>	Nivel de acțiune pentru membre <sup>(2)</sup>	Niveluri de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului <sup>(3)</sup>
45 cm de marginea carcasi cuptorului (distanța până la nivelul de acțiune pentru membre)	300 %	100 %	5 500 %
80 cm de marginea carcasi cuptorului (distanța până la nivelul de acțiune pentru membre)	100 %	33 %	1 800 %
300 cm de marginea carcasi cuptorului (distanța până la nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/EC a Consiliului)	5,4 %	1,8 %	100 %
Poziția trunchiului operatorului atunci când stă în picioare la unitatea de control	3,5 %	1,2 %	64 %
450 cm de marginea carcasi cuptorului (poziția trunchiului operatorului atunci când stă în cabina operatorului)	2,0 %	0,67 %	37 %

<sup>(1)</sup> Niveluri de acțiune înalt și jos pentru inducția magnetică la frecvența de 2,6 kHz: 115  $\mu$ T.

<sup>(2)</sup> Niveluri de acțiune pentru membre în cazul inducției magnetice la o frecvență de 2,6 kHz: 346  $\mu$ T.

<sup>(3)</sup> Nivel de referință prevăzută în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru frecvența de 2,6 kHz: 6,25  $\mu$ T.

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 10$  % și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost exprimate ca procente directe din AL.

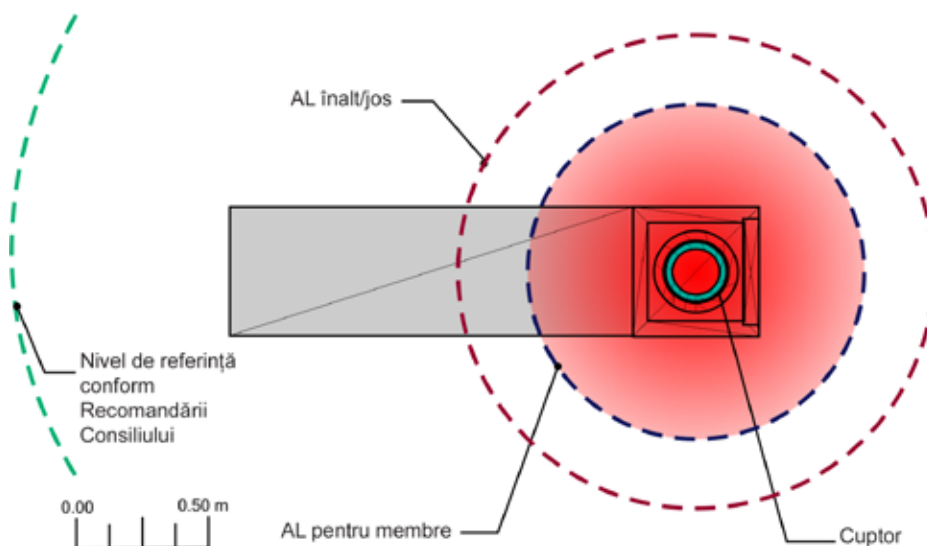
**Figura 8.3. – Marcaje pe pardoseală care indică extinderea zonei în care au fost depășite nivelurile de acțiune înalt și jos**

Echipament de măsurare a CEM

Marcaje pe pardoseală



**Figura 8.4. – Vedere în plan a conturilor în limitele cărora ar putea fi depășite nivelurile de acțiune și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului în jurul cuptorului cu inducție din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producție de aliaje**



Contururile ilustrate în figura 8.4 sunt sub formă de cercuri centrate pe mijlocul cuptorului. S-a observat că operatorul nu fost nevoit să pătrundă în zona delimitată de conturul AL înalt și jos în timpul funcționării cuptorului, întrucât toate sarcinile care implică accesul în această zonă (încărcarea creuzetului în cuptor înainte de procesul de topire și descărcarea lui după finalizarea procesului de topire) au fost efectuate atunci când cuptorul era oprit (figura 8.5). Acest fapt a indicat faptul că prevenirea accesului în zona respectivă era cea mai bună măsură pentru a limita expunerea la câmpurile magnetice puternice. Cu toate acestea, s-a constatat că instalarea barierelor în jurul cuptorului nu era o soluție practică, întrucât acestea ar cauza un blocaj și ar crește riscul de accidente mai grave în timpul manipulării creuzetelor.

**Figura 8.5. – Sarcinile care implică accesul în apropierea cuptorului au fost îndeplinite în timp ce cuptorul era oprit**



## 8.6. Evaluarea riscurilor

Pe baza evaluării expunerii efectuate de către consultant, întreprinderea a realizat o evaluare a riscului specific expunerii la CEM în locul respectiv. Acest fapt a fost în conformitate cu metodologia sugerată de OiRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA). Concluziile evaluării riscurilor au fost următoarele:

- lucrătorii care prezintă riscuri deosebite se pot afla în situație de risc în oricare dintre zonele de lucru din locul respectiv;
- lucrătorii, inclusiv cei care prezintă riscuri deosebite, au avut acces nerestricționat într-o zonă a unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje în care AL au fost depășite.

Întreprinderea a elaborat un plan de acțiune pe baza evaluării riscurilor, care a fost documentat.

Un exemplu de evaluare a riscului specific expunerii la CEM pentru locul respectiv este prezentat în tabelul 8.3.

**Tabelul 8.3. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru unitatea de producție metalurgică**

Pericole	Măsuri preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsuri preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale câmpului magnetic	Nu există	Lucrători din cadrul unității de dimensiuni mici pentru producția de aliaje	✓					✓	Mediu	Interzicerea accesului în zona în care sunt depășite nivelurile de acțiune
		Lucrători din alte zone evaluate	✓			✓			Mic	Afișarea semnelor de avertizare adecvate în zona de lucru în care sunt depășite nivelurile de acțiune
		Vizitatori	✓				✓		Mic	Furnizarea de avertismente specifice în cursul formării lucrătorilor în materie de securitate a locului respectiv
		Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)		✓				✓	Mediu	Afișarea unor semne de avertizare adecvate pentru persoanele care poartă implanturi medicale în punctele de acces către alte zone de lucru  Furnizarea de avertismente în cadrul informațiilor privind securitatea locului respectiv pentru vizitatori și contractanți
Efecte indirecte ale câmpului magnetic (interferență cu implanturi medicale)	Nu există	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mediu	A se vedea mai sus

## 8.7. Măsurile de precauție puse deja în aplicare

Accesul la transformatoarele și barele colectoare ale echipamentului a fost restricționat din cauza riscului de electrocutare, iar acest fapt ar fi implicat, de asemenea, unele restricții de acces la câmpuri magnetice potențial puternice, dar nu au existat instituite măsuri de precauție legate în mod specific de expunerea la CEM înainte de efectuarea evaluării expunerii de către consultant.

O observație importantă a constat în faptul că AL nu au fost depășite în nicio locație accesibilă în mod normal din jurul cuptoarelor de producție de mari dimensiuni sau al unităților de control ale acestora, în pofida puterilor semnificativ mai mari implicate. Acest fapt s-ar putea datora mărimii fizice a echipamentului, ceea ce a însemnat că accesul la câmpuri magnetice potențial puternice nu a fost posibil. S-a constatat că zonele în care AL ar putea fi depășite sunt cele din jurul echipamentelor mai mici, pur și simplu pentru că a fost posibil accesul mai aproape.

## 8.8. Măsurile de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

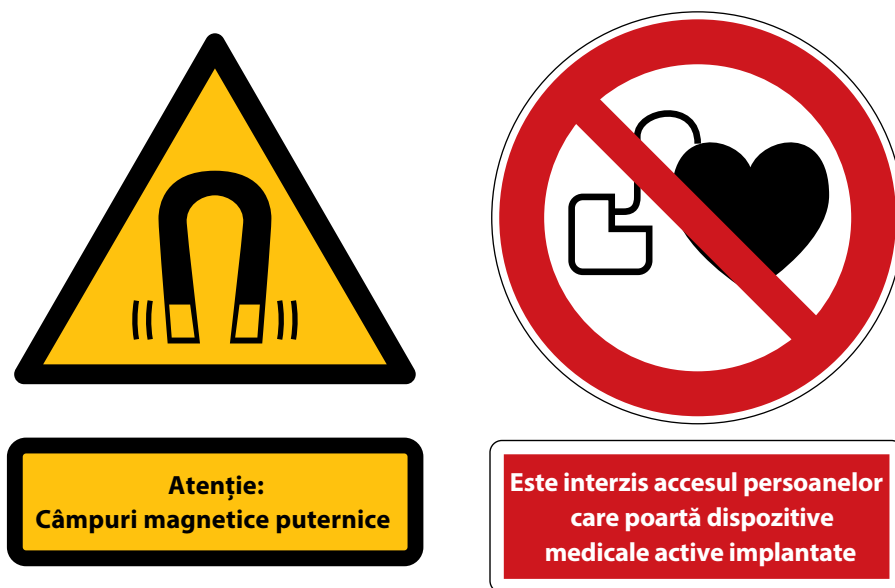
Pe baza rezultatelor evaluării expunerii, întreprinderea a avut posibilitatea să introducă măsuri de protecție și prevenire pentru a se asigura că lucrătorii, inclusiv cei care prezintă riscuri deosebite, nu vor fi expuși la CEM la niveluri care ar putea fi dăunătoare pentru sănătate. Au fost puse în aplicare o serie de măsuri de precauție suplimentare imediat după evaluarea inițială a expunerii. Măsurile respective includ:

- interzicerea accesului în zonele de lucru pentru persoanele care poartă implanturi medicale;
- clipul video al întreprinderii pentru informare în materie de sănătate și securitate a fost actualizat pentru a include un avertisment privind prezența câmpurilor magnetice puternice și un avertisment pentru persoanele care poartă implanturi medicale;
- la punctele de acces în zonele de lucru relevante au fost afișate semne de avertizare care conțin pictograme care indică „câmp magnetic” și „acces interzis pentru persoanele cu implanturi medicale” împreună cu formularea corespunzătoare (figura 8.6).

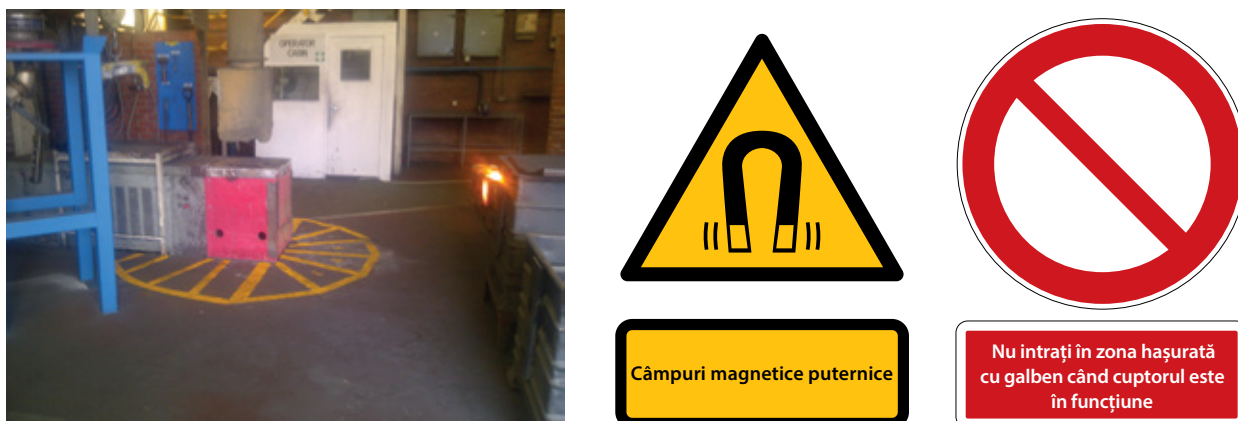
Au fost puse în aplicare măsuri suplimentare de protecție și prevenire în urma evaluării mai detaliate a expunerii:

- au fost trasate marcaje pe pardoseală în jurul cuptorului cu inducție în unitatea de dimensiuni mici pentru producția de aliaje pentru a indica zona în care AL au fost depășite (figura 8.7), iar lucrătorii au fost instruiți să nu intre în zona respectivă atunci când cuptorul este în funcțiune;
- în apropierea cuptorului cu inducție au fost afișate semne de avertizare care conțin pictograme care indică „câmp magnetic” și „acces interzis pentru persoanele cu implanturi medicale” împreună cu formularea corespunzătoare (figura 8.7).

**Figura 8.6. – Exemplu de semn de avertizare afișat la punctele de acces în zonele de lucru**



**Figura 8.7. – Marcaje pe pardoseală și semn de avertizare corespunzător pentru a indica zona în care ar putea fi depășite nivelurile de acțiune**



## 8.9. Trimitere la surse de informații suplimentare

Pentru exhaustivitate, întreprinderea a consultat un expert pentru a efectua o modelare computerizată a expunerii potențiale în raport cu ELV pentru un lucrător care stă în picioare în interiorul zonei hașurate în timp ce cuptorul de mici dimensiuni pentru producția de aliaje este în funcțiune.

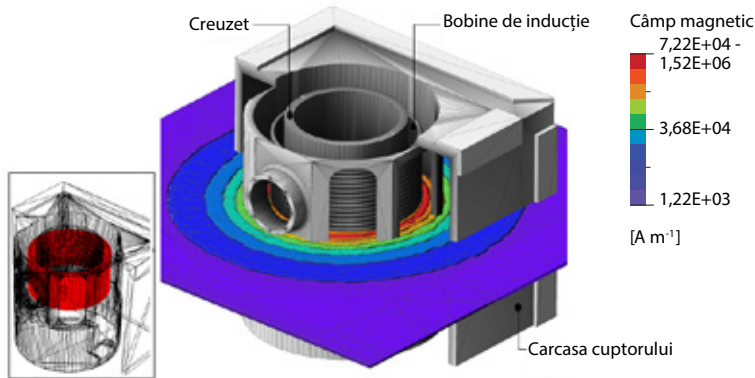
Modelarea computerizată a fost efectuată pentru a evalua câmpurile electrice interne induse în corpul unui operator în imediata apropiere a cuptorului în funcțiune. Parametrii modelării au fost stabiliți la anumite valori astfel încât modelul a produs valori ale intensității câmpului magnetic similare cu cele obținute în faza de măsurare a evaluării expunerii.

Distribuția spațială a câmpului magnetic în planul x-y în jurul cuptorului cu inducție generat de model este prezentată în figura 8.8. Valorile pentru câmp calculate au corespuns cu valorile măsurate obținute în evaluarea expunerii și au demonstrat în plus



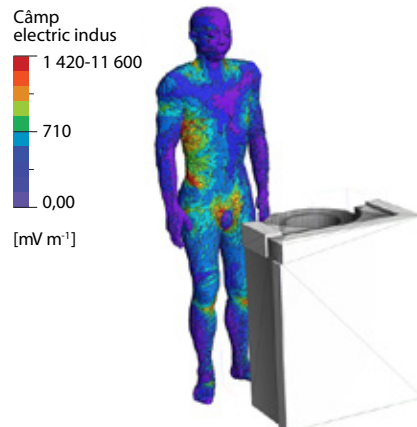
că, în timp ce intensitatea câmpului magnetic este relativ mare în apropierea bobinei de inducție a cuptorului, valorile scad foarte repede odată cu distanța.

**Figura 8.8. – Distribuția spațială a câmpului magnetic în planul x-y în jurul unei imagini în secțiune a cuptorului cu inducție, generată de model. Bobina de inducție este indicată cu roșu (medalion)**



Calcululele câmpurilor electrice interne induse în corp au fost efectuate pentru un lucrător care stă în picioare la 65 cm de centrul cuptorului cu inducție. Distribuția câmpului electric indus într-un model uman este ilustrată în figura 8.9. Cea mai mare valoare a câmpului electric calculată în organism pentru acest scenariu de expunere a fost de 916 mV m<sup>-1</sup> (în țesut osos). Aceasta a reprezentat 83 % din ELV pentru efecte asupra sănătății la o frecvență de 2,43 kHz.

**Figura 8.9. – Distribuția spațială a câmpurilor electrice maxime interne induse într-un model uman ca urmare a expunerii la cuptorul cu inducție**

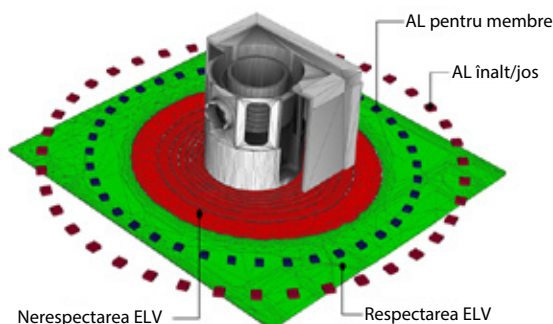


Zona în care ELV pentru efecte asupra sănătății ar putea fi depășită ca urmare a expunerii la cuptorul cu inducție poate fi definită prin simulări ale expunerii, utilizând modelul uman la diferite distanțe de cuptor.

S-a constatat că ELV ar fi depășită numai în cazul în care corpul se află pe o rază de aproximativ 60 cm de centrul cuptorului în funcțiune. Această zonă este ilustrată în mod aproximativ cu roșu în figura 8.10. De asemenea, sunt indicate zonele în care ar putea fi depășite AL (figura 8.4).

Întrucât cuptorul a fost montat într-o carcasă de aproximativ 63 cm × 63 cm (mai exact, care este la distanță de 31,5 cm față de centrul cuptorului), un lucrător ar trebui să stea la această distanță de carcasa cuptorului pentru ca ELV să fie depășite, un scenariu de expunere considerat improbabil. Aceasta a determinat întreprinderea să considere că marcarea pardoselii a fost o măsură de prevenire adecvată.

**Figura 8.10. – Contururi în jurul cuptorului de inducție care arată zonele în care ar putea fi depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona roșie). De asemenea, sunt indicate zonele în care nu este depășită ELV pentru efecte asupra sănătății (zona verde și dincolo de aceasta) și zonele în care ar putea fi depășite nivelurile de acțiune (pătratele albastre și roșii)**



## 9. DISPOZITIVE CU PLASMĂ DE RADIOFRECVENȚĂ (RF)

Dispozitivele cu plasmă RF sunt utilizate în mod uzual la fabricarea dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor integrate. De asemenea, ele sunt utilizate în alte industrii pentru curățarea componentelor optice, în aplicații spectroscopice și în cercetare. Prezentul studiu de caz se referă la dispozitivele cu plasmă RF utilizate în procesul de fabricație a plachetelor, în condiții de mediu curat. Angajatorul și-a exprimat preocuparea cu privire la riscul potențial pentru un lucrător cu stimulator cardiac, care se pregătea să se întoarcă la locul de muncă. Producătorul stimulatorului cardiac a furnizat angajatorului detalii privind limitele sigure de expunere a stimulatorului cardiac la câmpuri electromagnetice.

### 9.1. Natura activității

Funcția persoanei cu stimulator cardiac implică, în mod uzual, încărcarea plachetelor în dispozitivele cu plasmă RF și operarea dispozitivelor (figura 9.1).

**Figura 9.1. – Zona de încărcare a plachetelor**



**Figura 9.2. – Camere de reacție în zona de service**



### 9.2. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

Dispozitivele cu plasmă RF la locul de muncă respectiv sunt alcătuite în mod tipic dintr-o sursă de RF și o cameră de reacție evacuată (figura 9.2). Unele dispozitive de la locul respectiv încorporează mai multe surse de RF și/sau camere de reacție multiple. Câmpul de RF generat este utilizat pentru a stabili și a menține descărcarea plasmei, care este folosită pentru a efectua operațiuni precum gravură, depunere și dezizolare a plachetei în interiorul camerei. Frecvențele RF generate pot varia de la câteva sute de

kHz până la câțiva GHz. Frecvențele comune utilizate sunt 400 kHz, 13,56 MHz și 2,45 GHz.

Cu acest tip de dispozitiv, câmpul RF va fi ecranat, de regulă, de carcasa echipamentului și de camera de reacție metalică. Scăpările de RF sunt posibile în cazul în care există orificii în carcasa echipamentului, cum ar fi panouri aliniate greșit sau montate incorect, șuruburi lipsă, conectori de cablu defecți și defecte ale ghidurilor de undă flexibile. Orice orificii ale camerei de reacție sau ale ghidurilor de undă pot fi observate prin pierderi de vid. Unele dintre camere au ferestre de inspecție cu ecrane de protecție (Faraday); ecranele lipsă sau deteriorate pot duce la pierderi de RF.

Unele dintre dispozitive conțin, de asemenea, magneți puternici, care produc câmpuri magnetice statice.

### 9.3. Modul de utilizare a aplicației

Persoana care poartă stimulatorul cardiac va rămâne, în mod normal, în zona de producție a camerei curate în care este utilizat echipamentul și sunt încărcate plachetele. Camerele de reacție și generatoarele de RF asociate cu fiecare echipament se află în zona de service. Lucrătorul respectiv poate intra în zona de service, dar nu va fi implicat în operațiunile de service sau de menținere a echipamentului.

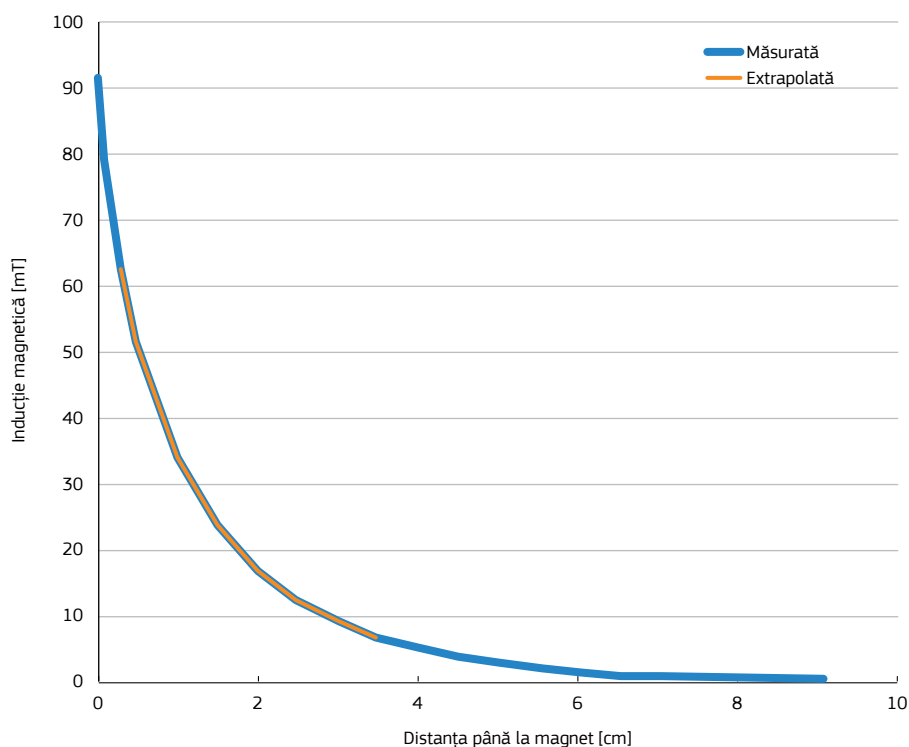
### 9.4. Metoda evaluării expunerii

Ar fi posibil să se efectueze măsurători ale câmpurilor electromagnetice în jurul echipamentului în cauză. Cu toate acestea, măsurătorile ar necesita serviciile unui consultant expert care utilizează instrumente specializate. Datorită varietății frecvențelor utilizate, ar fi necesare aparate de măsură multiple. În plus, pentru câmpurile cu frecvențe intermediare (de exemplu, 400 kHz și 13,56 MHz), măsurătorile ar trebui să fie efectuate în zona apropiată a câmpului. Câmpurile electrice și magnetice trebuie să fie măsurate separat. La frecvențe mai mari (2,45 GHz), măsurătorile vor fi efectuate, în general, la în zona îndepărtată a câmpului. În această situație, câmpurile electrice și magnetice se propagă ca o undă electromagnetică, prin urmare, se obișnuiește să se măsoare doar câmpul electric. Câmpul magnetic poate fi dedus, întrucât cele două sunt legate unul de celălalt.

Ca un prim pas în evaluarea expunerii, angajatorul a contactat producătorii de dispozitive cu plasmă RF pentru a solicita informații cu privire la potențialul de pierdere de câmpuri RF din echipament și la distanța până la care acest lucru ar putea prezenta un pericol.

Unul dintre producători a furnizat un grafic (figura 9.3) pentru a ilustra modul în care nivelul câmpului magnetic static scade odată cu distanța față de magneții puternici instalați în dispozitive și a informat angajatorul că la o distanță de 10 cm de magneți inducția magnetică va scădea sub 0,5 mT.

**Figura 9.3. – Grafic indicând scăderea inducției magnetice odată cu distanța**



Producătorul stimulatorului cardiac a prevăzut limite de siguranță pentru diferite surse de interferență electromagnetică (tabelul 9.1). Angajatorul a constatat că valoarea câmpurilor magnetice statice a fost indicată în gauss și va trebui să fie convertită în militesla conform Directivei privind CEM.

**Tabelul 9.1. – Limitele de siguranță furnizate de producătorul stimulatorului cardiac (limite specifice stimulatorului cardiac respectiv purtat de lucrător)**

Sursă de interferențe electromagnetice	Limita intensității câmpului electromagnetic (rădăcină medie pătratică)
Frecvența curentului electric (50/60 Hz)	10 000 V/m (6 000 V/m; peste valoarea nominală)
Frecvență înaltă (150 kHz și mai mare)	141 V/m
Câmpuri magnetice statice (CC)	10 gauss
Câmpuri magnetice modulate	80 A/m până la 10 kHz și 1 A/m pentru frecvențe mai mari de 10 kHz

Angajatorul nu a putut obține informații de la producători referitoare la câmpurile de RF și, prin urmare, a decis să desemneze un consultant pentru a efectua o serie de măsurători în jurul anumitor dispozitive cu plasmă RF.

## 9.5. Rezultatele evaluării expunerii

Angajatorul a transformat limitele relevante furnizate de producătorul stimulatorului cardiac (tabelul 9.1) în valori exprimate în unitățile de măsură utilizate în Directiva privind CEM (tabelul 9.2). Comparând rezultatele măsurătorilor cu limitele respective s-a demonstrat că limitele stimulatorului cardiac nu au fost depășite în jurul dispozitivului de gravare cu plasmă RF.

**Tabelul 9.2. – Limitele stimulatorului cardiac (furnizate de producătorul stimulatorului cardiac)**

Frecvență	Limită
Câmpuri electrice, 150 kHz și mai mari	141 Vm <sup>-1</sup>
Câmpuri magnetice statice (CC)	1 mT
Câmpuri magnetice peste 10 kHz	1,25 μT

Rezultatele măsurătorilor obținute sunt ilustrate în tabelele de mai jos. Tabelul 9.3 prezintă rezultatele măsurătorilor efectuate în jurul unui dispozitiv de gravare cu plasmă RF care funcționează la o frecvență de 400 kHz. Măsurătorile au fost efectuate în jurul întregului dispozitiv, însă, cu toate acestea, nivelurile maxime ale câmpurilor electrice și magnetice au fost detectate în jurul îmbinărilor carcasei din jurul generatorului de RF. Rezultatele măsurătorilor arată că nu au fost depășite nivelurile de acțiune (AL) prevăzute în Directiva privind CEM.

**Tabelul 9.3. – Rezultatele măsurătorilor în jurul dispozitivului de gravare cu plasmă RF**

Poziție	Frecvență	Inducție magnetică (μT)	Nivel de acțiune (μT)	Intensitatea câmpului electric (Vm <sup>-1</sup> )	Nivel de acțiune (Vm <sup>-1</sup> )
Carcasa generatorului RF	400 kHz	0,05	5	0,06	610

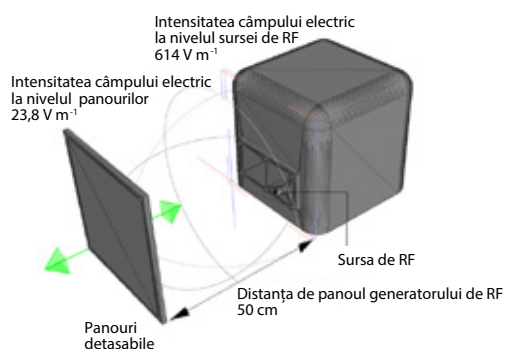
*NB:* Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la ± 2,7 dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL.

Tabelul 9.4 prezintă rezultatele măsurătorilor efectuate în jurul unei unități pentru depunere fizică a vaporilor (*physical vapour deposition* – PVD) care funcționează la o frecvență de 13,56 MHz. Rezultatele măsurătorilor arată că AL prevăzute în Directiva privind CEM, precum și limitele stimulatorului cardiac din tabelul 9.2 au fost depășite aproape de sursa RF din cameră. Ultimele două poziții în care au fost efectuate măsurători sunt ilustrate în figura 9.4.

**Tabelul 9.4. – Rezultatele măsurătorilor în jurul unității PVD**

Poziție	Frecvență generator	Inducție magnetică ( $\mu\text{T}$ )	Nivel de acțiune ( $\mu\text{T}$ )	Intensitatea câmpului electric ( $\text{Vm}^{-1}$ )	Nivel de acțiune ( $\text{Vm}^{-1}$ )
Suprafața superioară a camerei	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Sub cameră, aproape de sursa RF din cameră	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Poziția panourilor detașabile, poziționate la 0,5 m de sursa de RF	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la  $\pm 2,7$  dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL.

**Figura 9.4. – Poziția măsurătorilor efectuate aproape de sursa de RF în unitatea PVD**

## 9.6. Evaluarea riscurilor

În ceea ce privește câmpurile magnetice statice din jurul magneților, s-a constatat că AL de 0,5 mT pentru expunerea la dispozitivele medicale active implantate ar putea fi depășit pe o distanță de până la 10 cm de magneți. Cu toate acestea, producătorul stimulatorului cardiac a prevăzut o limită mai puțin restrictivă de 1 mT (tabelul 9.2) pentru angajator, aplicabilă stimulatorului cardiac în cauză. Prin urmare, angajatorul a utilizat această limită în evaluarea riscurilor. Pe baza graficului furnizat de producătorul echipamentului (figura 9.3), limita stimulatorului cardiac de 1 mT ar putea fi depășită la o distanță mai mică de 10 cm față de magneți (estimată la aproximativ 6 cm).

În ceea ce privește câmpurile electromagnetice RF, s-a constatat că limitele specificate de producătorul stimulatorului cardiac, precum și AL ar putea fi depășite în apropierea sursei RF în camera unității PVD. La 0,5 m de sursa de RF, nivelurile au scăzut sub limitele specificate pentru stimulatorul cardiac și AL.

Atât pentru câmpurile magnetice statice, cât și pentru câmpurile de RF, nivelul câmpului a scăzut sub limitele specificate pentru stimulatorul cardiac și AL pe distanță scurtă.

Pe baza acestor informații, angajatorul a efectuat o evaluare a riscului specific expunerii la CEM (tabelul 9.5) cu scopul de a determina riscurile atât pentru persoana care poartă stimulator cardiac, cât și pentru alți lucrători, utilizând metodologia sugerată de OiRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA).

Ca urmare a evaluării riscurilor, angajatorul a decis că nu este necesară nicio modificare a sarcinilor persoanei care poartă stimulatorul cardiac; persoana nu a fost implicată în operațiunile de întreținere a echipamentelor și, prin urmare, nu ar avea niciun motiv să se afle în zonele (foarte aproape de echipament) în care ar putea fi depășite limitele prevăzute pentru stimulatorul cardiac. S-a decis că nu ar fi necesar să fie interzis accesul la zona de service, întrucât câmpurile intense sunt puternic localizate. Cu toate acestea, evaluarea riscurilor indică faptul că ar trebui luați în considerare alți lucrători (de exemplu, inginerii de service) și contractanți care ar putea purta dispozitive medicale active implantabile.

## 9.7. Măsuri de precauție puse deja în aplicare

Angajatorul a inspectat echipamentele și a revizuit procedurile întreprinderii, constatând că au fost deja puse în aplicare următoarele măsuri de precauție:

- exista un dispozitiv de protecție în jurul surselor de RF din camere pentru a preveni accesul la zonele respective (la măsurarea unității PVD, dispozitivul de protecție a fost îndepărtat);
- întreprinderea se asigură că orice echipament achiziționat este bine proiectat. De exemplu, ferestrele de inspecție sunt protejate în mod corespunzător pentru a limita expunerea la câmpul de RF.



**Tabelul 9.5. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru dispozitivele cu plasmă RF**

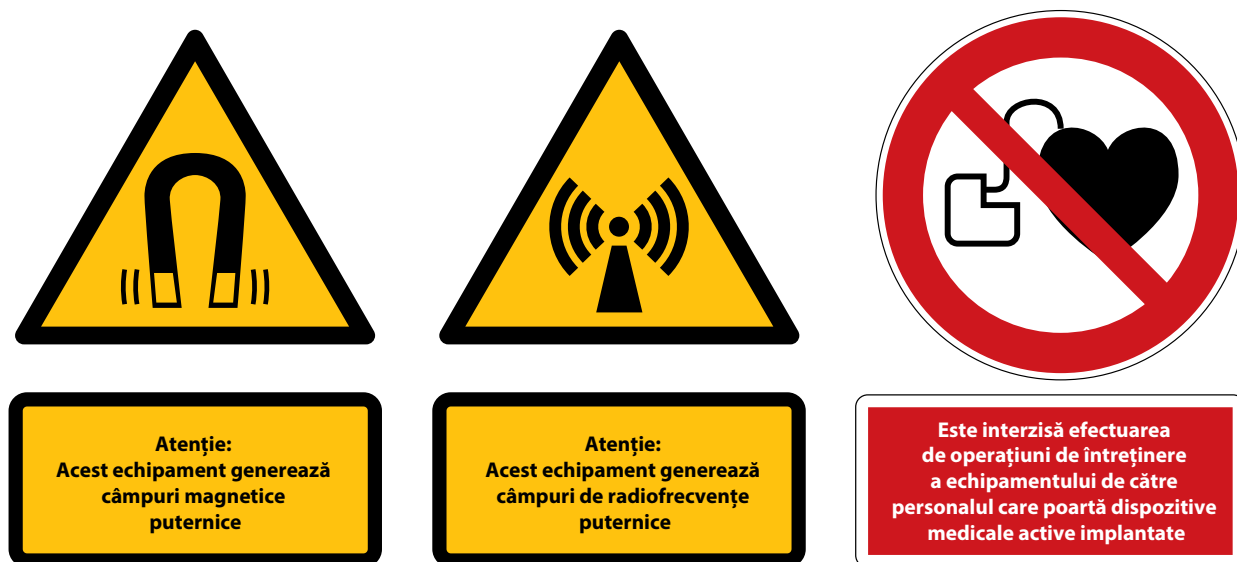
Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efectele directe ale expunerii la CEM:  Nivelul de acțiune ar putea fi depășit în apropierea sursei de RF în zona de service	Panou montat pe unitatea PVD, ceea ce împiedică accesul la zona în care se depășește nivelul de acțiune	Operatori  Ingineri de service	✓			✓			Mic	Inginerii de service și operatorii trebuie să beneficieze de formare și informații.  Trebuie să fie afișate semne de avertizare corespunzătoare pe echipamente.
Efecte indirecte ale expunerii la CEM (efectul asupra dispozitivelor medicale active implantate):  Limitele prevăzute pentru stimulatorul cardiac ar putea fi depășite în apropierea magneților statici și aproape de sursa de RF din zona de service	Panou montat pe unitatea PVD, ceea ce împiedică accesul la zona în care sunt depășite limitele prevăzute pentru stimulatorul cardiac  Câmpurile care depășesc limitele prevăzute pentru stimulatoare cardiace în jurul magneților statici sunt puternic localizate	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓		✓			Mic	Informațiile privind acest pericol trebuie să fie furnizate tuturor lucrătorilor.  Avertismentele trebuie să fie incluse în informațiile privind securitatea locului respectiv.  Trebuie să fie afișate semne de avertizare și de interdicție corespunzătoare pe echipament.

## 9.8. Măsurile de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Ca urmare a evaluării riscurilor, angajatorul a decis să pună în aplicare măsuri de precauție suplimentare precum:

- afișarea de semne de avertizare privind existența unor câmpuri magnetice puternice/ unor câmpuri de RF puternice (după caz), precum și de semne de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate, pe echipamentele care conțin magneți puternici și pe panourile detașabile care permit accesul la niveluri potențial înalte ale câmpurilor de RF (figura 9.5);

**Figura 9.5. – Exemple de semne de avertizare privind existența unor câmpuri magnetice puternice și a unor câmpuri de RF puternice și ilustrarea simbolului de interdicție pentru persoanele care poartă dispozitive medicale active implantate**



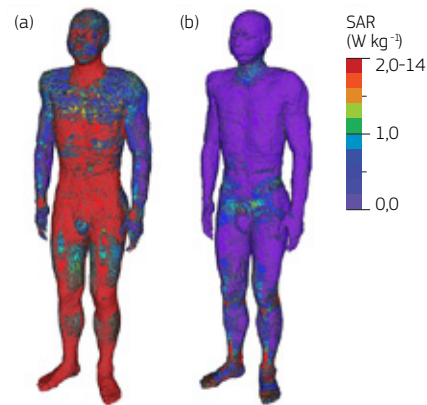
- oferirea de informații, inclusiv privind rezultatul evaluării riscurilor, persoanei care poartă stimulatorul cardiac și furnizorului de servicii de sănătate la locul de muncă al întreprinderii;
- asigurarea, prin programe de informare adecvate și legături cu contractanții, a faptului că alți lucrători și vizitatorii sunt conștienți de riscuri;
- asigurarea faptului că lucrătorii sunt conștienți de faptul că echipamentul nu trebuie să funcționeze cu panourile îndepărtate și că orice defect al carcasei echipamentului, al ghidurilor de undă sau al ferestrelor ecranate trebuie să fie raportat unui supraveghetor.

## 9.9. Informații suplimentare

Rezultatele măsurate au fost utilizate ca bază pentru modelarea computerizată a expunerii unui lucrător în raport cu valorile-limită de expunere (ELV) prevăzute în Directiva privind CEM (figura 9.5). Modelarea arată că ELV ar putea fi depășite aproape de sursa de RF; SAR exprimată ca medie pentru întregul corp a fost de 211 % din ELV pentru stresul termic la nivelul întregului corp, iar SAR de vârf localizată în membre, calculată ca medie pentru o masă de 10 g de țesut contiguu, a fost de 147 % din ELV pentru stresul termic la nivelul membrelor. ELV pentru stresul termic la nivelul capului și trunchiului nu a fost depășită; SAR de vârf localizată la nivelul capului și trunchiului, calculată ca medie pentru o masă de 10 g de țesut contiguu, a fost de 89 % din ELV pentru stresul termic la nivelul capului și trunchiului.

La 0,5 m de sursa de RF, intensitatea câmpului electric măsurată s-a dovedit a fi mai mică decât AL și astfel, cum era de așteptat, modelarea a arătat că valorile SAR la nivelul întregului corp și SAR localizată au fost mult mai mici decât ELV (mai puțin de 0,5 %).

**Figura 9.6. – Distribuția SAR la un lucrător: (a) în jurul sursei de RF; și (b) în jurul panourilor detașabile, la 50 cm de generatorul de RF**



## 10. ANTENE MONTATE PE ACOPERIȘ

### 10.1. Locul de muncă

Acoperișurile clădirilor sunt utilizate adesea ca structuri de montare convenabile pentru o varietate de antene de telecomunicații, a căror funcționare beneficiază de înălțimea crescută sau de o linie de vedere îmbunătățită. Prezentul studiu de caz se referă la o astfel de clădire (figura 10.1), al cărei proprietar s-a schimbat recent. Noul proprietar a dorit să își îndeplinească obligația legală și să evalueze toate riscurile pentru lucrătorii de pe acoperiș.

**Figura 10.1. – Antene sectoriale de telefonie mobilă și o antenă parabolică montate pe acoperișul clădirii**



## 10.2. Natura activității

Lucrătorii trebuie să urce pe acoperiș pentru a efectua mai multe sarcini de inspecție și de întreținere a clădirii. Printre lucrătorii respectivi se pot număra: persoane care curăță ferestre, contractanți ai lucrărilor la acoperișuri, ingineri specializați în echipamente de climatizare, inspecitori de asigurare și persoane care montează antene. Este posibil ca ultimii dintre aceștia să fi beneficiat de o formare cuprinzătoare în materie de protecție împotriva radiațiilor de radiofrecvențe și să fie echipați cu alarme pentru expunerea personală, dar în cazul primilor este puțin probabil că au beneficiat de formare și, în consecință, ei au puține cunoștințe în domeniu.

O bună practică ar fi ca operatorii să adopte principiul „poziției de siguranță” la instalarea antenelor. Aceasta înseamnă că antenele sunt amplasate astfel încât lucrătorii care stau în mod normal în picioare pe acoperiș să nu poată intra accidental în zona de excludere a antenei. Zona de excludere a antenei este zona din apropierea antenei în care expunerea ar putea depăși nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului.

Zona de excludere a antenei ar trebui să fie accesibilă doar pentru lucrătorii care utilizează dispozitive de urcare, precum scări sau schele. În cazul în care lucrătorii trebuie să ajungă în zona de excludere, ar putea fi necesară oprirea antenei. În cazul în care zona de excludere a antenei afectează zona în care se stă în picioare pe acoperiș, zona respectivă de pe acoperiș trebuie să fie delimitată.

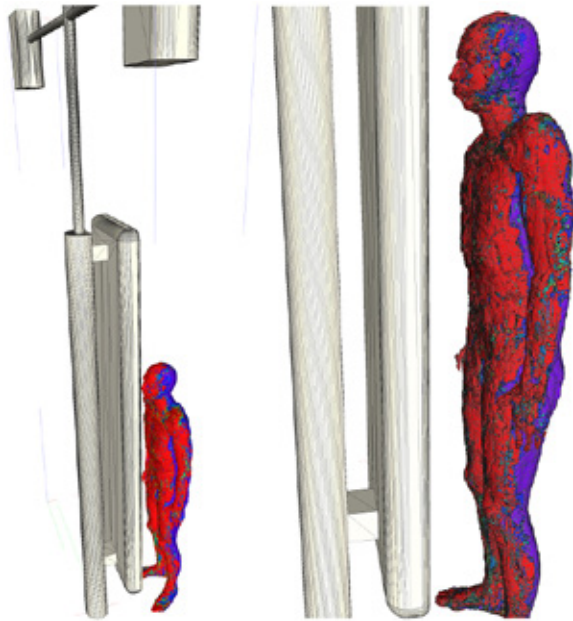
## 10.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

Antenele montate pe acoperiș au fost cele asociate în general cu sistemele de telecomunicații mobile, inclusiv stații de bază pentru telefonie mobilă și un sistem pager. În plus față de antenele sectoriale, stația de bază pentru telefonie mobilă a inclus, de asemenea, o legătură de date punct-la-punct. Proprietarul a fost conștient de faptul că tipurile diferite de antene prezintă niveluri diferite de risc și, în general, că:

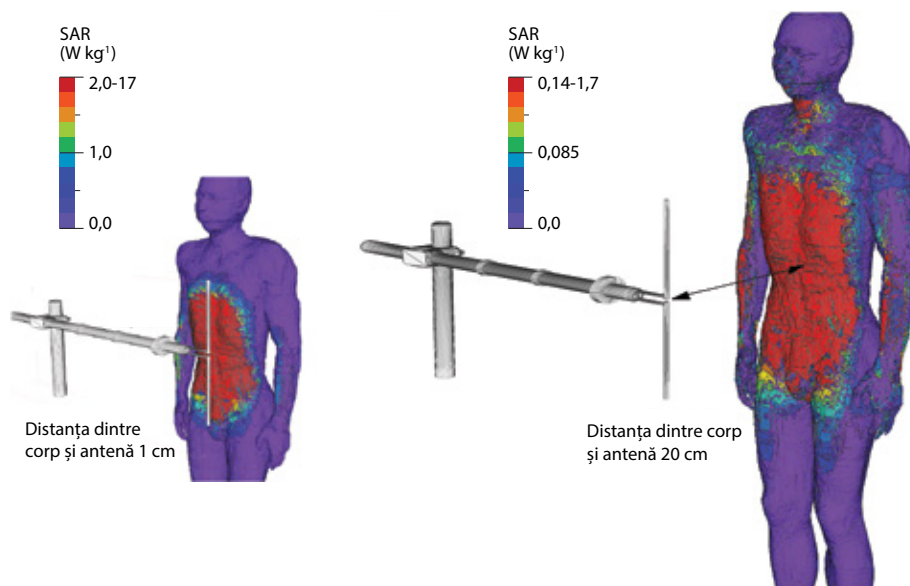
- antenele sectoriale de telefonie mobilă (800-2 600 MHz) pot prezenta un risc în direcția față până la câțiva metri și într-o măsură mai mică în părțile laterale și în spate (figura 10.2);
- antenele parabolice (10-30 GHz) asociate cu stațiile de bază pentru telefonie mobilă nu prezintă, în general, un risc semnificativ;
- antenele dipol și coliniare (tip vergea) (80-400 MHz) pot prezenta un risc pe o distanță de un metru sau doi în jurul antenei.

Acest ultim aspect este ilustrat de modelarea computerizată pentru o antenă dipol cu jumătate de lungime de undă care funcționează la 400 MHz (figura 10.3). Tabelul 10.1 arată că, pe măsură ce puterea radiată crește de la 25 W la 100 W și ulterior la 400 W, ELV pentru efecte asupra sănătății sunt depășite la distanțe tot mai mari față de antenă.

**Figura 10.2. – Distribuția ratei specifice de absorbție a energiei (SAR) la un lucrător situat lângă o antenă sectorială de telefonie mobilă care transmite**



**Figura 10.3. – Distribuția ratei specifice de absorbție a energiei (SAR) în modelul uman în urma expunerii la o antenă dipol cu jumătate de lungime de undă cu putere de 25 W, la o distanță de 20 cm de trunchi. Medalion: 1 cm de trunchi. În ambele cazuri, valorile SAR calculate sunt mai mici decât ELV pentru efecte asupra sănătății corespunzătoare**



**Tabelul 10.1. – Valori modelate pe calculator ale ratei specifice de absorbție a energiei la nivelul întregului corp (*whole-body specific energy absorption rate – WBSAR*) și ale SAR de vârf localizată, calculată ca medie pentru o masă de 10 g de țesut contiguu ( $SAR_{10g\ cont}$ ) pentru o antenă dipol cu jumătate de lungime de undă cu putere de 5 W, 25 W, 100 W și 400 W. Valorile SAR care depășesc ELV pentru efecte asupra sănătății corespunzătoare sunt scrise cu caractere roșii**

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

ELV pentru efecte asupra sănătății în gama de frecvențe 100 kHz-6 GHz pentru SAR calculată ca medie la nivelul întregului corp:  $0,4\ Wkg^{-1}$  și pentru SAR localizată la nivelul capului și trunchiului, calculată ca medie pentru o masă de 10 g de țesut contiguu:  $10\ Wkg^{-1}$ .

## 10.4. Modul de utilizare a aplicației

Echipamentul este automatizat și controlat de la distanță de către operatori. Stația de bază pentru telefonie mobilă își va regla puterea de ieșire în funcție de traficul de apeluri transportat până la o valoare maximă care este stabilită în condițiile de acordare a licenței pentru spectrul de frecvențe respectiv. Aceasta îngreunează prevederea de către proprietar în orice moment a puterii efective. Frecvențele de ieșire sunt stabilite, de asemenea, în condițiile de acordare a licenței pentru spectrul de frecvențe respectiv.

Modificările activităților de instalare și întreținere ocazională sunt efectuate de subcontractanți desemnați de operatori.

## 10.5. Metoda evaluării expunerii

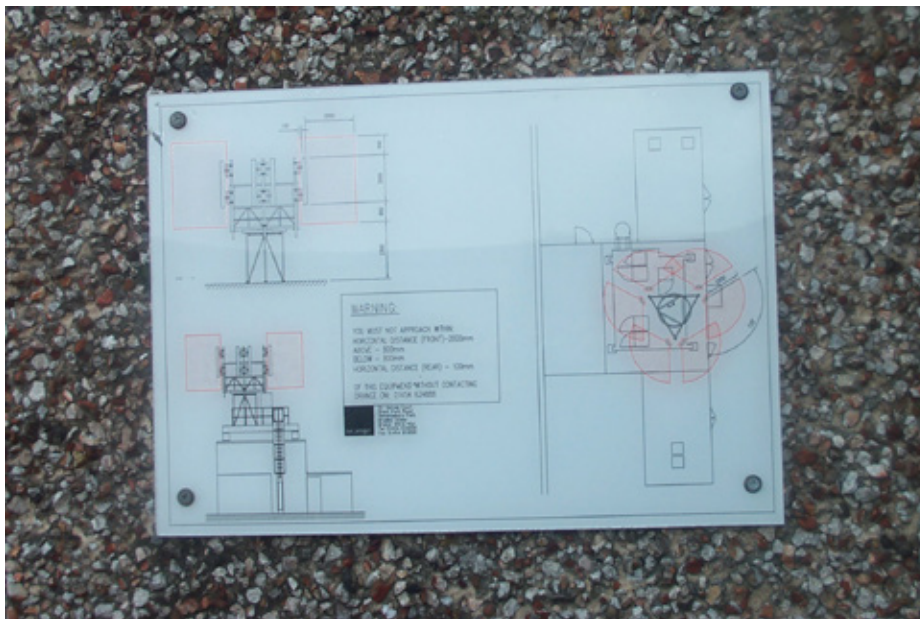
O evaluare teoretică detaliată a expunerii ar necesita informații cu privire la o serie de factori; incluzând tipul de antenă; caracteristicile emisiei (de exemplu, frecvența, puterea radiată, parametri semnalelor, ciclul de utilizare, numărul de canale transmise); poziția lucrătorului în câmpul de radiații; durata expunerii; și contribuții din alte surse.

De asemenea, ar putea fi posibil să se efectueze măsurători ale expunerilor pe acoperiș, deși acest lucru ar necesita serviciile unui consultant expert care să utilizeze instrumente specializate. Proprietarul a fost conștient de faptul că ar fi posibil să

Închirieze sau să cumpere un instrument ieftin prin internet, dar că acesta ar putea să nu asigure o citire corectă și ar putea fi sensibil la alte semnale decât cele de interes. Proprietarul era conștient, de asemenea, de faptul că utilizarea serviciilor unui consultant ar fi costisitoare și ar oferi doar o imagine punctuală asupra situației expunerii la momentul măsurărilor.

În schimb, proprietarul a efectuat o analiză vizuală de bază a acoperișului pentru a identifica antenele și operatorii acestora și le-a marcat pe un plan al acoperișului. Ulterior, operatorii au fost contactați și li s-a solicitat să viziteze locul pentru a-și identifica antenele și a furniza informații în materie de securitate. Proprietarul a examinat, de asemenea, registrul vizitatorilor pentru a verifica cine a urcat pe acoperiș, urmărind să determine, prin natura activității, unde s-a lucrat. Utilizând aceste informații, au fost identificate locurile în care ar putea fi posibil ca lucrătorii să aibă acces la zone în care există câmpuri periculoase sau la zone de excludere (figura 10.4). O bună practică este ca lucrătorii să nu se apropie de antenele radiante pentru a fi expuși în exces la nivelurile de acțiune (AL) și, cu siguranță, aceștia nu ar trebui să poată atinge antene radiante.

**Figura 10.4. – Desen care ilustrează întinderea zonelor de excludere pe acoperiș**



## 10.6. Rezultatele evaluării expunerii

Ca urmare a analizei vizuale și a contactării operatorilor, proprietarul a întocmit un dosar de informații relevante privind securitatea, care a fost pus ulterior la dispoziția lucrătorilor pe acoperiș. Dosarul a inclus un inventar detaliat al antenelor care conținea următoarele informații: tipul de antenă (de exemplu, antenă sectorială, antenă parabolică, antenă cu dipol pliat), operatorul, locul (poziție, înălțime, orientare), parametrii de funcționare, întinderea eventualelor zone de excludere, data instalării (tabelul 10.2).



**Tabelul 10.2. – Inventarul antenelor de pe acoperiș întocmit de proprietar**

Tipul de antenă	Operator	Locul pe acoperiș	Parametri de funcționare	Zonă de excludere	Data instalării
Antene sectoriale de telefonie mobilă (6 oprite)	Vodafone	Turn pentru antene montat pe acoperișul clădirii La 6 m 0°, 120°, 240°	Frecvențe 2 110-2 170 MHz Putere 56 dBm pe semnal Lățimea fasciculului de 85° Amplificare 17 dBi	2,5 m în față 0,25 m în spate 0,3 m în sus și în jos	iunie 2006
Antenă parabolică de 0,3 m	Vodafone	Stâlp de montare pe acoperișul clădirii La 5,5 m 220°	Frecvență 26 GHz Putere 3 mW Lățimea fasciculului de 1° Amplificare 44,5 dBm	Nu există	iunie 2006
Dipol pliat	Pager Telecom	Aproape de culoarul de trecere la intrarea pe acoperiș La 2 m	Frecvență 138 MHz Putere 100 W Omnidirecțional Amplificare 2,15 dBi	2,5 m în jurul antenei	Necunoscut

## 10.7. Evaluarea riscurilor

Proprietarul a fost conștient de obligația de a evalua toate riscurile pentru lucrătorii care urcă pe acoperiș (acestea ar putea include riscul general de alunecare, de împiedicare și de cădere; riscul de inhalare a gazelor arse provenite de la diferite coșuri de fum, hornuri și canale de evacuare; precum și riscul de expunere la câmpuri electromagnetice). Metodologia sugerată de OiRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA) a fost utilizată pentru a structura procesul, iar pentru a pregăti evaluarea au fost identificate toate informațiile puse la dispoziție de operatorul sau de producătorul fiecărei antene. Informațiile cantitative cu privire la intensitatea câmpului electric generat de antenă sau diagramele schematice care arată întinderea oricărei zone de excludere au permis proprietarului să efectueze o evaluare a nivelului de risc. În cazul în care câmpul accesibil a depășit AL a fost necesar să fie elaborat și pus în aplicare un plan de acțiune pentru a aborda riscurile.

Un exemplu de evaluare a riscului specific expunerii la CEM este prezentat în tabelul 10.3.



**Tabelul 10.3. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru antenele montate pe acoperiș**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale câmpului de radiofrecvențe	Încuierea ușii de acces pe acoperiș și punerea sub control a cheii	Persoane care curăță ferestre	✓				✓		Mic	Mutarea antenei sistemului de paging (dipol pliat) departe de culoarul de trecere
	Semne de avertizare și de interdicție	Contractanți ai lucrărilor la acoperișuri	✓				✓		Mic	
	Montarea antenelor sectoriale în zonele cele mai înalte ale clădirii și asigurarea faptului că zonele de excludere asociate sunt inaccesibile	Ingineri specializați în echipamente de climatizare	✓				✓		Mic	Montarea unui dispozitiv de oprire mecanic pentru a asigura că platforma suspendată pentru curățarea ferestrelor nu poate fi ridicată în fața antenelor sectoriale
	Blocarea scării de acces la acoperișul clădirii	Inspectori de asigurare	✓				✓		Mic	
	Asigurarea faptului că antenele parabolice montate sus pe stâlpi și grinzi sunt inaccesibile	Persoane care montează antene	✓				✓		Mic	
		Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓				✓		Mic	
Efecte indirecte ale câmpului de radiofrecvență (interferență cu echipamentele electronice medicale)	A se vedea mai sus	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓		✓			Mic	A se vedea mai sus. Introducerea unui avertisment pentru persoanele care poartă dispozitive electronice medicale în procedura scrisă referitoare la securitate

## 10.8. Măsurile de precauție puse deja în aplicare

Analiza vizuală a acoperișului efectuată de proprietar a indicat că:

- ușa către acoperiș a fost încuiată, iar cheia a fost pusă sub controlul administratorului clădirii în materie de securitate. Pe interiorul ușii a fost aplicat un semn de avertizare cu privire la prezența antenelor de radiofrecvență [figura 10.5 litera (a)];
- antenele sectoriale de telefonie mobilă au fost montate în părțile superioare ale clădirii și zonele de excludere asociate erau inaccesibile. Au fost aplicate semne de avertizare pe stâlpii de montare [figura 10.5 litera (b)] și pe carcasa antenelor [figura 10.5 litera (c)];
- scara care permite accesul pe acoperișul clădirii a fost blocată și a fost afișat un avertisment [figura 10.5 litera (d)];
- antenele parabolice au fost montate la înălțime pe stâlpi, iar fasciculele acestora au fost inaccesibile. (În orice caz, proprietarul deține dovezi scrise de la operator că nu există zone de excludere.)

**Figura 10.5. – Semne de avertizare**

(a) pe ușa de acces la acoperiș



(b) pe stâlpul de montare a antenei



(c) pe carcasa antenei



(d) pe scara care duce pe acoperișul clădirii



## 10.9. Măsurile de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Proprietarul nu a fost mulțumit de unele aspecte ale modului în care erau administrate instalațiile de pe acoperiș și a decis să pună în aplicare măsuri de precauție suplimentare, incluzând:

- solicitarea adresată operatorului unui sistem de paging să relocalizeze antena cu dipol pliat departe de culoarul de trecere [figura 10.6 litera (a)] și să afișeze un semn de avertizare [figura 10.6 litera (b)];
- montarea unui dispozitiv de oprire mecanic pentru a se asigura că platforma suspendată pentru curățarea ferestrelor nu poate fi ridicată în fața antenelor sectoriale [figura 10.6 litera (c)];
- elaborarea unei proceduri scrise referitoare la securitate pe care toți lucrătorii trebuie să o citească (și să confirme cunoașterea ei) înainte de a li se permite accesul pe acoperiș. Procedura include planuri pentru situații de urgență pentru accidente și incidente previzibile în mod rezonabil.

**Figura 10.6**

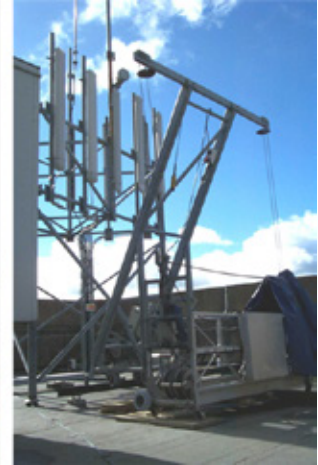
(a) antena sistemului de paging este prea aproape de culoarul de trecere



(b) noul semn de avertizare



(c) platforma suspendată pentru curățarea ferestrelor nu mai poate fi ridicată în fața antenelor



## 11. APARATE PORTABILE DE EMISIE-RECEPȚIE

### 11.1. Locul de muncă

Prezentul studiu de caz se referă la o firmă de construcții mică, ai cărei lucrători locuiesc temporar pe șantierele de construcții. Maistrul a auzit despre noua Directivă privind CEM și s-a întrebat dacă lucrătorii trebuie să ia măsuri de precauție atunci când utilizează aparate portabile de emisie-recepție.

### 11.2. Natura activității

Lucrătorii țin legătura unul cu celălalt pe șantier folosind aparate portabile de emisie-recepție care funcționează pe baza serviciului fără licență PMR (*Private Mobile Radio*) 446 (figura 11.1). Dispozitivele sunt disponibile pentru utilizare de către toți lucrătorii de pe șantier.

**Figura 11.1. – Lucrător care utilizează un aparat portabil de emisie-recepție**



După consultarea instrucțiunilor producătorului, maistrul a stabilit că dispozitivele portabile funcționează la o frecvență de aproximativ 446 MHz. Cu toate acestea, instrucțiunile sau declarația CE de conformitate (figura 11.2) nu conțineau nicio informație privind puterea efectiv radiată (*effective radiated power* – ERP) sau metodele de utilizare adecvate.

În urma unor căutări pe internet, maistrul a găsit informații provenind de la autoritatea de reglementare a serviciului conform căreia „echipamentele radio PMR 446 trebuie să fie portabile, să aibă o antenă integrată, să aibă o putere efectiv radiată maximă de 500 mW și să fie conforme cu ETS 300 296”.

**Figura 11.2. – Declarație de conformitate CE furnizată împreună cu dispozitivul**

EC Declaration of Conformity

We the manufacturer / Importer

Declare under our sole responsibility that the following product

Type of equipment: Private Mobile Radio

Model Name: \_\_\_\_\_

Country of Origin: \_\_\_\_\_

Brand: \_\_\_\_\_

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

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


EMC&RF:

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

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

Electrical Safety:

**EN 60950-1:2006**

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

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

Manufacturer / Importer  
(signature of authorized person)

**CE**

Signature: ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ London,

Signature: \_\_\_\_\_ Place & Date: 8th Aug, 2010

### 11.3. Modul de utilizare a aplicației

Lucrătorii nu au beneficiat de formare în ceea ce privește utilizarea aparatului. Maistrul a realizat o evaluare informală a poziției de utilizare, în urma căreia a constatat că aparatele portabile de emisie-recepție sunt ținute fie în fața feței, fie în lateralul ei. De asemenea, comunicările între lucrători au fost raportate a fi de scurtă durată, în general, nedepășind câteva zeci de secunde pe transmisie.

### 11.4. Metoda evaluării expunerii

La evaluarea expunerii la emițătoarele situate în apropierea corpului, respectarea ELV trebuie să fie determinată prin modelare computerizată. În mod ideal, acest lucru ar trebui efectuat de către producător. Cu toate acestea, dacă astfel de date nu sunt disponibile, poate fi efectuată o evaluare prin referire la informațiile publicate cu privire la dispozitive similare. (De asemenea, ar putea fi consultat tabelul 3.2 din capitolul 3, volumul I al ghidului pentru a verifica dacă echipamentul este considerat a fi *a priori* în conformitate cu Directiva privind CEM.)

### 11.5. Rezultatele evaluării expunerii

După contactarea telefonică a unor agenții guvernamentale, maistrul a aflat despre datele publicate ca urmare a modelării computerizate efectuate pentru un dispozitiv similar care funcționează la frecvențe similare (Dimbylow *et al.*). Acestea au arătat că rata maximă specifică de absorbție a energiei (SAR) calculată pentru 10 g de țesut contiguu este de  $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$  pentru puterea de ieșire de un watt, pentru orice poziție de operare posibilă aproape de față.

În vederea evaluării prin raportare la ELV pentru efecte asupra sănătății aplicabilă expunerii localizate la nivelul capului la această frecvență ( $10 \text{ Wkg}^{-1}$ ), expunerea trebuie să fie calculată ca medie pentru o perioadă de 6 minute. Întrucât au loc conversații în ambele sensuri, maistrul a presupus un ciclu maxim de utilizare pentru transmisie de 50 %. Din datele obținute în urma modelării, maistrul a fost în măsură să concluzioneze că, pentru a depăși ELV, este necesar un dispozitiv cu o putere efectiv radiată de peste 5 W.

Nu există informații privind puterea efectiv radiată a aparatelor portabile de emisie-recepție puse la dispoziție de producător, dar autoritatea de reglementare a precizat deja că dispozitivele nu trebuie să depășească o putere de ieșire de 0,5 W. Prin urmare, maistrul a fost în măsură să concluzioneze că expunerea la dispozitive nu ar depăși ELV pentru efecte asupra sănătății prevăzute în Directiva privind CEM.

### 11.6. Evaluarea riscurilor

Rezultatele evaluării expunerii arată că utilizarea aparatelor portabile de emisie-recepție nu va depăși ELV relevante pentru efecte asupra sănătății prevăzute în Directiva privind CEM. Cu toate acestea, există posibilitatea de a exista interferențe cu dispozitive medicale purtate de lucrători. Lucrătorii care poartă dispozitive medicale ar trebui să facă obiectul unei evaluări individuale a riscurilor, în care să poată fi identificate și puse în aplicare orice măsuri de precauție recomandate de medic.

## 11.7. Măsurile de precauție puse deja în aplicare

Nu există măsuri de precauție puse deja în aplicare.

## 11.8. Măsurile de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

Dirigintele au decis să pună în aplicare o serie de măsuri simple:

- lucrătorii au participat la o reuniune de informare în materie de securitate care a inclus instrucțiuni cu privire la momentul și modul de utilizare a aparatului portabil de emisie-recepție, precum și cu privire la pozițiile recomandate pentru ținerea dispozitivului;
- lucrătorilor existenți li s-a solicitat să raporteze dacă sunt expuși unor riscuri deosebite, cum ar fi purtarea unui stimulator cardiac;
- toți lucrătorii noi fac obiectul unei evaluări pentru a verifica dacă sunt expuși unor riscuri deosebite.

## 12. AEROPORTURI

În acest studiu de caz, sursele de CEM sunt următoarele:

- sistem radar de supraveghere pentru aeroport;
- baliză nedirecțională;
- echipament de măsurare a distanței.

### 12.1. Locul de muncă

Sistemul radar, baliza nedirecțională (*non-directional beacon* – NDB) și echipamentul de măsurare a distanței (*distance measuring equipment* – DME) au fost utilizate pe un aeroport internațional pe care operează aeronave pentru transportul de călători și marfă. Locurile de muncă de interes de pe aeroport au fost următoarele:

- cabina sistemului radar, care găzduiește generatorul de radiofrecvență (RF);
- turnul reticulat de oțel pe care a fost montată antena sistemului radar;
- turnul de control al traficului aerian;
- cabina echipamentului NDB, care găzduiește generatorul de RF;
- locașul de montare a antenei echipamentului NDB;
- stația de pompieri din cadrul aeroportului, care era situată aproape de echipamentul NDB;
- cabina echipamentului DME, care găzduiește generatorul de RF;
- zona din jurul cabinei echipamentului DME, pe care este montată antena.

### 12.2. Natura activității

#### 12.2.1. Radar

Majoritatea operațiunilor asupra sistemului radar au fost realizate de ingineri de trafic aerian în cabina echipamentului. De asemenea, lucrătorilor li s-a solicitat în mod ocazional să lucreze la antenă. Este posibil ca alți lucrători din aeroport, aflați în turnul de control al traficului aerian, aflat la o distanță de aproximativ 80 m de sistemul radar și la o înălțime similară, să fi fost expuși, de asemenea, la radiațiile RF generate de antenă, aceștia exprimându-și unele preocupări în acest sens.

#### 12.2.2. Baliza nedirecțională

Majoritatea operațiunilor asupra echipamentului NDB au fost realizate de ingineri în cabina echipamentului. În mod ocazional, lucrătorii respectivi au fost nevoiți să intre în locașul echipamentului NDB pentru a regla echipamentul și a se asigura că acesta îndeplinește specificațiile corecte privind puterea de ieșire; reglarea a fost efectuată într-o carcasă situată la câțiva metri de antenă. Aproximativ 80 m de sistemul radar și la o înălțime similară, să fi fost expuși, de asemenea, la radiațiile RF generate de antenă, aceștia exprimându-și unele preocupări în acest sens.



### 12.2.3. Echipamentul de măsurare a distanței

Majoritatea operațiunilor asupra echipamentului DME au fost realizate de ingineri în cabina echipamentului. Acești lucrători au fost rareori nevoiți să lucreze asupra antenei, dar alți lucrători de pe aeroport și-au exprimat o anumită preocupare cu privire la faptul că antena se află la doar 2,5 m deasupra solului, fără nicio restricție de acces.

## 12.3. Informații cu privire la echipamentele care generează CEM

### 12.3.1. Radar

Sistemul radar constă într-un generator RF, care produce impulsuri de radiații RF, și într-o antenă rotativă. Generatorul RF a fost instalat într-o cabină pentru echipamente și antena a fost montată pe un turn reticulat de oțel. Semnalul de la generatorul RF este purtat către antenă de un ghid de undă cu secțiune dreptunghiulară. În figura 12.1 este ilustrat un exemplu de sistem radar de supraveghere pentru aeroport, iar în tabelul 12.1 sunt prezentate specificațiile tehnice ale sistemului radar.

**Figura 12.1. – Exemplu de sistem radar de supraveghere pentru aeroport** **Tabelul 12.1. – Specificații tehnice ale sistemului radar de supraveghere pentru aeroport**

Parametru de funcționare	Valoare
Frecvență nominală de transmisie	3 GHz
Putere nominală de vârf la ieșire	480-580 kW
Putere nominală medie la ieșire	430 W
Durata impulsului	0,75-0,9 $\mu$ s
Frecvența de repetare a impulsului	995 Hz
Viteza de rotație a antenei	15 rpm

### 12.3.2. Baliza nedirecțională

NDB constă într-un generator RF, care produce un semnal RF modulat în amplitudine de 343 kHz cu o putere maximă de 100 W și un emițător autoportant sub forma unui stâlp reticulat cu o înălțime de 15 m. Antena a fost instalată într-un locaș, care conține de asemenea o carcasă care găzduiește echipamentul de reglare. Generatorul RF a fost instalat într-o cabină pentru echipamente în afara locașului antenei.

### 12.3.3. Echipamentul de măsurare a distanței

DME constă într-un generator RF și o antenă, care a fost montată pe cabina pentru echipamente. DME transmite impulsuri de radiații RF ca răspuns la semnalele primite de la aeronava care se apropie de aeroport. Semnalele RF sunt transmise în gama de frecvențe 978-1 213 MHz, cu o durată a impulsului de 3,5  $\mu$ s. Intervalul dintre impulsuri este cuprins între 12 și 36  $\mu$ s.

## 12.4. Modul de utilizare a aplicațiilor

Sistemul radar, NDB și DME sunt automatizate și controlate de la distanță. Modificările echipamentelor și operațiunile de întreținere ocazională sunt efectuate de ingineri, care ar putea avea nevoie ocazional de acces la antene. În fiecare caz, generatorul RF este oprit de fiecare dată când este necesar accesul la antenă.

## 12.5. Metoda evaluării expunerii

Măsurătorile expunerii au fost efectuate de un consultant expert folosind instrumente specializate (o antenă de recepție cu ghid canelat, conectată la un analizor de spectru pentru a furniza o evaluare detaliată a expunerii generate de semnalul radar pulsator în anumite locuri și o sondă cu trei axe de detectare a radiațiilor RF). Măsurătorile au fost efectuate în locuri accesibile lucrătorilor, cu echipamentul în funcțiune.

### 12.5.1. Radar

Din cauza naturii transiterii semnalului radar (semnalul RF este format din impulsuri scurte și antena se rotește), expunerea în orice loc nu este continuă; prin urmare, a fost necesar să se efectueze o evaluare detaliată a expunerii pentru două cantități:

- densitate de vârf a puterii, care este o măsură a expunerii pentru un lucrător la fiecare impuls individual al semnalului RF;
- densitate medie a puterii, care se calculează pe baza densității de vârf a puterii și este o măsură a expunerii calculată ca medie pentru o perioadă de câteva minute, ținând seama de natura pulsatorie a semnalului radar și perioada de rotație a antenei.

Măsurătorile densității puterii au fost efectuate în patru locuri din turnul de control al traficului aerian, cu ajutorul antenei cu ghid canelat și al analizorului de spectru.

De asemenea, au fost efectuate măsurători ale intensității câmpului electric în mai multe locuri, utilizând sonda de detectare a radiațiilor RF.

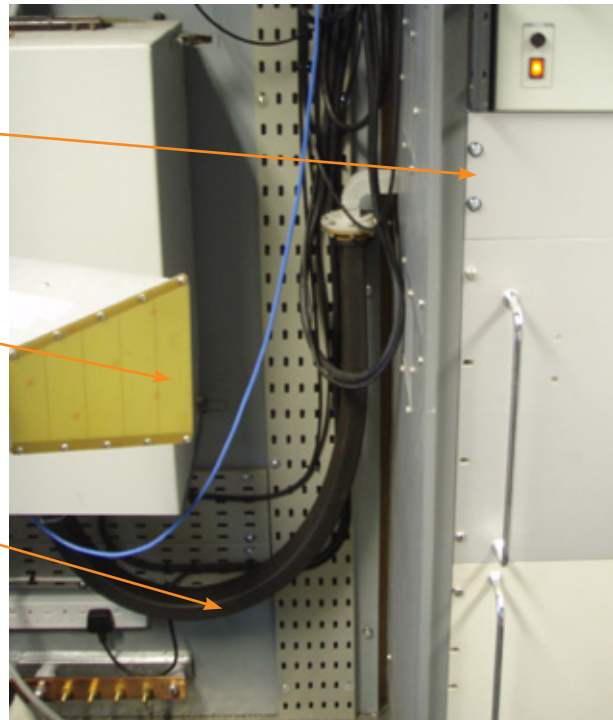
Măsurătorile au fost efectuate în cabina echipamentelor, pe turnul antenei, aproape de ghidul de undă [acordând o atenție deosebită conectării flanșelor și a oricăror secțiuni ale ghidului de undă flexibil (figura 12.2)], în turnul de control al traficului aerian și în alte zone din jurul radarului care au fost accesibile lucrătorilor, inclusiv celor care prezintă riscuri deosebite.

**Figura 12.2. – Efectuarea de măsurători în jurul ghidului de undă flexibil în cabina sistemului radar**

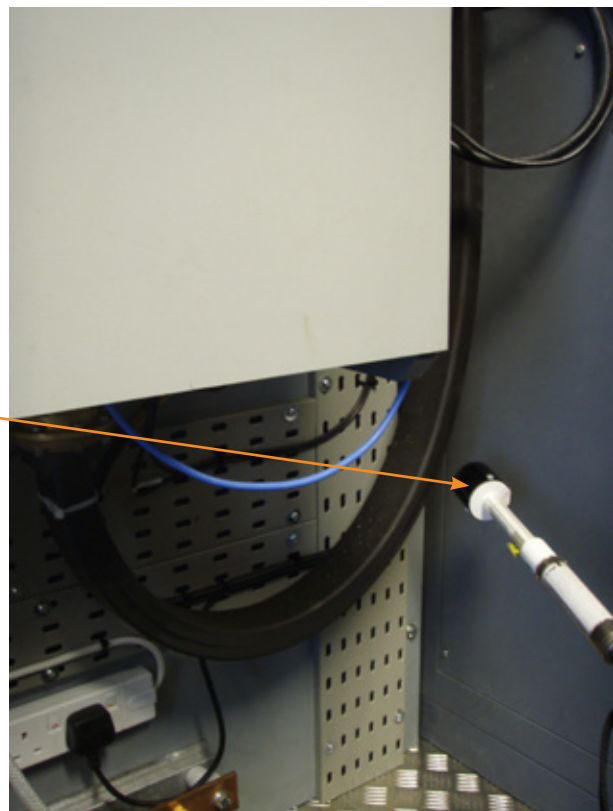
**Carcasa generatorului RF**

**Antenă-pâlnie cu ghid canelat**

**Ghid de undă flexibil**



**Sondă de detectare a radiațiilor cu trei axe**



### 12.5.2. Baliza nedirecțională

Măsurătorile intensității câmpului electric au fost realizate cu ajutorul sondei de detectare a radiațiilor RF în locuri accesibile lucrătorilor din jurul echipamentului NDB, acordând o atenție deosebită zonelor ocupate de inginerii de trafic aerian și de pompierii de pe aeroport.

### 12.5.3. Echipamentul de măsurare a distanței

Măsurătorile intensității câmpului electric au fost realizate cu ajutorul sondei de detectare a radiațiilor RF în interiorul cabinei echipamentului și la cel mai apropiat punct de acces către antenă, în afara cabinei, care era reprezentativ pentru un lucrător cu mâna întinsă spre antenă, stând în picioare la nivelul solului.

## 12.6. Rezultatele evaluării expunerii

Rezultatele măsurătorilor au fost comparate cu nivelurile relevante de acțiune (AL), iar concluziile semnificative ale evaluării expunerii sunt prezentate în tabelele 12.2, 12.3 și 12.4. La evaluarea expunerii lucrătorilor care prezintă riscuri deosebite, comparația s-a făcut cu nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului (a se vedea anexa E la volumul I al ghidului).

**Tabelul 12.2. – Sinteza rezultatelor evaluării expunerii la câmpurile generate de sistemul radar**

Localizare	Cantitate măsurată	Rezultat	Frațiuni de expunere (procent)	
			Nivelul de acțiune relevant <sup>(1)</sup> , <sup>(2)</sup>	Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului <sup>(3)</sup>
Acoperișul turnului de control al traficului aerian	Densitate a puterii de vârf	33 000 Wm <sup>-2</sup>	66 %	330 %
	Densitate medie a puterii	0,012 Wm <sup>-2</sup>	0,024 %	0,12 %
Cabina echipamentului	Intensitatea maximă a câmpului electric	< 0,1 Vm <sup>-1</sup>	< 0,1 %	< 0,2 %
La 10 cm de ghidul de undă flexibil în afara cabinei echipamentului		29 Vm <sup>-1</sup>	21 %	48 %
Poziția trunchiului în cel mai apropiat punct de acces la antenă pe turnul antenei			22 %	51 %

<sup>(1)</sup> S-a constatat că Directiva CEM nu prevede niveluri de acțiune pentru densitatea puterii radiației RF la frecvențe sub 6 GHz, care este de o importanță deosebită pentru semnale RF pulsatorii; prin urmare, conform considerentului 15 din Directiva CEM, consultantul s-a bazat pe orientările furnizate de Comisia internațională pentru protecția împotriva radiației neionizante (ICNIRP) la evaluarea expunerii la radiațiile RF pulsatorii generate de radar, după cum urmează:

Nivel de referință la locul de muncă aplicabil densității de vârf a puterii pentru radiațiile RF pulsatorii în gama de frecvențe 2-300 GHz: 50 000 Wm<sup>-2</sup>.

Nivel de referință la locul de muncă aplicabil densității medii a puterii în gama de frecvențe 2-300 GHz: 50 Wm<sup>-2</sup>.

<sup>(2)</sup> Nivel de acțiune pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 2-6 GHz: 140 Vm<sup>-1</sup>.

<sup>(3)</sup> Niveluri de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului:

Densitate de vârf a puterii pentru radiațiile RF pulsatorii în gama de frecvențe 2-300 Hz: 10000 Wm<sup>-2</sup>;

Densitatea medie a puterii în gama de frecvențe 2-300 GHz: 10 Wm<sup>-2</sup>;

Intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 2-300 GHz: 61 Vm<sup>-1</sup>.

NB: Incertitudinea măsurătorilor a fost estimată la valoarea de ± 2,7 dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL/RL.

**Tabelul 12.3. – Sinteza rezultatelor evaluării expunerii la câmpurile generate de echipamentul NDB**

Localizare	Intensitatea maximă câmpului electric ( $Vm^{-1}$ )	Frațiuni de expunere (procent)		Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ( <sup>3</sup> )
		Nivel de acțiune jos ( <sup>1</sup> )	Nivel de acțiune înalt ( <sup>2</sup> )	
Cabina echipamentului	100	59 %	17 %	120 %
Cabina pentru echipajului de pompieri	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
Gard de delimitare a locașului echipamentului NDB	270	160 %	45 %	310 %

(<sup>1</sup>) Nivel de acțiune jos pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 3 kHz-10 MHz:  $170 Vm^{-1}$ .

(<sup>2</sup>) Nivel de acțiune înalt pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 3 kHz-10 MHz:  $610 Vm^{-1}$ .

(<sup>3</sup>) Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 150 kHz-1 MHz:  $87 Vm^{-1}$ .

NB: Incertitudinea măsurărilor a fost estimată la valoarea de  $\pm 2,7$  dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL/RL.

**Tabelul 12.4. – Sinteza rezultatelor evaluării expunerii la câmpurile generate de echipamentul DME**

Localizare	Intensitatea maximă câmpului electric ( $Vm^{-1}$ )	Frațiuni de expunere (procent)	
		Nivel de acțiune ( <sup>1</sup> )	Nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului ( <sup>2</sup> )
Cabina echipamentului	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
2,5 metri deasupra nivelului solului, la 0,6 m de la antenă	14	15 %	33 %

(<sup>1</sup>) Cel mai restrictiv nivel de acțiune pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 978-1 213 MHz la care transmite echipamentul DME:  $94 Vm^{-1}$ .

(<sup>2</sup>) Cel mai restrictiv nivel de referință prevăzut în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru intensitatea câmpului electric în gama de frecvențe 978-1 213 MHz la care transmite echipamentul DME:  $43 Vm^{-1}$ .

NB: Incertitudinea măsurărilor a fost estimată la valoarea de  $\pm 2,7$  dB și, în conformitate cu abordarea bazată pe „risc partajat” (a se vedea anexa D.5 la volumul I al ghidului), rezultatele au fost comparate direct cu AL/RL.

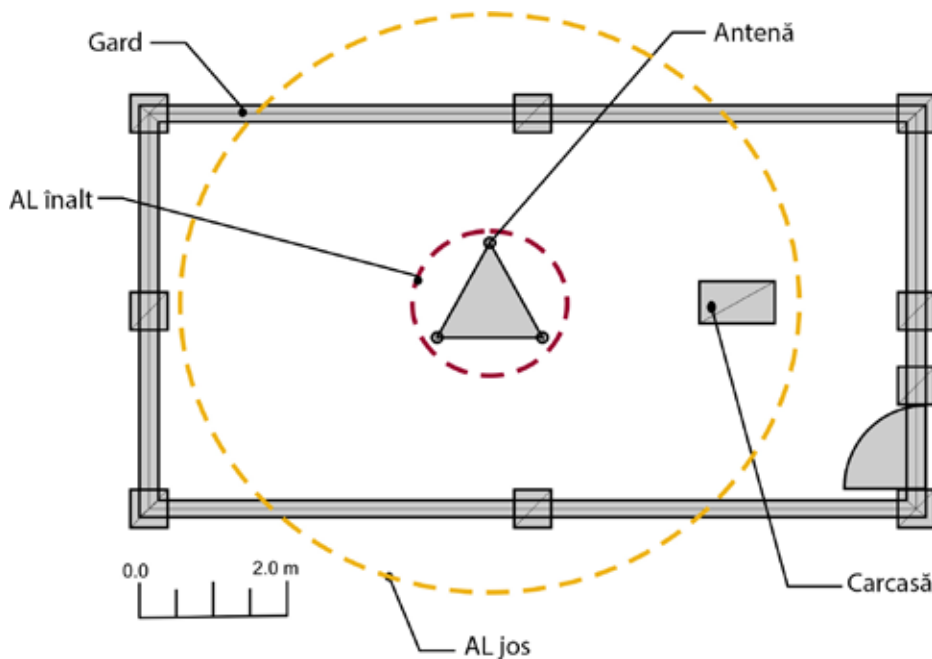
### 12.6.1. Radar

Rezultatele evaluării expunerii au indicat că expunerea la radiațiile RF generate de radar s-a situat sub AL prevăzute în Directiva privind CEM. Cu toate acestea, evaluarea a evidențiat că în unele zone au fost depășite nivelurile de referință menționate în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului, deși era puțin probabil ca zonele respective să fi fost ocupate de lucrători care prezintă riscuri deosebite.

### 12.6.2. Baliza nedirecțională

Rezultatele evaluării expunerii au indicat că expunerea la radiațiile RF generate de echipamentul NDB a depășit AL jos pentru câmpul electric (figura 12.3) și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului în zonele din afara gardului din jurul echipamentului NDB. Zonele respective ar putea fi ocupate de lucrători, inclusiv de cei care prezintă riscuri deosebite.

**Figura 12.3. – Vedere în plan indicând contururile în limitele cărora ar putea fi depășite nivelurile de acțiune în jurul balizei nedirecționale**



### 12.6.3. Echipamentul de măsurare a distanței

Rezultatele evaluării expunerii au indicat că expunerea la radiațiile RF generate de echipamentul DME a fost sub AL și sub nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului în toate zonele accesibile din jurul echipamentului DME.

## 12.7. Evaluarea riscurilor

Operatorul aeroportuar a efectuat evaluări ale riscurilor asociate sistemului radar, echipamentului NDB și echipamentului DME pe baza evaluării expunerii efectuate de consultant. Acest fapt a fost în conformitate cu metodologia sugerată de OiRA (platforma online interactivă de evaluare a riscurilor din cadrul EU-OSHA). Concluziile evaluării riscurilor au fost următoarele:

- lucrătorii care prezintă riscuri deosebite pot fi expuși unui pericol ca urmare a expunerii la sistemul radar montat pe acoperișul turnului de control al traficului aerian;
- lucrătorii, inclusiv cei care prezintă riscuri deosebite, au avut acces nelimitat la zonele din jurul echipamentului NDB în care a fost depășit AL jos pentru efecte senzoriale, întrucât gardul de delimitare a fost instalat prea aproape de emițător;





**Tabelul 12.6. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM pentru baliza nedirecțională**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale expunerii la radiofrecvențe	Restricționarea fizică a accesului la locașul emițătorului pentru persoanele neautorizate	Ingineri	✓				✓		Mic	Repoziționarea gardului de delimitare pentru a cuprinde întreaga zonă în care intensitatea câmpului electric depășește nivelul de acțiune jos
	O procedură simplă pentru a se asigura că emițătorul este oprit de fiecare dată când este necesar accesul în apropierea antenei	Lucrători din cadrul aeroportului	✓				✓		Mic	Furnizarea de avertismente specifice în informațiile privind securitatea locului respectiv  Afișarea de semne de avertizare adecvate cu privire la riscul expunerii la radiofrecvențe în punctele de acces la locașul echipamentului NDB
	Semne de avertizare numai cu privire la riscul de șoc electric	Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓				✓		Mic	Elaborarea unei proceduri pentru efectuarea reglajelor echipamentului NDB  Organizarea de sesiuni de formare pentru inginerii care efectuează reglarea semnalului NDB, în vederea sensibilizării acestora cu privire la siguranța RF
Efecte indirecte ale expunerii la radiofrecvențe (interferență cu implanturi medicale)	Semne de avertizare numai cu privire la riscul de șoc electric  Instruirea tuturor lucrătorilor să informeze operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical	Lucrători care prezintă riscuri deosebite	✓			✓			Mediu	A se vedea mai sus

**Tabelul 12.7. – Evaluarea riscului specific expunerii la CEM generate de echipamentul de măsurare a distanței**

Pericole	Măsurile preventive și de precauție existente	Persoane expuse riscului	Severitate			Probabilitate			Evaluarea riscurilor	Măsurile preventive și de precauție noi
			Minor	Grav	Fatal	Improbabil	Posibil	Probabil		
Efecte directe ale expunerii la radiofrecvențe	O procedură simplă pentru a se asigura că emițătorul este oprit de fiecare dată când este necesar accesul în apropierea antenei	Ingineri	✓			✓			Mic	Nu există
		Lucrători din cadrul aeroportului	✓			✓			Mic	
		Lucrători care prezintă riscuri deosebite (inclusiv lucrătoarele gravide)	✓			✓			Mic	
Efecte indirecte ale expunerii la radiofrecvențe (interferență cu implanturi medicale)	Instruirea tuturor lucrătorilor să informeze operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical	Lucrători care prezintă riscuri deosebite		✓			✓		Mic	Nu există

## 12.8. Măsurile de precauție puse deja în aplicare

### 12.8.1. Radar

O varietate de măsuri de protecție și de prevenire au fost asociate sistemului radar, cum ar fi:

- cabina echipamentului și turnul antenei au fost închise într-un locaș înconjurat de un gard de delimitare a perimetrului securizat;
- ușa cabinei echipamentului și poarta către locaș au fost blocate atunci când personalul lipsea, iar accesul la chei a fost permis numai lucrătorilor autorizați;
- scara care deservește turnul antenei a fost blocată în spatele unei porți separate din cadrul locașului;
- au fost aplicate semne de avertizare (figura 12.4) pe poarta locașului sistemului radar, precum și pe poarta de acces la scara care deservește turnul antenei;
- blocarea carcasei generatorului RF în cabina echipamentului;
- o procedură simplă pentru a se asigura că generatorul RF este oprit de fiecare dată când este necesar accesul la turnul antenei;
- măsură de siguranță pentru a se asigura că generatorul RF este oprit în cazul în care radarul nu se mai rotește;
- instruirea tuturor lucrătorilor de pe aeroport pentru a informa operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical.

**Figura 12.4. – Semne de avertizare afișate pe poarta de acces la locul radarului (stânga) și pe poarta de acces la turnul antenei (dreapta)**



### 12.8.2. Baliza nedirecțională

Înainte de evaluarea expunerii efectuată de către consultant, existau foarte puține măsuri de precauție și de prevenire. Acestea se limitau la:

- un gard de delimitare în jurul emițătorului;
- afișarea de semne de avertizare cu privire la riscul de electrocutare pe gardul care înconjoară NDB;
- o procedură simplă pentru a se asigura că generatorul RF este oprit de fiecare dată când este necesar accesul la turnul antenei;
- instruirea tuturor lucrătorilor de pe aeroport pentru a informa operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical.

### 12.8.3. Echipamentul de măsurare a distanței

Înainte de evaluarea expunerii exista o procedură simplă pentru a se asigura că generatorul RF este oprit de fiecare dată când este necesar accesul în apropierea antenei.

## 12.9. Măsuri de precauție suplimentare ca urmare a evaluării

### 12.9.1. Radar

Măsurile de protecție și de prevenire existente au asigurat că expunerea lucrătorilor de pe aeroport a fost în general sub AL și nivelurile de referință prevăzute în Recomandarea 1999/519/CE a Consiliului pentru zonele în care au fost efectuate măsurători. Singura excepție a fost reprezentată de acoperișul turnului de control al traficului aerian, unde, pentru lucrătorii care prezintă riscuri deosebite, există riscul de expunere la radiațiile RF emise de sistemul radar, deși s-a considerat că este puțin probabil ca lucrătorii respectivi să fie nevoiți să ajungă în zona în cauză.

Ca urmare a evaluării expunerii, operatorul aeroportuar a pus în aplicare o serie de recomandări minore bazate pe sugestiile consultantului:

- pe ușa de acces pe acoperișul turnului de control al traficului aerian au fost afișate semne de avertizare conținând pictograma antenei radiante și formularea „Atenție! Radiații neionizante”;
- lucrătorilor de pe aeroport li s-a reamintit importanța informării operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical;
- avertismentele referitoare, în mod specific, la riscurile de expunere la radiații neionizante asociate sistemului radar au fost incluse în informațiile privind securitatea locului.

Deși nu a fost pusă în aplicare în cazul de față, trebuie menționat că o măsură de protecție suplimentară, cunoscută sub denumirea de „suprimare sectorială”, în care transmisia radar funcționează la putere redusă pentru o regiune rotațională prestabilită ar putea fi luată în considerare în cazul în care o evaluare a expunerii identifică un risc semnificativ de expunere la radiațiile RF generate de un sistem radar. Aceasta ar implica programarea sistemului pentru a reduce sau a opri puterea radiației RF în perioada de rotație în care antena este îndreptată spre zona de interes. Cu toate acestea, utilizarea suprimării sectoriale trebuie să fie analizată foarte atent, iar beneficiile sale trebuie să fie apreciate prin raportare la riscurile asociate lipsei datelor de supraveghere, care ar rezulta în urma transmisiei sistemului radar la o putere redusă.

### 12.9.2. Baliza nedirecțională

Măsurile de protecție și de prevenire existente s-au dovedit a fi inadecvate; prin urmare, au fost puse în aplicare mai multe măsuri noi.

Ca urmare a evaluării expunerii, operatorul aeroportuar a pus în aplicare o serie de recomandări bazate pe sugestiile consultantului:

- gardul de delimitare care înconjoară echipamentul NDB a fost mutat mai departe de emițător, astfel încât să împrejmuiească zona în care intensitatea câmpului electric depășește AL mic. S-a constatat că o alternativă la mutarea gardului de delimitare ar fi putut consta în instruirea lucrătorilor care ar putea fi nevoiți să ajungă în zonă, dar re poziționarea gardului de delimitare a fost o soluție mai simplă și mai eficientă;
- pe ușa de acces la locașul echipamentului NDB au fost afișate semne de avertizare conținând pictograma antenei radiante și formularea „Atenție! Radiații neionizante”;
- a fost elaborată o procedură pentru efectuarea reglajelor echipamentului NDB;
- inginerii care ar putea fi nevoiți să efectueze reglajul echipamentului NDB în interiorul locașului au beneficiat de sesiuni de formare în vederea sensibilizării acestora cu privire la protecția împotriva expunerii la radiațiile RF;
- lucrătorilor de pe aeroport li s-a reamintit importanța informării operatorul aeroportuar în cazul în care poartă un implant medical;
- avertismentele referitoare, în mod specific, la riscurile de expunere la radiații neionizante asociate echipamentului NDB au fost incluse în informațiile privind securitatea locului.

### 12.9.3. Echipamentul de măsurare a distanței

Nu au fost puse în aplicare măsuri de protecție și de prevenire suplimentare, întrucât s-a constatat că măsurile existente sunt adecvate.



Directiva 2013/35/UE conține cerințele minime de siguranță referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri determinate de câmpurile electromagnetice (CEM). Prezentul ghid practic a fost elaborat pentru a-i ajuta pe angajatori, în special întreprinderile mici și mijlocii, să înțeleagă ce vor trebui să facă pentru a se conforma directivei. Totuși, el poate fi util și pentru lucrători, reprezentanții lucrătorilor și autoritățile de reglementare din statele membre. Ghidul constă în două volume și într-un ghid specific pentru IMM-uri.

Volumul I al ghidului practic oferă îndrumări cu privire la efectuarea evaluării riscurilor și alte recomandări privind opțiunile care pot fi disponibile în cazul în care angajatorii trebuie să pună în aplicare noi măsuri de protecție sau de prevenire.

Volumul II prezintă douăsprezece studii de caz care arată angajatorilor modul de abordare a evaluărilor și ilustrează câteva măsuri preventive și de protecție care ar putea fi selectate și puse în aplicare. Studiile de caz sunt prezentate în contextul unor locuri de muncă generice, dar au fost compilate pe baza unor situații de lucru reale.

Ghidul pentru IMM-uri vă va ajuta să efectuați o evaluare inițială a riscurilor determinate de CEM la locul dumneavoastră de muncă. Pe baza rezultatelor acestei evaluări, el vă va ajuta să decideți dacă este nevoie să luați vreo măsură ca urmare a Directivei privind CEM.

Publicația este disponibilă în format electronic în toate limbile oficiale ale UE.

---

Publicațiile noastre pot fi descărcate în mod gratuit de pe site-ul

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Dacă doriți să primiți actualizări regulate cu privire la Direcția Generală Ocuparea Forței de Muncă, Afaceri Sociale și Incluziune, abonați-vă în mod gratuit la *buletinul informativ electronic „Social Europe”* la adresa

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

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

 [https://twitter.com/EU\\_Social](https://twitter.com/EU_Social)

