



Europese
Commissie

Niet-bindende gids
van goede praktijken
voor de tenuitvoerlegging
van Richtlijn 2013/35/EU

Elektromagnetische velden

Deel 2: Praktijkvoorbeelden

Deze publicatie heeft financiële steun ontvangen in het kader van het programma van de EU voor werkgelegenheid en sociale innovatie „EaSI” (2014-2020).

Voor meer informatie zie: <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1081&langId=nl>

Niet-bindende gids
van goede praktijken
voor de tenuitvoerlegging
van Richtlijn 2013/35/EU

Elektromagnetische velden

Deel 2:
Praktijkvoorbeelden

Europese Commissie
Directoraat-generaal
Werkgelegenheid, Sociale Zaken en Inclusie
Eenheid B3

Manuscript voltooid in november 2014

De Europese Commissie noch enige persoon die namens de Commissie optreedt, kan aansprakelijk worden gesteld voor het gebruik dat van de informatie in deze publicatie wordt gemaakt.

De links in deze publicatie waren correct op het ogenblik dat het manuscript was voltooid.

Omslagfoto: © corbis

Voor elk gebruik of elke reproductie van foto's die niet onder het auteursrecht van de Europese Unie vallen, dient rechtstreeks van de auteursrechthouder(s) toestemming te worden verkregen.

Europe Direct helpt u antwoord te vinden
op uw vragen over de Europese Unie.

Gratis nummer (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* De informatie wordt gratis verstrekt, en ook de meeste telefoonoproepen zijn gratis (al is het mogelijk dat sommige operatoren, telefooncellen of hotels u een bedrag aanrekenen).

Meer informatie over de Europese Unie vindt u op internet (<http://europa.eu>).

Luxemburg: Bureau voor publicaties van de Europese Unie, 2015

ISBN 978-92-79-45936-8

doi:10.2767/9694

© Europese Unie, 2015

Overneming met bronvermelding toegestaan.

INHOUD

Praktijkvoorbeelden	7
1. KANTOOR	9
1.1 Werkplek.....	9
1.2 Aard van het werk.....	9
1.3 Beoordelingsaanpak	10
1.4 Resultaten van de beoordeling.....	10
1.5 Risicobeoordeling	10
1.6 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	11
1.7 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	11
2. NMR-SPECTROMETER (KERNSPINRESONANTIE).....	12
2.1 Werkplek.....	12
2.2 Aard van het werk.....	12
2.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	12
2.4 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	13
2.5 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling	14
2.6 Risicobeoordeling	14
2.7 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	15
2.8 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	16
3. ELEKTROLYSE	17
3.1 Werkplek.....	17
3.2 Aard van het werk.....	17
3.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	17
3.3.1 Elektrolysekamer.....	17
3.3.2 Gelijkrichtercelruimte.....	18
3.4 Hoe de toepassing wordt gebruikt.....	20
3.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	20
3.5.1 Elektrolysekamer.....	21
3.5.2 Gelijkrichtercelruimte.....	21
3.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling	22
3.6.1 Elektrolysekamer.....	23
3.6.2 Gelijkrichterruimte	27
3.7 Risicobeoordeling	29
3.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	31
3.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	31
3.10 Bronnen voor nadere informatie	31
4. APPARATUUR MEDISCHE SECTOR.....	32
4.1 Werkplek.....	32
4.2 Aard van het werk.....	32
4.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	32
4.3.1 Elektrochirurgische eenheden	32
4.3.2 Transcraniale magnetische stimulatie	33
4.3.3 Kortegolfdiathermie.....	34

4.4	Hoe de toepassingen worden gebruikt.....	34
4.4.1	Elektrochirurgische eenheden.....	34
4.4.2	Transcraniale magnetische stimulatie.....	34
4.4.3	Kortegolfdiathermie.....	35
4.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	35
4.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling.....	36
4.6.1	Elektrochirurgische eenheid.....	36
4.6.2	TMS-toestel.....	39
4.6.3	Kortegolfdiathermie.....	43
4.7	Risicobeoordeling.....	43
4.7.1	Elektrochirurgische eenheid.....	43
4.7.2	TMS-toestel.....	43
4.8	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	46
4.9	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	46
4.9.1	Elektrochirurgische eenheid.....	46
4.9.2	TMS-toestel.....	46
4.9.3	Kortegolfdiathermie.....	47
5.	INGENIEURSWERKPLAATS.....	48
5.1	Werkplek.....	48
5.2	Aard van het werk.....	48
5.3	Hoe de toepassingen worden gebruikt.....	48
5.3.1	Magnetische-deeltjesinspectie.....	48
5.3.2	Demagnetisator.....	49
5.3.3	Vlakslijpmachine.....	50
5.3.4	Ander in de werkplaats gebruikt gereedschap.....	50
5.4	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	51
5.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	51
5.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling.....	51
5.6.1	Magnetische-deeltjesinspectie.....	51
5.6.2	Demagnetisator.....	52
5.6.3	Vlakslijpmachine.....	54
5.6.4	Ander in de werkplaats gebruikt gereedschap.....	54
5.7	Risicobeoordeling.....	55
5.8	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	59
5.9	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	59
5.10	Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie.....	61
6.	APPARATUUR AUTOMOBIELSECTOR.....	63
6.1	Werkplek.....	63
6.2	Aard van het werk.....	63
6.3	Hoe de toepassingen worden gebruikt.....	63
6.4	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	65
6.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	67
6.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordelingen.....	68
6.6.1	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling van puntlasmachines van het carrosseriebedrijf.....	69
6.6.2	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling van inductieverhittingssystemen die worden gebruikt in het carrosseriebedrijf.....	71
6.7	Conclusies van blootstellingsbeoordeling.....	72
6.8	Risicobeoordeling.....	74
6.9	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	74
6.10	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordelingen.....	75
6.11	Puntlasmachines bij de productie van voertuigen.....	76
6.11.1	Beoordeling van lasmachines in de fabriek.....	76
6.11.2	Meetresultaten van de puntlasmachine in de fabriek.....	78

6.11.3	Meetresultaten van de puntlasmachine van de fabriek in het kader van de AN.....	80
6.11.4	Meetresultaten van de puntlasmachine van de fabriek in het kader van de GWB.....	80
7.	LASSEN.....	83
7.1	Werkplek.....	83
7.2	Aard van het werk.....	83
7.3	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	83
7.3.1	Puntlasmachines.....	83
7.3.2	Naadlasmachine.....	84
7.4	Hoe de toepassingen worden gebruikt.....	85
7.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	85
7.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling.....	86
7.6.1	Tafelpuntlasmachine.....	86
7.6.2	Draagbare hangende puntlasmachine.....	87
7.6.3	Naadlasmachine.....	89
7.7	Risicobeoordeling.....	90
7.8	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	94
7.9	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	94
7.10	Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie.....	95
7.10.1	Tafelpuntlasmachine.....	95
7.10.2	Draagbare hangende puntlasmachine.....	96
7.10.3	Naadlasmachine.....	96
8.	METAALPRODUCTIE.....	98
8.1	Werkplek.....	98
8.2	Aard van het werk.....	98
8.3	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt en hoe deze wordt gebruikt.....	98
8.3.1	Kleine faciliteit voor productie van legeringen.....	98
8.3.2	Faciliteit voor productie van ferrotitanium.....	99
8.3.3	Grote elektrische smeltfaciliteit.....	99
8.3.4	Vlamboogovenfaciliteit.....	100
8.3.5	Laboratorium voor analytische diensten.....	100
8.4	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	101
8.4.1	Kleine faciliteit voor productie van legeringen.....	101
8.4.2	Faciliteit voor productie van ferrotitanium.....	101
8.4.3	Grote elektrische smeltfaciliteit.....	101
8.4.4	Vlamboogovenfaciliteit.....	102
8.4.5	Laboratorium voor analytische diensten.....	102
8.5	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling.....	102
8.5.1	Initiële blootstellingsbeoordeling.....	102
8.5.2	Gedetailleerde blootstellingsbeoordeling in een kleine faciliteit voor productie van legeringen.....	104
8.6	Risicobeoordeling.....	106
8.7	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	108
8.8	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	108
8.9	Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie.....	109
9.	RADIOFREQUENTE (RF) PLASMATOESTELLEN.....	112
9.1	Aard van het werk.....	112
9.2	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	112
9.3	Hoe de toepassing wordt gebruikt.....	113
9.4	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	113
9.5	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling.....	115
9.6	Risicobeoordeling.....	116
9.7	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	117

9.8	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	118
9.9	Verdere informatie	119
10.	DAKANTENNES	120
10.1	Werkplek.....	120
10.2	Aard van het werk.....	120
10.3	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	121
10.4	Hoe de toepassing wordt gebruikt.....	123
10.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	123
10.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling	124
10.7	Risicobeoordeling	125
10.8	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	126
10.9	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	127
11.	WALKIETALKIES	128
11.1	Werkplek.....	128
11.2	Aard van het werk.....	128
11.3	Hoe de toepassing wordt gebruikt.....	130
11.4	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	130
11.5	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling	130
11.6	Risicobeoordeling	130
11.7	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	131
11.8	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	131
12.	LUCHTHAVENS	132
12.1	Werkplek.....	132
12.2	Aard van het werk.....	132
12.2.1	Radar.....	132
12.2.2	Niet-directioneel baken.....	132
12.2.3	Afstandsmeetapparatuur.....	133
12.3	Informatie over de apparatuur die EMV opwekt.....	133
12.3.1	Radar.....	133
12.3.2	Niet-directioneel baken.....	134
12.3.3	Afstandsmeetapparatuur.....	134
12.4	Hoe de toepassingen worden gebruikt.....	134
12.5	Aanpak voor blootstellingsbeoordeling.....	134
12.5.1	Radar.....	134
12.5.2	Niet-directioneel baken.....	136
12.5.3	Afstandsmeetapparatuur.....	136
12.6	Resultaten van de blootstellingsbeoordeling	136
12.6.1	Radar.....	137
12.6.2	Niet-directioneel baken.....	137
12.6.3	Afstandsmeetapparatuur.....	138
12.7	Risicobeoordeling	138
12.8	Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen.....	141
12.8.1	Radar.....	141
12.8.2	Niet-directioneel baken.....	142
12.8.3	Afstandsmeetapparatuur.....	142
12.9	Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling.....	142
12.9.1	Radar.....	142
12.9.2	Niet-directioneel baken.....	143
12.9.3	Afstandsmeetapparatuur.....	143

PRAKTIJKVOORBEELDEN

Deze verzameling van praktijkvoorbeelden vormt deel 2 van de niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van de EMV-richtlijn (Richtlijn 2013/35/EU). De gids moet worden gelezen samen met het voornaamste deel dat vervat is in deel 1.

De volgende praktijkvoorbeelden zijn ontwikkeld voor een reeks diverse beroepssectoren die voornamelijk betrekking hebben op werknemers van kleine en middelgrote ondernemingen. Zij zijn gebaseerd op echte beoordelingen in levenschte situaties. Door de complexiteit van een aantal van deze beoordelingen zijn deze evenwel vereenvoudigd of samengevat zodat zij nuttiger zijn voor de lezer en de algemene lengte van dit deel wordt beperkt. Zij zijn bestemd om verschillende praktische benaderingen te schetsen die werkgevers kunnen hanteren om de risico's te controleren die gepaard gaan met de blootstelling aan elektromagnetische velden. Zij omvatten voorbeelden van goede praktijken.

Een aantal praktijkvoorbeelden omvat contourplots die bedoeld zijn om een schematische weergave (bovenaanzicht) te verstrekken van de gemeten (of berekende) blootstellingsniveaus rond de betrokken apparaten.

Een aantal praktijkvoorbeelden omvat de resultaten van computermodellering voorgesteld door kleurverdelingsplots van het maximale geïnduceerde elektrische veld of specifieke energieabsorptietempo in de voxels van 2 mm^3 die het menselijk model vormen. Het doel van deze plots is eerder een schematische weergave te verstrekken van de plaats waar het veld in het menselijk lichaam wordt geabsorbeerd dan exacte informatie te verstrekken over de omvang van deze velden. In de laagfrequente plots worden de maximaal geïnduceerde elektrische velden weergegeven en niet de geïnduceerde elektrische velden in het 99e percentiel (gebruikt voor vergelijking met de GWB).

De volgende praktijkvoorbeelden zijn opgenomen in dit deel:

- 1 **Kantoor**
- 2 **NMR-spectrometer (Kernspinresonantie)**
- 3 **Elektrolyse**
- 4 **Apparatuur medische sector**
- 5 **Ingenieurswerkplaats**
- 6 **Apparatuur automobielsector**
- 7 **Lassen**
- 8 **Metaalproductie**
- 9 **Radiofrequente (RF) plasmatoestellen**
- 10 **Dakantennes**
- 11 **Walkietalkies**
- 12 **Luchthavens**

1. KANTOOR

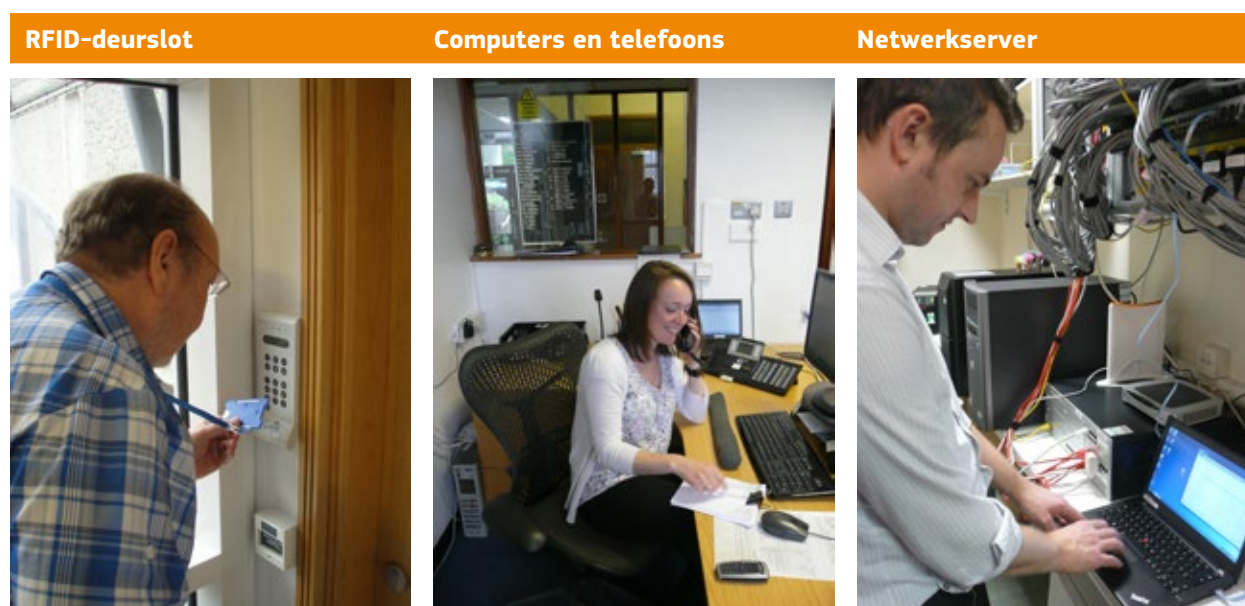
1.1 Werkplek

Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op een groep kantoren in een middelgroot ingenieursbedrijf. De kantoren beschikken over de gebruikelijke elektrische kantoorapparatuur die is aangesloten op het elektriciteitsnet. De computers zijn een combinatie van desktops die zijn aangesloten op het Local Area Network (LAN) en laptops die gebruikmaken van een wifisysteem en een netwerkserver. Er staat ook een kleine keuken ter beschikking van de werknemers. De elektrische apparatuur in de keuken bestaat uit een waterkoker, koelkast en magnetron. Er is ook een grotere centrale netwerkserver die in een afzonderlijke ruimte is ondergebracht. De kantoorruimte is beveiligd met behulp van een toegangscontrolesysteem op basis van radiofrequentie-identificatie (RFID). Elke werknemer beschikt over een toegangspasje. De kantoormanager besloot de risicobeoordeling van het kantoor te evalueren nadat collega's vertelden over nieuwe wetgeving die de EMV-richtlijn ten uitvoer legt.

1.2 Aard van het werk

Kantoorwerknemers brengen het merendeel van hun tijd door met computerwerk of telefoneren via draadloze (DECT) en mobiele telefoons. Toegangspasjes aan sleutelkoorden geven toegang tot de kantoren indien zij in de buurt van RFID-deursloten worden gehouden. Een aantal van deze bronnen van elektromagnetische velden wordt weergegeven in figuur 1.1. Alle werknemers kunnen de keuken gebruiken om warme drank te maken of maaltijden op te warmen in de magnetron.

Figuur 1.1 — Bronnen van elektromagnetische velden in het kantoor



1.3 Beoordelingsaanpak

De kantoomanager wandelde door de kantoorruimte en noteerde apparatuur die elektriciteit gebruikt, met inbegrip van apparatuur die elektromagnetische velden opwekt, en sprak met werknemers om zeker te zijn dat er geen items ontbraken. Na het lezen van de eerste sectie van de niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2013/35/EU „Elektromagnetische velden”, kwam de manager tot de vaststelling dat de beste aanpak om het risico te beoordelen erin bestond na te gaan of de geïdentificeerde items vermeld stonden in tabel 3.2 in hoofdstuk 3 van deel 1 van de gids. In het geval sommige items niet vermeld stonden in deze tabel, was verdere beoordeling mogelijk vereist.

1.4 Resultaten van de beoordeling

De kantoomanager maakte een lijst van alle elektrische apparatuur (tabel 1.1) en ging na of deze vermeld stonden in tabel 3.2 in hoofdstuk 3 van deel 1 van de gids.

Tabel 1.1 — Lijst van elektrische apparatuur in de kantoorruimte

Item	Laag risico voor elke werknemer (tabel 3.2, hoofdstuk 3)	Beoordeling nodig voor werknemers met AIMD of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen (tabel 3.2, hoofdstuk 3)	Opmerkingen
Computers	✓		
Netwerkserver met bijbehorende UPS en netwerkbedrading	✓		Output van UPS is vergelijkbaar met die van normale stroomtoevoer
Laptops (met wififunctie)		✓	
Draadloze (DECT-)telefoons		✓	
Bedrading elektriciteitsnet	✓		
Mobiele telefoons		✓	
Fotokopieerapparaat	✓		
Wifitoegangshubs		✓	
Waterkoker	✓		
Koelkast	✓		
Magnetron	✓		Oven moet goed onderhouden zijn
RFID-beveiligingstoegang		✓	

1.5 Risicobeoordeling

Uit de resultaten van de beoordeling blijkt dat het gebruik van de in tabel 3.2 van hoofdstuk 3 van deel 1 van de gids vermelde kantoorapparatuur de relevante GWB voor effecten op de gezondheid in de EMV-richtlijn niet zal overschrijden. De kans bestaat evenwel dat andere apparatuur in tabel 3.2 interferentie kan veroorzaken met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen van werknemers. De in tabel 1.2 weergegeven EMV-specifieke risicobeoordeling was toegevoegd aan de algemene risicobeoordeling van het kantoor.

1.6 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Periodieke controles van de algemene toestand van de magnetron worden uitgevoerd tijdens routine kantoorveiligheidsonderzoeken.

1.7 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

De kantoormanager treft een aantal eenvoudige maatregelen:

- elke andere soort nieuwe apparatuur moet worden geëvalueerd in overeenstemming met de EMV-richtlijn om na te gaan of deze het resultaat van de risicobeoordeling wijzigt;
- indien kantoormedewerkers aangeven een verhoogd risico te hebben door een actief geïmplanteerd medisch hulpmiddel, moet de kantoormanager samen met hen de informatie evalueren die zij van hun behandelende arts hebben gekregen.

Tabel 1.2 — EMV-specifieke toevoegingen aan de algemene risicobeoordeling van het kantoor

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans		Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk		
EMV-straling van magnetron	Periodieke controles van de algemene toestand van de oven, met inbegrip van schade aan deurafsluitingen, raamroosters en werking van vergrendelingen	Alle werknemers	✓			✓		Laag	Geen vereist
Interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen door EMV-straling	Geen	Werknemers met een verhoogd risico	✓			✓		Laag	Werknemers met medische elektrische apparatuur of hulpmiddelen moeten een individuele risicobeoordeling krijgen als zij opnieuw komen werken waarin eventuele door hun medisch adviseur aanbevolen voorzorgsmaatregelen kunnen worden geïdentificeerd en getroffen Alle nieuwe apparatuur moet worden beoordeeld

2. NMR-SPECTROMETER (KERNSPINRESONANTIE)

2.1 Werkplek

NMR-spectrometers (kernspinresonantie) kunnen een gevaar vormen door de sterke statische magnetische velden. Zij worden gebruikt om de eigenschappen van materialen te onderzoeken, bijvoorbeeld in productiesectoren voor de analyse van chemische verbindingen. Dit praktijkvoorbeeld vindt plaats in een farmaceutisch bedrijf met NMR-eenheden in een specifiek hiervoor bestemd spectroscopielaboratorium. Er bestonden plannen om een nieuwe eenheid aan te kopen en de veiligheidsmedewerker wou de risicobeoordeling evalueren alvorens een actieplan op te stellen.

2.2 Aard van het werk

Kleine monsters van het te analyseren materiaal worden één voor één met de hand of in batches automatisch via een carrousel in de verticale magneetkern van de NMR-eenheid geplaatst (figuur 2.1).

Figuur 2.1 — NMR-eenheid, volledig met monstercarrousel en laadplatform



2.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

Ter voorbereiding op de evaluatie verzamelde de veiligheidsmedewerker algemene informatie over NMR-eenheden en stelde vast dat:

- de elektromagneet een sterk statisch (0 Hz) magnetisch veld opwekt; fluxdichtheden liggen tussen ongeveer 0,5 en 20 T afhankelijk van de eenheid. Kleine tafelenheden maken doorgaans gebruik van permanente magneten met zeldzame aarde, terwijl grotere standalone eenheden supergeleidende magneten gebruiken. De magneet blijft

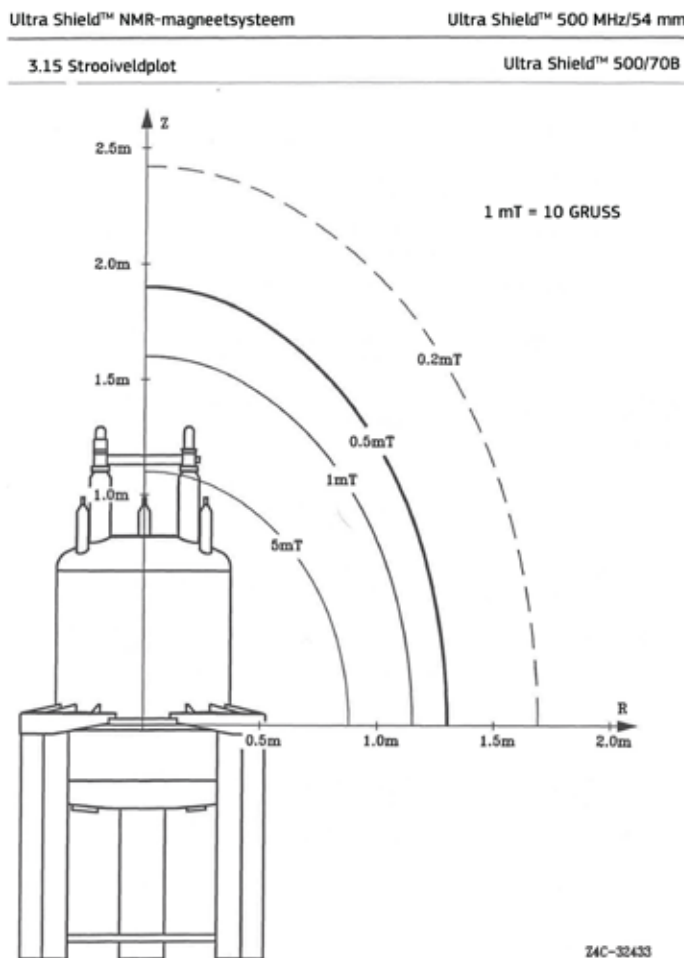
gedurende lange tijd volledig geactiveerd om de stabiliteit van het veld te verbeteren en het is niet haalbaar om de veldsterkte te verminderen als werknemers in de buurt komen;

- producenten het ontwerp van hun eenheden geleidelijk hebben verbeterd om passieve en actieve bescherming te integreren en aldus de sterkte te verminderen van het statische magnetische veld dat toegankelijk is voor werknemers. Hierdoor kan het mogelijk zijn om het gevaarlijke magnetische veld bijna volledig binnen de cryostaat te houden. In oudere of minder goed beschermde eenheden kan het gevaarlijke magnetische veld verspreid zijn tot een aantal meter in de werkruimte;
- deze externe magnetische velden vaak zijn vervormd en in bepaalde banen geleid door staalconstructies (bv. steunbalken) binnen het gebouw.

2.4 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

De veiligheidsmedewerker was zich ervan bewust dat de producent van de nieuwe eenheid informatie kon verstrekken over het statische magnetische veld dat toegankelijk is voor werknemers. Bovendien kon de producent een beschrijving geven van de mate van gevaar van indirecte effecten, zoals het risico op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen of interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen. Door de goede praktijk te volgen was de producent in staat om een plot te verstrekken van het statische magnetische strooiveld rond de eenheid (figuur 2.2).

Figuur 2.2 — Plot van het statische magnetische strooiveld rond de NMR-eenheid



De veiligheidsmedewerker was zich ervan bewust dat het tevens mogelijk was om de sterkte van het statische magnetische veld rond de eenheid te beoordelen met behulp van een geschikte magnetometer en dat het veel gemakkelijker was om een betrouwbaar resultaat te verkrijgen met een isotrope sonde (met drie assen) dan met een sonde met enkele as. Deze aanpak zou evenwel een investering van tijd en geld betekenen en tevens een inachtneming van de gevaren die gepaard gaan met de uitvoering van de metingen, in het bijzonder indien het instrument met metaal bekleed was. In de evaluatie wees de veiligheidsmedewerker de uitvoering van metingen af om de reden dat de producent goede informatie zou verstrekken.

De veiligheidsmedewerker hield ook rekening met de groepen werknemers die toegang zouden hebben tot het NMR-laboratorium en de taken die zij waarschijnlijk zouden uitvoeren. Hij stelde vast dat servicetechnici van de producenten van de NMR-eenheden af en toe toegang zouden krijgen en dat zij zones met een hoge veldsterkte zouden betreden, bijvoorbeeld de basis van de cryostaat voor afstelling van de spectrometer. Hij stelde evenwel vast dat zijn bedrijf van deze technici een schriftelijke risicobeoordeling en veiligheidsprocedures voor hun werk zou vereisen en dat werd verwacht dat zij vóór hun bezoek hun bekwaamheid zouden aantonen (bv. door bewijs van geschikte opleiding en praktische ervaring). Op basis hiervan evalueerde hij dat de risico's die met hun werk gepaard gaan laag zijn. Hij stelde tevens vast dat reinigingspersoneel geen toegang tot het laboratorium zou hebben.

2.5 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

Door de evaluatie van de bestaande eenheden binnen het NMR-laboratorium was de veiligheidsmedewerker zich ervan bewust dat er mogelijk een aanzienlijk verschil was in de gevarenafstand afhankelijk van het ontwerp en in het bijzonder de bescherming: voor oudere onbeschermde eenheden met hoge veldsterkte kan dit gaan om meerdere meters, terwijl dit bij moderne goed beschermde eenheden nagenoeg nul kan zijn. Op voor bedrijfsmedewerkers toegankelijke plaatsen werd evenwel geen overschrijding verwacht van de grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor directe effecten. Hoewel de radiofrequente versterker zorgde voor een aanzienlijke stroomoutput, werd verwacht dat het radiofrequente veld volledig in de eenheid werd gehouden en niet toegankelijk was voor werknemers.

Uit de door de producent verstrekte informatie (figuur 2.2) leidde de veiligheidsmedewerker af dat de actieniveaus (AN) voor indirecte effecten waarschijnlijk zouden worden overschreden binnen 1,3 m vanaf het buitenoppervlak van de cryostaat.

2.6 Risicobeoordeling

De veiligheidsmedewerker was zich ervan bewust dat er reeds een risicobeoordeling voor het NMR-laboratorium bestond en merkte op dat deze was opgesteld volgens de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Het ging om een evaluatie van alle risico's voor werknemers in het laboratorium, waaronder de risico's die voortkomen uit:

- werk op hoogte bij het plaatsen van de monsters;
- cryogene vloeistoffen en het koelen van de supergeleidende magneten;
- verstikkende atmosfeer van stikstof in gesloten ruimten onder de cryostaat, zoals bv. bakken voor wisselen van monsters;
- rondvliegende ferromagnetische voorwerpen (bv. gereedschap en instrumenten);
- interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen.

Dienovereenkomstig ligt het voor de hand om het nieuwe actieplan van de huidige evaluatie op te nemen in de bestaande risicobeoordeling. Een voorbeeld van een EMV-specifieke risicobeoordeling voor het NMR-laboratorium wordt weergegeven in tabel 2.1.

2.7 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

De veiligheidsmedewerker stelde vast dat een aantal organisatorische maatregelen in het NMR-laboratorium zijn getroffen om blootstelling te voorkomen of beperken. De eerste maatregel bestond uit het kiezen van NMR-eenheden met de „allernieuwste” passieve of actieve bescherming. Andere maatregelen inzake goede praktijk omvatten:

- plaatsing van de NMR-eenheden in een specifiek hiervoor bestemd laboratorium met fysieke toegangscontrole, in de vorm van keypadtoegang;
- plaatsing van waarschuwings- en verbodsmeldingen overeenkomstig Richtlijn 92/58/EEG op de deur die toegang geeft tot het laboratorium (figuur 2.3). Dit omvat een waarschuwing voor personen die medische elektronische apparatuur dragen;
- voorkomen dat ferromagnetisch gereedschap en andere voorwerpen zich in het laboratorium bevinden;
- scheiding van de NMR-eenheden van andere laboratoriumapparatuur en arbeidsplaatsen;
- plaatsing van een barrière met kettingschakels en markering van de vloer, op de positie van de omtrek van 0,5 mT om de toegang te controleren (figuur 2.4);
- verstrekking van informatie, instructies en opleiding aan de personen die in het laboratorium werken en zorgen voor gepast toezicht;
- vereisen dat servicetechnici schriftelijke veiligheidsdocumentatie verstrekken en hun bekwaamheid vóór hun bezoek aantonen.

Figuur 2.3 — Waarschuwings- en verbodsmeldingen op de deur naar het NMR-laboratorium



Figuur 2.4 — Afbakening van het verboden gebied door een barrière met kettingschakels en markering van de vloer



Tabel 2.1 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor NMR-laboratorium

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van statisch magnetisch veld	Specifiek hiervoor bestemd laboratorium met fysieke toegangscontrole	Laboratorium-medewerkers	✓			✓			Laag	
	Waarschuwing- en verbodsmeldingen									
	Informatie, instructies en opleiding									Herhalingsopleiding Het artikel moet in het veiligheidsbulletin worden opgenomen
	Schriftelijke veiligheidsdocumentatie en bewijs van bekwaamheid moeten worden vereist	Servicetechnici	✓			✓			Laag	
	Toegang verboden voor reinigingspersoneel	Reinigingspersoneel	✓			✓			Laag	Het reinigingspersoneel moet op de hoogte zijn
Indirecte effecten van statisch magnetisch veld (interferentie met medische implantaten, risico op rondvliegende voorwerpen)	Er moet worden voorkomen dat ferromagnetische voorwerpen in het laboratorium komen	Al het bovenstaande		✓		✓			Laag	Het onderhoudspersoneel moet op de hoogte zijn
	Zie hierboven	Werknemers met een verhoogd risico		✓		✓			Laag	Zie hierboven
Radiofrequent veld	Volledig opgenomen in de eenheid en niet toegankelijk	Al het bovenstaande	✓			✓			Laag	Geen

2.8 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

De veiligheidsmedewerker was over het algemeen tevreden met de herziening van de risicobeoordeling en evaluatie van de gevaren die gepaard gaan met de nieuwe eenheid. De organisatorische maatregelen werden als toereikend beschouwd hoewel het vijf jaar geleden was dat de werknemers opleiding kregen over de gevaren en voorzorgsmaatregelen die gepaard gaan met het NMR-laboratorium. De veiligheidsmedewerker stelde dienovereenkomstig een actieplan op met de volgende elementen:

- herhalen van de opleiding van werknemers in het laboratorium met een aantal korte bewustmakingsessies, waarbij de prioriteit uitgaat naar nieuw personeel;
- ervoor zorgen dat onderhoudspersoneel op de hoogte is van de gevaren, in het bijzonder van „rondvliegend ferromagnetisch gereedschap”;
- bevestigen dat reinigingspersoneel ervan op de hoogte is dat de toegang tot het laboratorium verboden is voor hen;
- opnemen van een artikel over de gevaren die gepaard gaan met het laboratorium in het volgende veiligheidsbulletin van het bedrijf.

3. ELEKTROLYSE

De EMV-bronnen in dit praktijkvoorbeeld zijn:

- elektrolyseurs;
- thyristorgelijkrichters;
- „bus bars”;
- transformatoren.

3.1 Werkplek

De apparatuur was geïnstalleerd in een grote chloorproductiefaciliteit. De relevante werkplekken waren:

- de elektrolysekamer;
- de gelijkrichter celruimten.

3.2 Aard van het werk

Het meeste werk aan de apparatuur werd uitgevoerd door gekwalificeerde en ervaren technici die kunnen worden gevraagd te werken aan om het even welke apparatuur die verband houdt met de chloorproductiefaciliteit. Hierbij kan het gaan om het regelmatig ontmantelen en onderhouden van een elektrolyseur terwijl nabijgelegen elektrolyseurs onder stroom staan.

De faciliteit was vrij nieuw en er was vanaf de ontwerpfase rekening gehouden met EMV-veiligheid. Dit praktijkvoorbeeld is dan ook een voorbeeld van goede praktijk en benadrukt het belang van de inachtneming van EMV-blootstelling tijdens de planningsfasen van een grootschalig project.

3.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

3.3.1 Elektrolysekamer

De elektrolysekamer omvatte 20 elektrolyseurs die chloor produceren door elektrische stroom aan te brengen op een zoutoplossing via membraancelektrolyse. Op elke elektrolyseur werd een gelijkstroom van 450 V, 16,5 kA aangebracht. Rond de elektrolyseurs was een bescherming van perspex geïnstalleerd om toegang tot elektrische geleiders onder stroom te voorkomen.

Met inbegrip van de bescherming heeft elke elektrolyseur een lengte van 17,2 m en een breedte van 4,4 m en bestaat uit 138 cellen opgesplitst in twee bundels van elk 69 cellen die in reeks zijn verbonden. De elektrolyseurs waren gescheiden door een afstand van ongeveer 1,1 m. De opstelling van de elektrolyseurs wordt weergegeven in figuur 3.1.

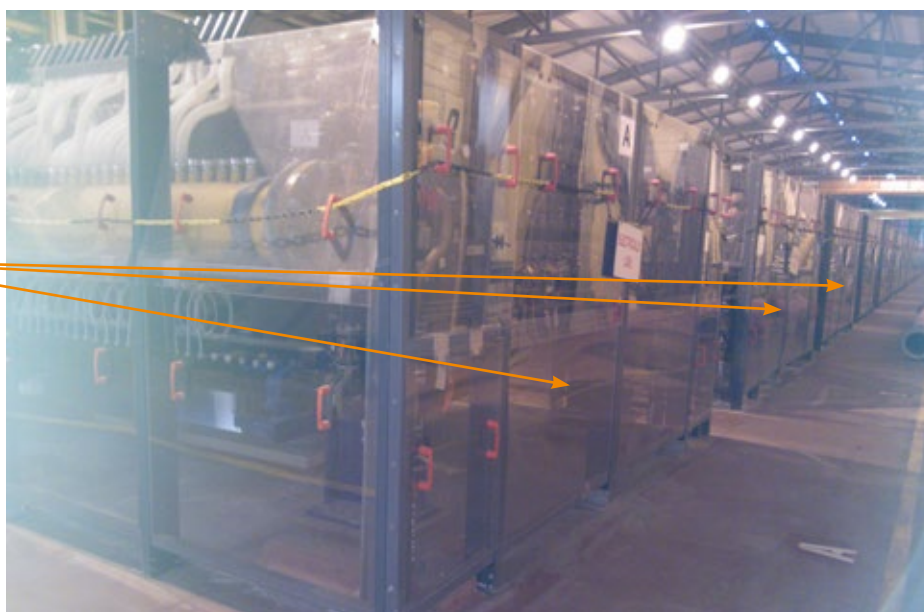
Een theoretische modelleringsbeoordeling op basis van berekeningen van magnetische velden rond de stroomgeleidende delen van de faciliteit werd uitgevoerd tijdens de ontwerpfase om ervoor te zorgen dat de blootstellingen aan EMV zouden worden geminimaliseerd.

Figuur 3.1 — Elektrolyseurs in de elektrolysekamer

Eén enkele elektrolyseur, over de lengte bekeken



Verschillende elektrolyseurs



3.3.2 Gelijkrichter celruimte

Elke gelijkrichter celruimte (figuur 3.2) bevatte een thyristorgelijkrichter die gelijkstroomtoevoer leverde aan de twee elektrolyseurs. De „bus bars” (elektrische geleiders) naar de elektrolyseurs bevonden zich boven het hoofd op een hoogte van ongeveer 4,2 m boven het vloerniveau. De ruimten waren afgeschermd om toegang van buiten het gebouw te voorkomen en de deur naar elke ruimte was gesloten met erlangs een waarschuwing melding (figuur 3.3). Toegang tot de ruimten is normaal gezien niet toegestaan als de elektrolyseurs in werking zijn.

De transformatoren naar de elektrolysekamer bevonden zich buiten de gelijk richter celruimten aan de andere kant van de muur van de gelijkrichters. De transformatorruimten waren tevens afgeschermd om toegang te voorkomen (figuur 3.4).

Figuur 3.2 — Een gelijkrichter celruimte



„Bus bars” boven het hoofd

Thyristorgelijkrichter

Figuur 3.3 — Beperking van de toegang tot een gelijkrichter celruimte



Deur naar gelijkrichterruimte gesloten

Figuur 3.4 — De transformatorruimten

3.4 Hoe de toepassing wordt gebruikt

Het chloorproductieproces is geautomatiseerd en wordt op afstand beheerd vanuit een controlekamer in een nabijgelegen gebouw.

3.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Metingen van blootstellingen zijn uitgevoerd door een deskundige adviseur met behulp van gespecialiseerd gereedschap. Aangezien de faciliteit was ontworpen door rekening te houden met EMV-veiligheid en het ontwerp een theoretische modelleringsbeoordeling op basis van berekeningen van magnetische velden rond de stroomgeleidende delen van de faciliteit bevatte, werden de metingen uitgevoerd om te bevestigen dat de reeds van kracht zijnde beschermings- en voorzorgsmaatregelen doeltreffend waren om de blootstelling aan EMV te beperken.

Er zijn metingen uitgevoerd van zowel de statische magnetische fluxdichtheid, door de gelijkstroom naar de elektrolyseurs, als de tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid, door het feit dat de gelijkstroom was geproduceerd door de gelijkrichting van een wisselstroomtoevoer en hierdoor was wat rimpelspanning te verwachten op de gelijkstroom naar de elektrolyseurs. De frequentie van de rimpelspanning was ook bevestigd tijdens de blootstellingsbeoordeling.

Vóór de metingen voerde de adviseur een „time and motion”-onderzoek uit om te waarborgen dat de metingen werden uitgevoerd op plaatsen die representatief waren voor normale werkomstandigheden. De metingen werden uitgevoerd terwijl de elektrolyseurs met constante belasting werkten.

De metingen werden vergeleken met de gepaste grenswaarden voor blootstelling (GWB) en actieniveaus (AN) voor directe effecten, alsook de actieniveaus voor indirecte effecten voor statische magnetische velden (interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen en risico op het aantrekken en rondvliegen van voorwerpen in het randgebied van bronnen met hoge veldsterkte).

Bij de beoordeling van de blootstelling van werknemers met een verhoogd risico werd een vergelijking gemaakt met de referentieniveaus die worden verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

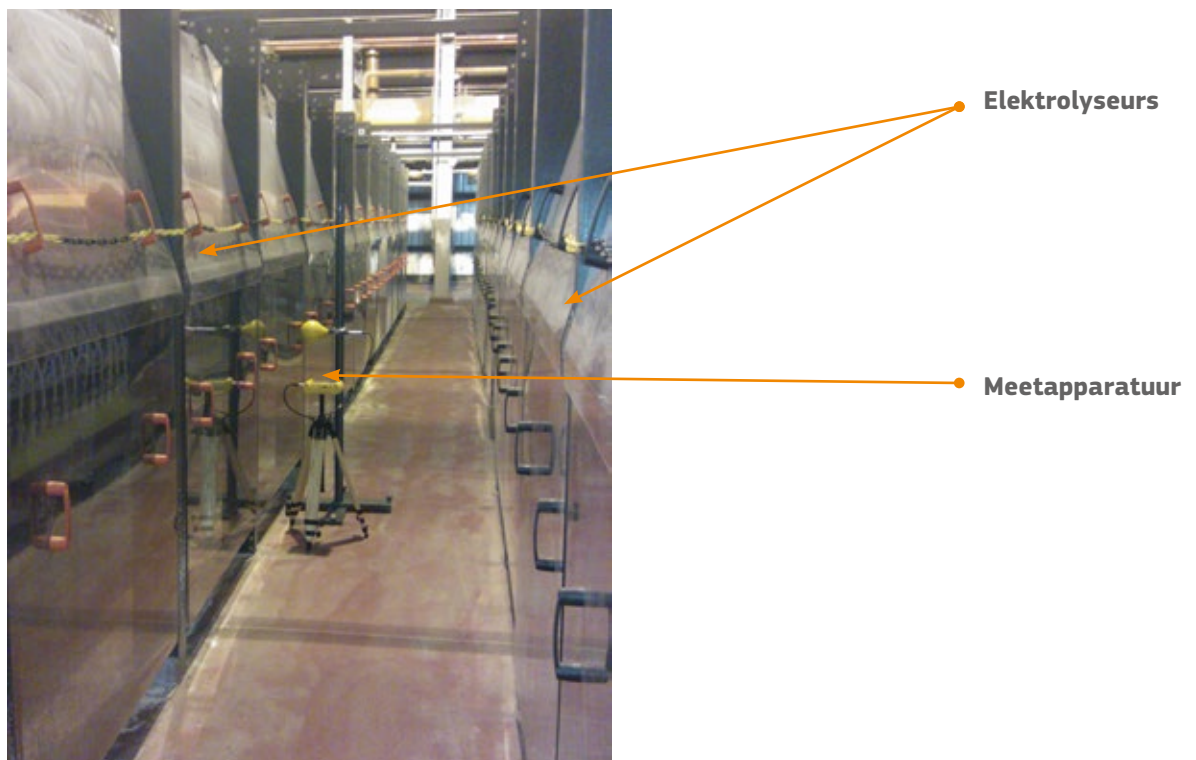
3.5.1 Elektrolysekamer

Tussen twee elektrolyseurs werden metingen van de tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid en de statische magnetische fluxdichtheid uitgevoerd (figuur 3.5). Drie reeksen van metingen werden uitgevoerd:

- op afstandsintervallen over de ruimte tussen de twee elektrolyseurs;
- op afstandsintervallen over de volledige lengte van het middelpunt van de ruimte tussen het ene uiteinde van de elektrolyseurs en het andere uiteinde;
- in het verticale vlak langs één van de elektrolyseurs.

Deze metingen schetsten een beeld van de blootstelling van een werknemer die wandelt tussen de elektrolyseurs in de elektrolysekamer. Dit wordt beschouwd als het allerslechtste scenario voor blootstelling.

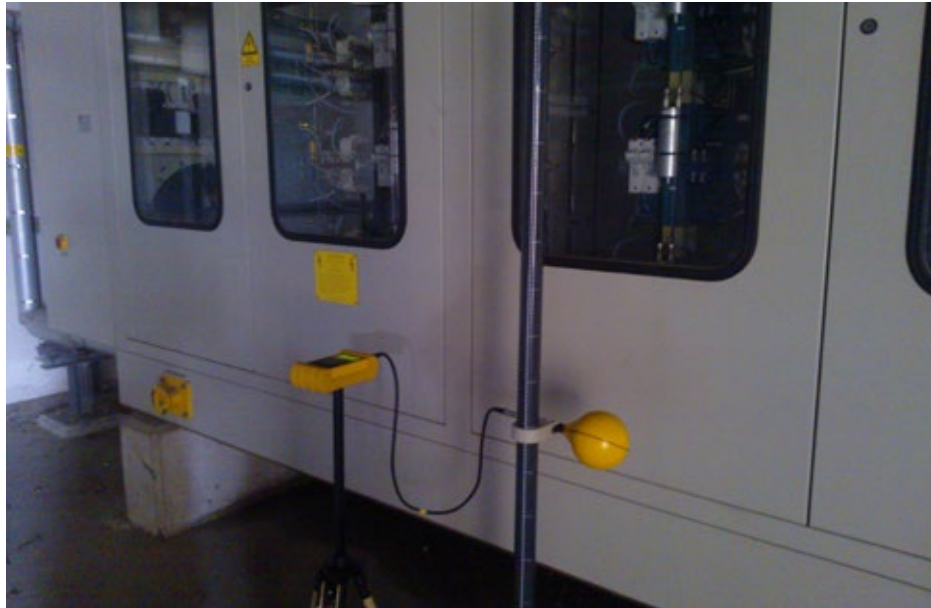
Figuur 3.5 — Metingen die worden uitgevoerd tussen twee elektrolyseurs



3.5.2 Gelijkrichtercelruimte

Er werden metingen van de tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid en de statische magnetische fluxdichtheid uitgevoerd rond een thyristorgelijkrichter (figuur 3.6), onder „bus bars” en in de buurt van de muur tussen de gelijkrichter en de transformator.

Figuur 3.6 — Metingen die worden uitgevoerd in de buurt van een thyristorgelijkrichter



3.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

De resultaten van de blootstellingsmetingen werden vergeleken met de gepaste GWB en AN. In het geval van elektrolyse zijn de belangrijke waarden waarmee de meetresultaten moeten worden vergeleken:

- voor statische magnetische velden:
 - GWB voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden (normale werkomstandigheden);
 - actieniveau voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden (interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen zoals pacemakers);
 - actieniveau voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden (risico op het aantrekken en rondvliegen van voorwerpen in het randgebied van bronnen met hoge veldsterkte).
- voor tijdsafhankelijke magnetische velden:
 - actieniveaus voor magnetische fluxdichtheid van tijdsafhankelijke magnetische velden;
 - de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus voor tijdsafhankelijke magnetische velden (voor werknemers met een verhoogd risico).

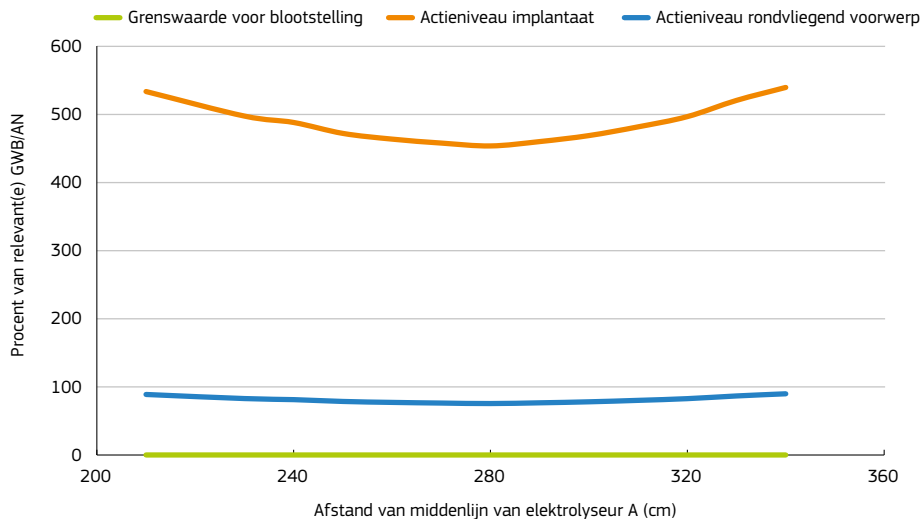
De belangrijke resultaten van de blootstellingsbeoordeling worden, samen met een aantal voorbeelden van de tijdens de theoretische modelleringsbeoordeling ontwikkelde grafieken, weergegeven in figuren 3.7 t.e.m. 3.17.

Er moet worden opgemerkt dat de resultaten van de blootstellingsbeoordeling niet rechtstreeks kunnen worden vergeleken met de modelleringsbeoordeling omdat de modelleringsbeoordeling vóór publicatie van de EMV-richtlijn is uitgevoerd en gebaseerd op de ICNIRP-beroepsreferentieniveaus die strenger zijn dan de actieniveaus van de EMV-richtlijn.

3.6.1 Elektrolysekamer

De volgende grafieken tonen de variatie van de magnetische fluxdichtheid met betrekking tot de hiervoor beschreven geldende GWB en AN. Er werd bevestigd dat de frequentie van de rimpelspanning op de gelijkstroomtoevoer gelijk was aan 300 Hz. De meetapparatuur stelde tevens harmonische stromen vast op 600 Hz en 900 Hz, hoewel de bijdragen van de harmonische stromen aan de totale blootstelling in dit geval onbeduidend was.

Figuur 3.7 — Variatie van statische magnetische fluxdichtheid over de ruimte tussen de twee elektrolyseurs



NB: Metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 120 cm boven vloerniveau.

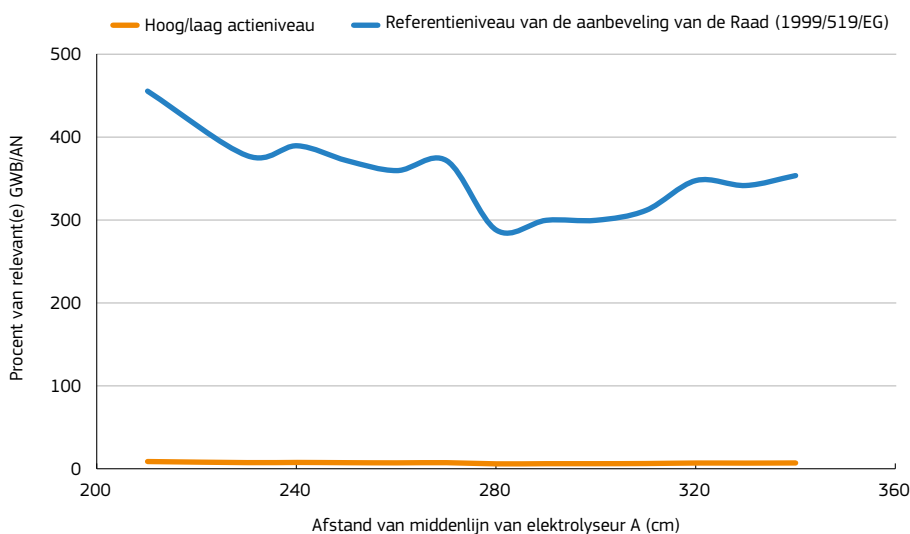
Grenswaarde voor blootstelling (normale werkomstandigheden): 2 T

Actieniveau implantaat: 0,5 mT

Actieniveau rondvliegend voorwerp: 3 mT

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 5\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de GWB/AN.

Figuur 3.8 — Variatie van tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid van 300 Hz over de ruimte tussen de twee elektrolyseurs



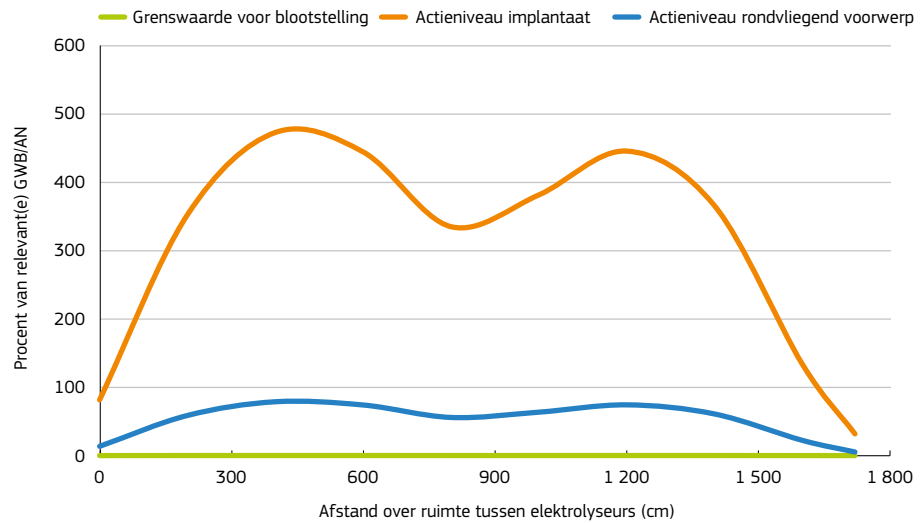
NB: Metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 120 cm boven vloerniveau.

Hoge en lage actieniveaus voor magnetisch veld van 300 Hz: 1 000 μ T

Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor magnetisch veld van 300 Hz: 16,7 μ T

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN/RN.

Figuur 3.9 — Variatie van statische magnetische fluxdichtheid over de lengte van de ruimte tussen de twee elektrolyseurs



NB: Metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 120 cm boven vloerniveau.

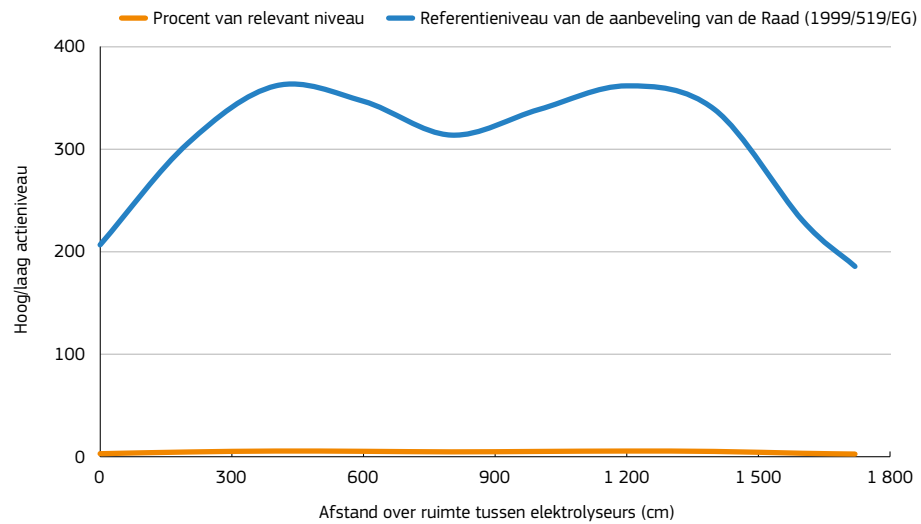
Grenswaarde voor blootstelling (normale werkomstandigheden): 2 T

Actieniveau implantaat: 0,5 mT

Actieniveau rondvliegend voorwerp: 3 mT

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 5\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de GWB/AN.

Figuur 3.10 — Variatie van tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid van 300 Hz over de lengte van de ruimte tussen de twee elektrolyseurs



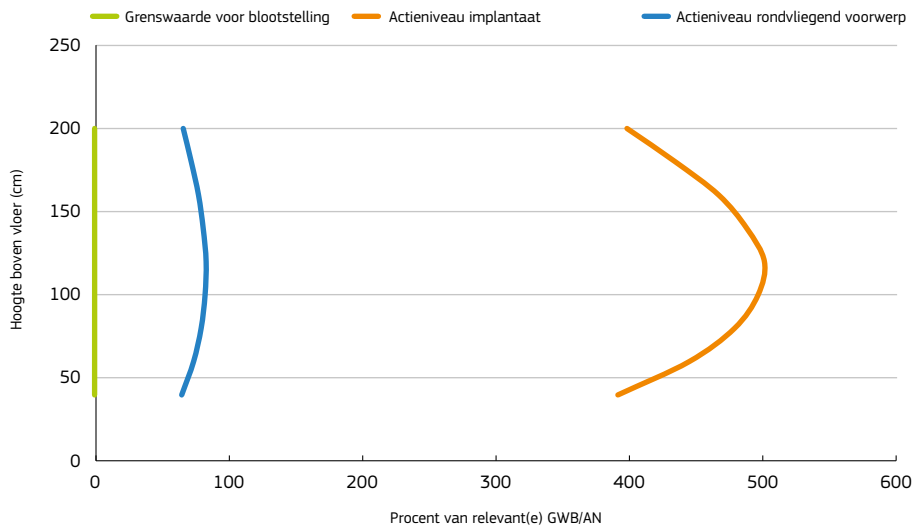
NB: Metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 120 cm boven vloerniveau.

Hoge en lage actieniveaus voor magnetisch veld van 300 Hz: 1 000 μT

Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor magnetisch veld van 300 Hz: 16,7 μT

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN/RN.

Figuur 3.11 — Variatie van statische magnetische fluxdichtheid met hoogte langs één van de elektrolyseurs



NB: Metingen werden uitgevoerd op een afstand van 230 cm van de middenlijn van één van de elektrolyseurs.

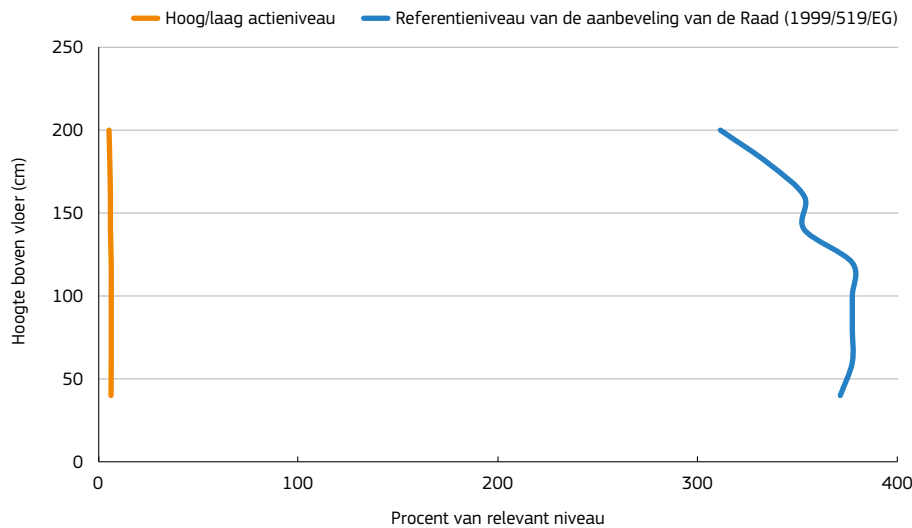
Grenswaarde voor blootstelling (normale werkomstandigheden): 2 T

Actieniveau implantaat: 0,5 mT

Actieniveau rondvliegend voorwerp: 3 mT

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 5\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de GWB/AN.

Figuur 3.12 — Variatie van tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid van 300 Hz met hoogte langs één van de elektrolyseurs



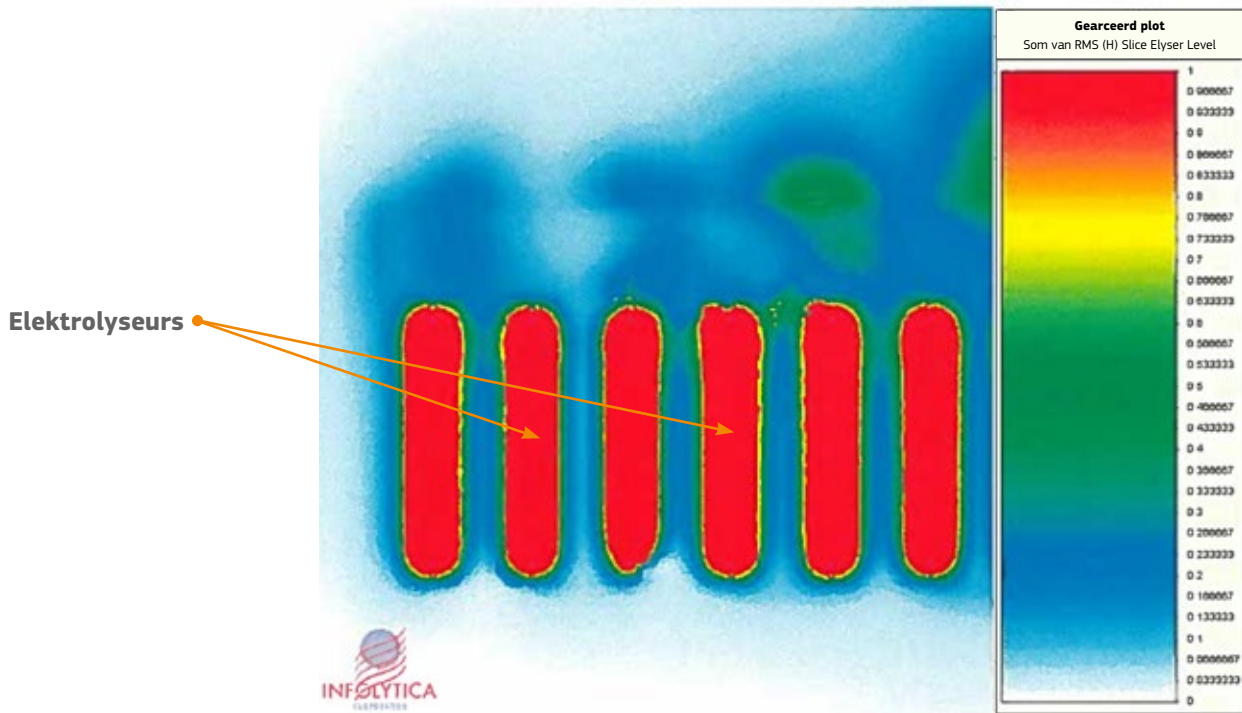
NB: Metingen werden uitgevoerd op een afstand van 230 cm van de middenlijn van één van de elektrolyseurs.

Hoge en lage actieniveaus voor magnetisch veld van 300 Hz: 1 000 μ T

Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor magnetisch veld van 300 Hz: 16,7 μ T

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN/RN.

Figuur 3.13 — Voorbeeld van een grafiek van een theoretische modelleringsbeoordeling voor de elektrolysekamer (bovenaanzicht)



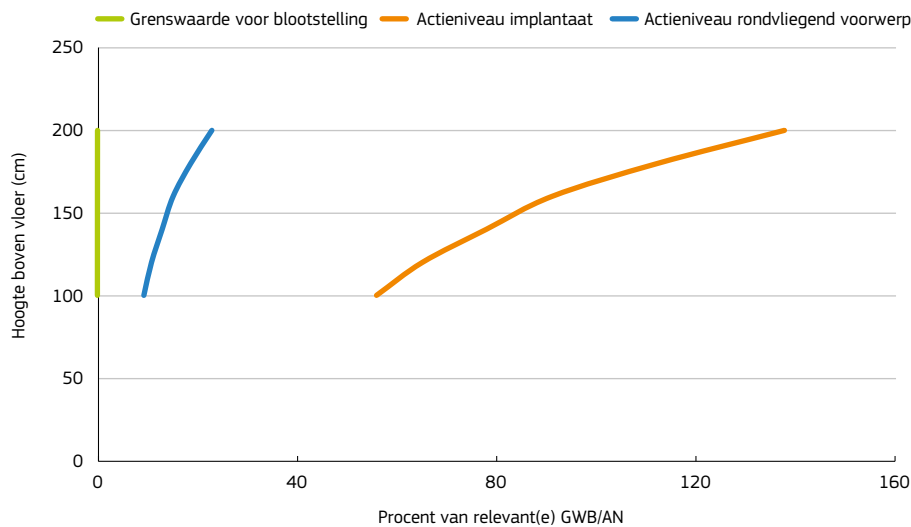
Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling in de elektrolysekamer haalde het bedrijf de volgende informatie:

- de blootstelling aan magnetische velden van de elektrolyseurs lag onder de relevante GWB en AN voor directe effecten;
- personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen kunnen hinder ondervinden van statische magnetische velden in de elektrolysekamer;
- de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus werden overschreden over de lengte van de elektrolyseurs met betrekking tot de tijdsafhankelijke magnetische velden. Het was evenwel onwaarschijnlijk dat werknemers met een verhoogd risico zich in de elektrolysekamer zouden bevinden.

3.6.2 Gelijkrichterruimte

De volgende grafieken tonen de variatie van de magnetische fluxdichtheid met betrekking tot de hiervoor beschreven geldende GWB en AN. Er werd bevestigd dat de frequentie van de rimpelspanning op de gelijkstroomtoevoer gelijk was aan 300 Hz en er werden ook 50 Hz-velden waargenomen van de transformator buiten.

Figuur 3.14 — Variatie van statische magnetische fluxdichtheid met hoogte onder de gelijkstroomisolator van de „bus bar”



NB: De gelijkstroomisolator van de „bus bar” bevond zich ongeveer 420 cm boven het vloerniveau.

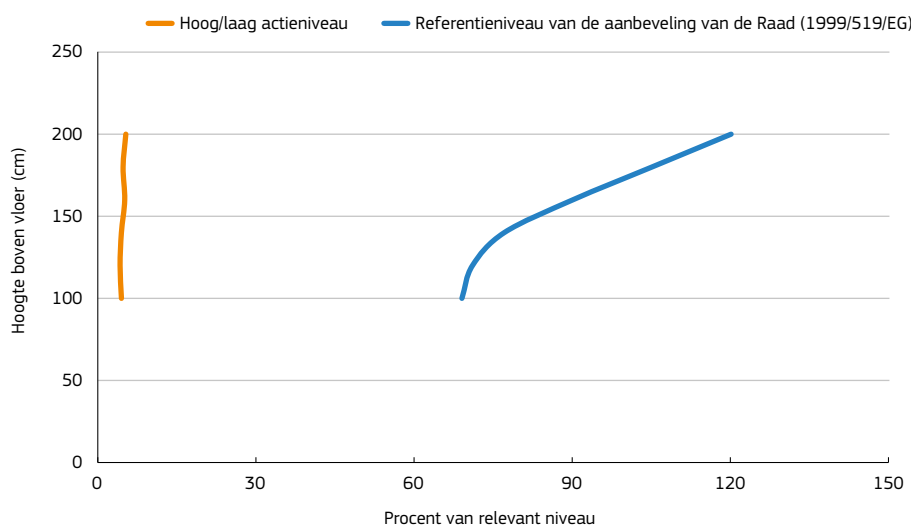
Grenswaarde voor blootstelling (normale werkomstandigheden): 2 T

Actieniveau implantaat: 0,5 mT

Actieniveau rondvliegend voorwerp: 3 mT

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 5\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de GWB/AN.

Figuur 3.15 — Variatie van tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid van 300 Hz met hoogte onder de gelijkstroomisolator van de „bus bar”



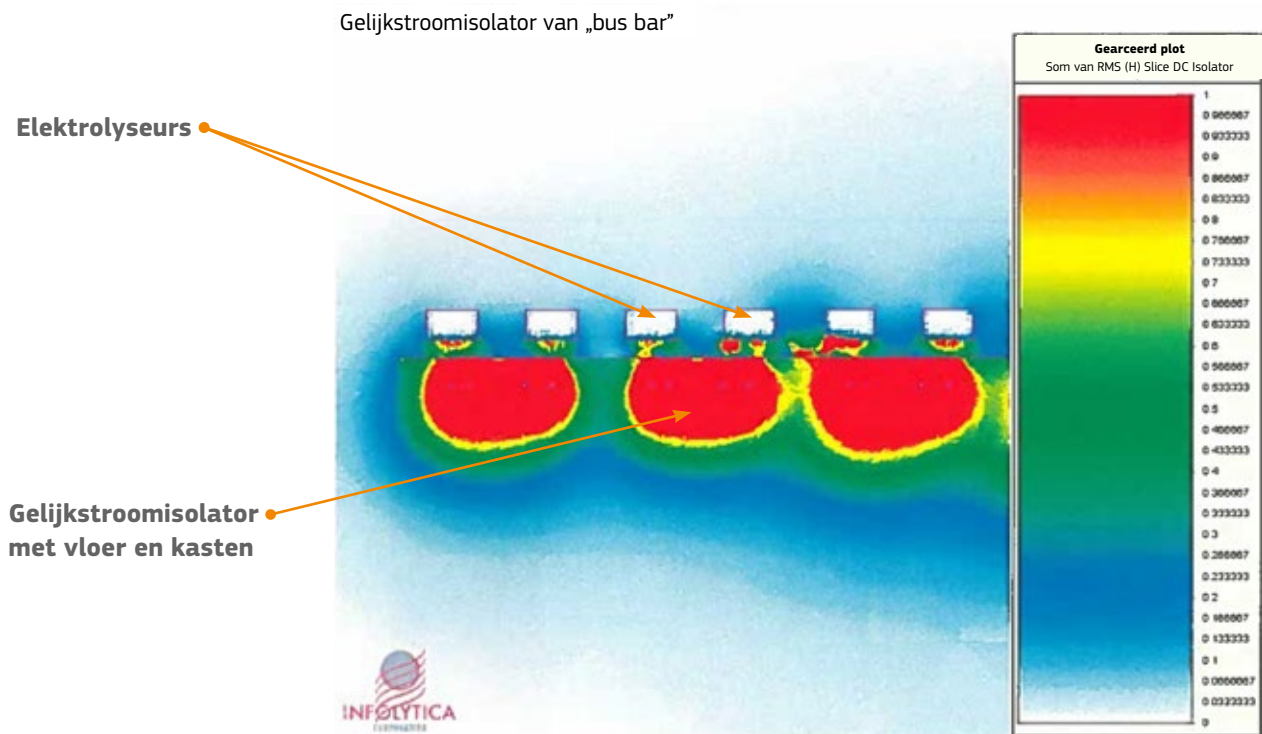
NB: De gelijkstroomisolator van de „bus bar” bevond zich ongeveer 420 cm boven het vloerniveau.

Hoge en lage actieniveaus voor magnetisch veld van 300 Hz: 1 000 μ T

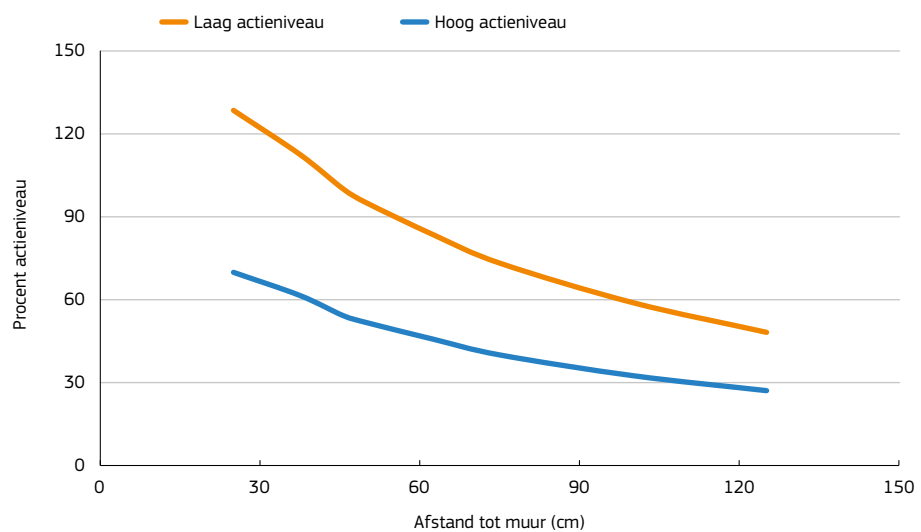
Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor magnetisch veld van 300 Hz: 16,7 μ T

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN/RN.

Figuur 3.16 — Voorbeeld van een grafiek van een theoretische modelleringsbeoordeling voor de regio's rond de gelijkstroomisolator van de „bus bar” (dwarsdoorsnede)



Figuur 3.17 — Variatie van tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid van 50 Hz met een afstand van de muur tussen de thyristorgelijkrichter en de transformator



NB: Metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 120 cm boven grondniveau.

Laag actieniveau voor magnetisch veld van 50 Hz: 1 000 μ T

Hoog actieniveau voor magnetisch veld van 50 Hz: 6 000 μ T

De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ± 10 % en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN/RN.

Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling in de gelijkrichterruimte haalde het bedrijf volgende informatie:

- de blootstelling aan magnetische velden van de „bus bars” en thyristorgelijkrichters lag onder de actieniveaus voor directe effecten op grondniveau;
- de blootstelling aan tijdsafhankelijke magnetische velden van de transformator aan de andere kant van de muur achter de gelijkrichter was groter dan het lage actieniveau voor tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid tot een maximale afstand van 37 cm van het oppervlak van de muur binnen de gelijkrichterruimte;
- de blootstelling aan tijdsafhankelijke magnetische velden van de transformator lag onder het hoge actieniveau voor tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid in de gelijkrichterruimte;
- personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen kunnen overal in de gelijkrichterruimten hinder ondervinden van statische magnetische velden. De waarschuwingmeldingen en veiligheidsinformatie ter plekke werden evenwel als adequaat beschouwd;
- de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus werden overschreden met betrekking tot de tijdsafhankelijke magnetische velden. Het was evenwel onwaarschijnlijk dat werknemers met een verhoogd risico zich in de gelijkrichterruimten zouden bevinden.

3.7 Risicobeoordeling

Op basis van de door de adviseur uitgevoerde blootstellingsbeoordeling onderwierp het bedrijf de chloorproductiefaciliteit aan een risicobeoordeling met betrekking tot EMV. Dit gebeurde in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordeling bleek dat:

- werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden in de buurt van de elektrolyseurs;
- werknemers, ook die met een verhoogd risico, hinder kunnen ondervinden in de gelijkrichterruimten door de blootstelling aan magnetische velden.

Een voorbeeld van een EMV-specifieke risicobeoordeling voor de chloorproductiefaciliteit wordt weergegeven in tabel 3.1.

3.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

De EMV-veiligheid was vanaf de eerste fasen van het ontwerp van de faciliteit een grote prioriteit en daarom zijn er verschillende beschermings- en voorzorgsmaatregelen opgenomen, zoals:

- de minimalisering van de sterkte van de tijdsafhankelijke magnetische velden die mogelijk worden opgewekt door de rimpelspanning op de gelijkstroomtoevoer naar de elektrolyseurs, bv. met behulp van 12 pulsgelijkrichters i.p.v. 6 pulsgelijkrichters;
- de omvang van de faciliteit die voldoende was om ervoor te zorgen dat gebieden met sterke magnetische velden gemakkelijk gescheiden bleven van werknemers;
- de duidelijke weergave in de faciliteit van gepaste waarschuwingmeldingen over de aanwezigheid van sterke magnetische velden;
- de bewustmaking van werknemers over de kans op blootstelling aan EMV en de instructie om de werkgever op de hoogte te brengen in geval van een medisch implantaat.

3.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

De blootstellingsbeoordeling bevestigde dat de faciliteit goed was ontworpen met betrekking tot EMV-blootstelling. Er waren dan ook geen bijkomende voorzorgsmaatregelen nodig op basis van de blootstellingsbeoordeling.

3.10 Bronnen voor nadere informatie

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

4. APPARATUUR MEDISCHE SECTOR

4.1 Werkplek

De afdeling medische fysica van een ziekenhuis werd gevraagd om te beoordelen hoe de tenuitvoerlegging van de EMV-richtlijn het in het ziekenhuis uitgevoerde werk kan beïnvloeden.

4.2 Aard van het werk

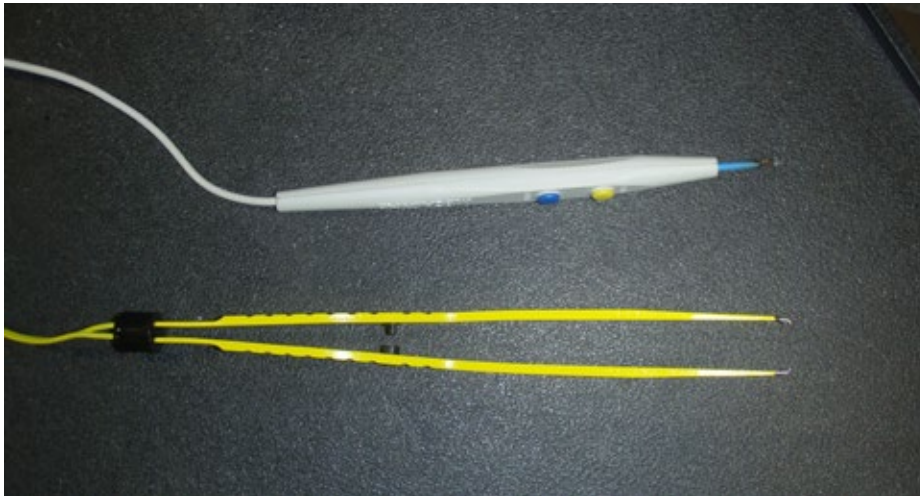
Elektrische hulpmiddelen worden op grote schaal gebruikt bij de behandeling van, het toezicht op en de diagnose van patiënten. Het team medische fysica begon de beoordeling door na te gaan welke apparatuur mogelijk sterke elektromagnetische velden kon opwekken. Zij bestudeerden de inventaris van ziekenhuisapparatuur en vonden drie apparaten die sterke elektromagnetische velden konden opwekken. Het ging om elektrochirurgische eenheden, toestellen voor transcraniale magnetische stimulatie (TMS) en eenheden voor kortegolfdiathermie. Hoewel het ziekenhuis de kortegolfdiathermieapparatuur momenteel niet gebruikt, werd ze toch opgenomen in de beoordeling. Het team wilde ook kijken naar de invloed van elektromagnetische interferentie op gevoelige apparatuur voor patiëntentoezicht, in het bijzonder apparatuur die mogelijk wordt gebruikt in de buurt van de apparaten die sterke elektromagnetische velden opwekken. Zij stelden vast dat de apparatuur die het meest vatbaar is voor elektromagnetische interferentie, gevoelige medische apparatuur is die wordt gebruikt tijdens elektrochirurgische procedures (bv. ventilators en electrocardiografische apparaten).

4.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

4.3.1 Elektrochirurgische eenheden

Elektrochirurgische toestellen worden in het ziekenhuis gebruikt voor het opensnijden en/of stollen van menselijk weefsel en worden gebruikt in een aanzienlijk aantal chirurgische procedures. Zij sturen een elektrische stroom met hoge spanning door het weefsel dat wordt geopereerd. Deze eenheden werken doorgaans in het middenfrequentiebereik gaande van 300 kHz tot 1 MHz en gebruiken stroom van 50 tot 300 W. Een elektrochirurgische eenheid bestaat uit een actieve elektrode, een generator, kabels die de generator verbinden met de actieve elektrode en de retourelektrode of geaarde plaat die op het lichaam van de patiënt is bevestigd (figuur 4.1). De stroomtoevoer naar de actieve elektrode (elektrochirurgische sonde) gebeurt via kabels die onbeschermd kunnen zijn. De stroom wordt door het weefsel van de patiënt gestuurd en via de retourelektrode terug naar de elektrochirurgische eenheid.

Figuur 4.1 — Actieve en retour elektroden en bijbehorende kabels



4.3.2 Transcraniale magnetische stimulatie

Een toestel voor transcraniale magnetische stimulatie (TMS) produceert bewust pulsen van elektromagnetische velden om stroom op te wekken in de [hersenen](#). Het kan worden gebruikt voor een aantal toepassingen (bv. de diagnose van hersenziekte en -letsel, de behandeling van depressie of recenter de behandeling van migrainehoofdpijnen). TMS-toestellen bestaan doorgaans uit een hoofdeenheid die een hoge stroompuls produceert en een draagbare stimulatiespoel (figuur 4.2). Bij commercieel beschikbare toestellen wordt energie opgeslagen in grote condensators met hoge spanning. Deze condensators worden ontladen in de spoel met behulp van een thyristor die in een aantal seconden grote stromen kan omschakelen. Twee spoelontwerpen zijn wijdverspreid en worden gebruikt in het ziekenhuis, de circulaire spoel en de spoel in de vorm van een acht (er bestaan evenwel ook andere spoelontwerpen).

Figuur 4.2 — TMS-spoel in de vorm van een acht



4.3.3 Kortegolfdiathermie

Toestellen voor kortegolfdiathermie zenden radiofrequente straling (RF) uit, doorgaans op 27,1 MHz. De toestellen worden gebruikt voor de therapeutische behandeling van spieren en gewrichten door fysiotherapeuten. Er zijn twee werkwijzen; capacitief waar de patiënt in het RF-veld tussen twee plaalectroden wordt geplaatst (figuur 4.3) en inductief waar het elektromagnetisch veld via een spoel wordt aangebracht.

Figuur 4.3 — Capacitieve kortegolfdiathermie



4.4 Hoe de toepassingen worden gebruikt

4.4.1 Elektrochirurgische eenheden

De chirurg houdt de behandelingssonde tijdens gebruik doorgaans dicht bij het bovenlichaam. De kabels bevinden zich mogelijk dicht bij de operatiemedewerkers en in het bijzonder dicht bij de hand en arm van de chirurg.

4.4.2 Transcraniale magnetische stimulatie

De spoel wordt dicht bij het hoofd van de patiënt geplaatst en er wordt een elektromagnetische puls of een reeks pulsen opgewekt om te zorgen voor stroom in de hersenen van de patiënt. De sonde kan in positie worden bevestigd of gehouden door de klinische medicus (figuur 4.4).

Figuur 4.4 — Circulaire TMS-spoel in gebruik

4.4.3 Kortegolfdiathermie

Het team werd ervan op de hoogte gesteld dat kortegolfdiathermie momenteel niet wordt gebruikt in het ziekenhuis maar in het verleden wel werd gebruikt door fysiotherapeuten. Zij waren niet volledig op de hoogte van de toegepaste werkprocedures bij gebruik van deze apparatuur maar besloten om een beoordeling uit te voeren voor het geval dat het ziekenhuis deze apparatuur in de toekomst opnieuw zou gebruiken.

4.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Het team medische fysica was zich ervan bewust dat de drie geïdentificeerde medische hulpmiddelen allemaal sterke elektromagnetische velden opwekten. Zij waren echter niet zeker of deze toestellen velden opwekten die konden leiden tot een overschrijding van de grenswaarden voor blootstelling (GWB) bij werknemers. Zij besloten dan ook dat een verdere beoordeling vereist was en metingen van elektromagnetische velden noodzakelijk waren. Het team selecteerde twee apparaten voor metingen: een elektrochirurgische eenheid ConMed 5000 en een TMS-toestel 200 MAGSTIM. Zij besloten op dit punt geen metingen uit te voeren op eenheden voor kortegolfdiathermie.

De afdeling medische fysica beschikt over tal van meetsondes om elektromagnetische velden te controleren. Om de metingen uit te voeren, maakte het team gebruik van een isotrope sonde (met drie assen). Voor elk apparaat waren verschillende sondes vereist omdat de opgewekte elektromagnetische velden verschillend waren.

4.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

4.6.1 Elektrochirurgische eenheid

De elektrochirurgische eenheid ConMed 5000 werd gebruikt in monopolaire modus. Deze eenheid beschikt over een snij- en een stolmodus. Uit voorafgaande metingen bleek evenwel dat de opgewekte elektromagnetische velden in snijmodus sterker waren dan in stolmodus en daarom werd deze modus gebruikt voor het merendeel van de metingen. De frequentie van het veld werd beoordeeld door een meting uit te voeren en de golfvorm weer te geven op een oscilloscoop, en ze bleek gelijk te zijn aan 391 kHz. De gebruikte stroom was ongeveer 200 W.

De elektrische en magnetische velden werden gemeten rond de behandelings- en retourkabels. Voor de vergelijking van het gemeten veld met de actieniveaus (AN) zijn door het middenfrequentieveld de AN voor zowel niet-thermische als thermische effecten van toepassing.

Uit de in tabel 4.1 weergegeven meetresultaten blijkt de magnetische veldsterkte op een aantal horizontale afstanden halverwege de behandelingskabel. Op basis van deze resultaten extrapoleerde het team het magnetisch veld tot 1 cm van de kabel en berekende dat het gelijk was aan 7 % van het actieniveau voor ledematen.

De beoordeling van het magnetische veld rond de apparatuur toonde aan het team dat de blootstelling van de chirurg of andere medische medewerkers in de operatiekamer noch de AN in de EMV-richtlijn noch de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus zou overschrijden.

Tabel 4.1 — Magnetische veldsterkte op verschillende afstanden van de behandelingskabel als een percentage van de actieniveaus en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus

Afstand tot kabel (cm)	Magnetische veldsterkte (Am ⁻¹)	Magnetische fluxdichtheid (µT)	Niet-thermische effecten		Thermische effecten	
			Percentage hoge/lage actieniveaus (%) ¹	Percentage actieniveaus ledematen (%) ²	Percentage actieniveau (%) ³	Percentage referentieniveaus verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) (%) ⁴
10	0,64	0,81	0,81	0,27	16	34
20	0,53	0,67	0,67	0,22	13	29
50	0,26	0,33	0,33	0,11	6,4	14
100	0,09	0,11	0,11	0,04	2,1	4,7
150	0,04	0,05	0,05	0,02	1,0	2,1

¹ Hoog/laag actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequentie 391 kHz: 100 µT

² Actieniveau ledematen magnetische fluxdichtheid voor frequentie 391 kHz: 300 µT

³ Actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequentie 391 kHz: 5,12 µT

⁴ Referentieniveau uit de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) inzake magnetische fluxdichtheid voor frequentie 391 kHz: 2,35 µT

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ±2,7 dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN/RN.

Het elektrische veld werd gemeten in een regio waar zich de behandelingskabel en retourkabel bevonden. Er werd vastgesteld dat het door de retourkabel opgewekte elektrische veld aanzienlijk hoger was dan het door de behandelingskabel opgewekte veld. Dit betekent dat de behandelingskabel beschermd is. De elektrische veldsterkte in functie van de afstand tot de retourkabel staat vermeld in tabel 4.2. Deze metingen zijn voor diverse horizontale afstanden halverwege over de kabel. Het hoogste gemeten veld bevond zich op 10 cm van de kabel en is lager dan de actieniveaus. Uit de resultaten blijkt evenwel dat de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus binnen ongeveer 20 cm van deze kabel kunnen worden overschreden.

Tabel 4.2 — Elektrische veldsterkte op verschillende afstanden van de retourkabel als een percentage van de actieniveaus en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus

Afstand tot draad (cm)	Elektrische veldsterkte (Vm^{-1})	Niet-thermische effecten		Thermische effecten	
		Percentage laag actieniveau (%) ¹	Percentage hoog actieniveau (%) ²	Percentage actieniveau (%) ³	Percentage referentieniveaus verstrekt in de aanbeveling van de Raad
10	116	68,2	19,0	19,0	133
20	92,5	54,4	15,2	15,2	106
30	66,8	39,3	11,0	11,0	76,8
50	48,5	28,6	8,0	8,0	55,8
100	11,9	7,0	2,0	2,0	13,7
150	6,55	3,9	1,1	1,1	7,5

¹ Laag actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: $170 Vm^{-1}$

² Hoog actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

³ Hoog actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

⁴ Referentieniveau uit de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) inzake elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 150 kHz tot 1 MHz: $87 Vm^{-1}$

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 0,8$ dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN/RN.

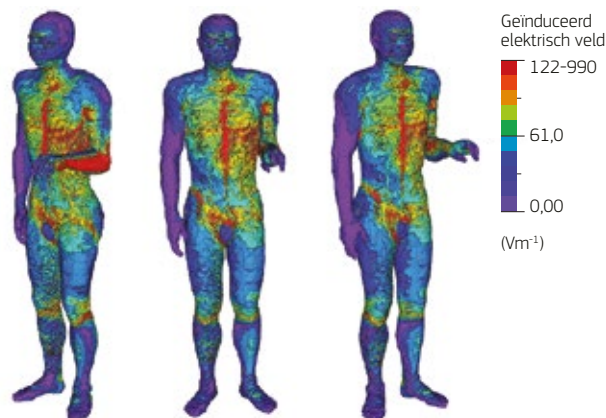
Met het oog op volledigheid gebruikte het team vervolgens zijn modelleringssoftware om de blootstelling van de patiënt te voorspellen en herconfigureerde deze om de blootstelling van de chirurg met betrekking tot GWB te modelleren. Zowel de geïnduceerde elektrische velden als de SAT-waarden werden berekend voor de blootstellingssituatie waar het elektrochirurgische toestel wordt gebruikt en de kabels langs de arm van de chirurg lopen op een scheidingsafstand van 1 cm.

Het geïnduceerde elektrische veld werd in diverse weefsels berekend (tabel 4.3). De hoogste berekende waarde was $628 mVm^{-1}$ in beenderen. Dit is 0,6 % van de GWB voor effecten op de gezondheid. Dit is voor het team de bevestiging dat de GWB voor niet-thermische effecten niet worden overschreden door de chirurg. De verdeling van geïnduceerde elektrische velden in een menselijk model wordt weergegeven in figuur 4.5. Het is natuurlijk mogelijk dat de kabels van de elektrochirurgische eenheid zich minder dan 1 cm van de chirurg bevinden of deze zelfs aanraken. Het team concludeerde evenwel dat de lage waarden van geïnduceerde elektrische velden erop wijzen dat de GWB voor effecten op de gezondheid niet worden overschreden rond de eenheid die wordt onderzocht.

Tabel 4.3 — Geïnduceerd elektrisch veld als een percentage van de GWB voor effecten op de gezondheid

Weefsel	Geïnduceerd elektrisch veld (mVm^{-1}) ¹	% GWB voor effecten op de gezondheid
Beenderen	628	0,60 %
Vet	493	0,47 %
Huid	461	0,44 %
Hersenen	146	0,14 %
Ruggenmerg	275	0,26 %
Netvlies	103	0,10 %

¹ GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: 105 Vm^{-1} (RMS)

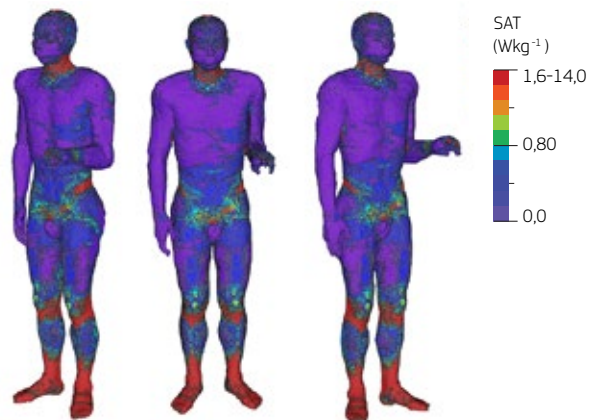
Figuur 4.5 — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model door blootstelling aan de elektrochirurgische kabel van 391 kHz

De SAT-waarden voor het gehele lichaam en de plaatselijke SAT-waarden werden berekend (tabel 4.4) en tonen aan dat de GWB niet worden overschreden op de positie van de chirurg. De verdeling van het SAT in een menselijk model wordt weergegeven in figuur 4.6.

Tabel 4.4 — Hoogste SAT-waarden voor de betrokken blootstellingspositie en vergelijkingen met de GWB

Positie	SAT (Wkg^{-1})	GWB (Wkg^{-1})	% GWB
Gemiddelde SAT gehele lichaam	0,0338	0,4	8,4
Plaatselijke piek 10 g SAT in hoofd en romp	0,780	10	7,8
Plaatselijke piek 10 g SAT in ledematen	1,75	20	8,7

Figuur 4.6 — Verdeling van het specifieke energieabsorptietempo (SAT) in het menselijk model van blootstelling aan het door de elektrochirurgische eenheid opgewekte veld van 391 kHz



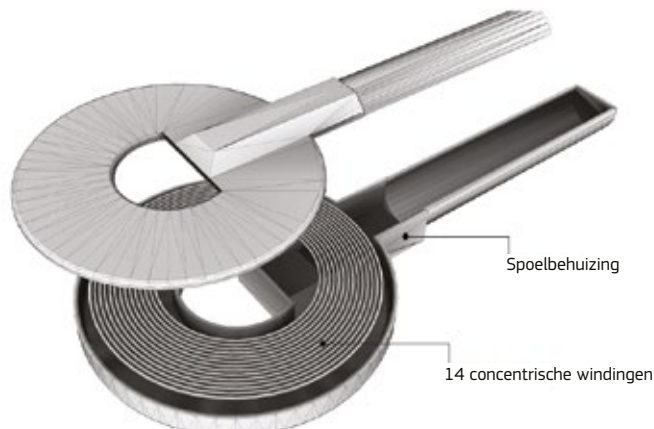
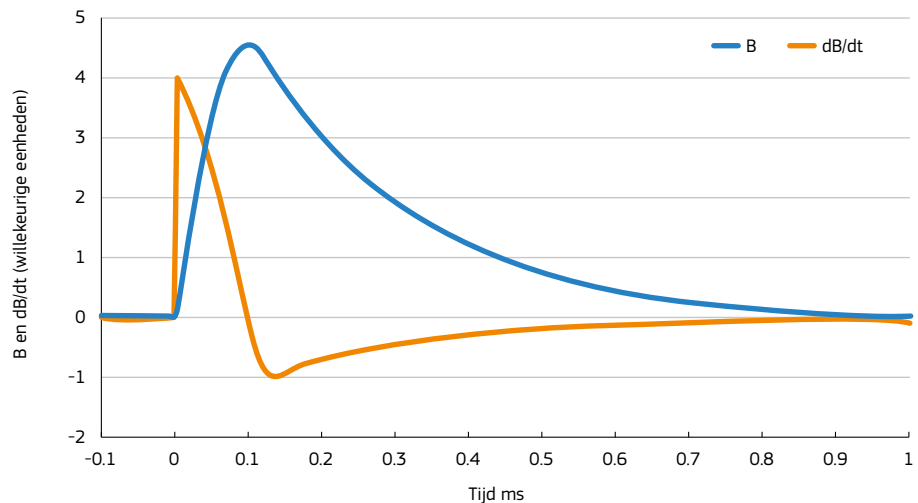
De beoordeling stelde het team gerust dat het onwaarschijnlijk was dat de chirurg of andere ziekenhuismedewerkers zouden worden blootgesteld aan velden die de GWB overschrijden. Zij erkenden evenwel dat de patiënt kan worden blootgesteld aan velden die sterker zijn dan de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus, met name in de buurt van de plaatsing van de retourelektrode. Dit vormt over het algemeen geen probleem omdat de blootstelling een gerechtvaardigd onderdeel van de operatie vormt. Er moet evenwel rekening mee worden gehouden in het geval van patiënten met een actief geïmplantieerd medisch hulpmiddel (AIMD). Een ander geïdentificeerd potentieel risico is de elektromagnetische interferentie met gevoelige medische hulpmiddelen in de operatiekamer. Het team wist dat dit al was voorgekomen wanneer de behandelingssonde dicht bij deze hulpmiddelen werd geplaatst.

4.6.2 TMS-toestel

Het TMS-toestel 200 MAGSTIM heeft twee handsets, één met een circulaire spoel en een andere met twee circulaire spoelen in de vorm van een acht. De output van de generator wordt ingesteld door de klinische medicus als een percentage van de maximale output. Hij kan worden ingesteld om één enkele puls of een reeks van pulsen te geven.

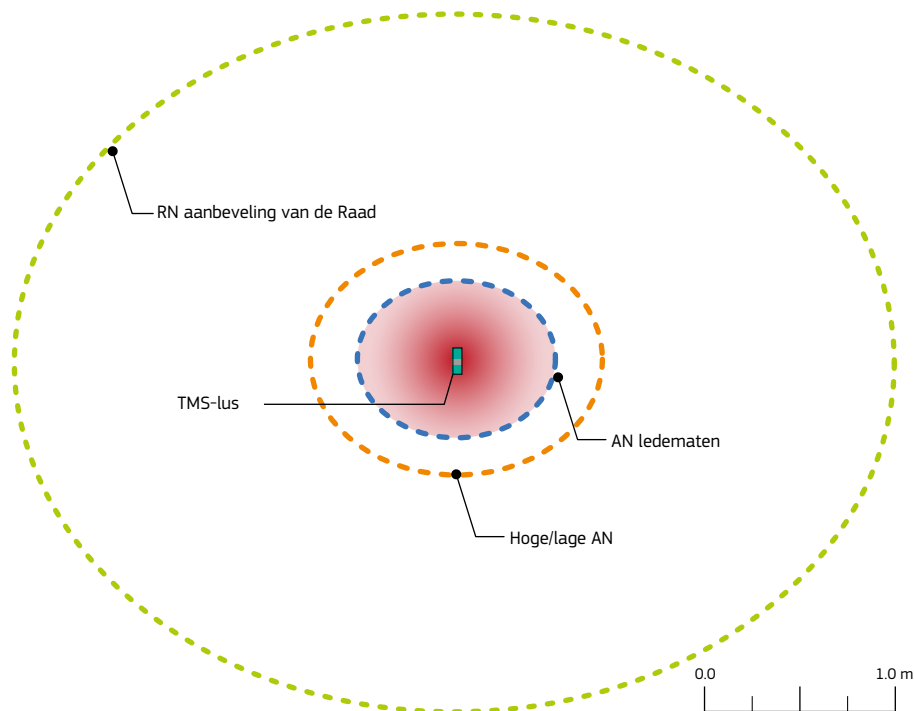
Uit voorafgaande metingen bleek dat de circulaire spoel de hoogste niveaus van magnetische velden gaf. Deze spoel (figuur 4.7) heeft een plastic behuizing en de spoelwikkelingen zijn gemaakt van koper dat is geselecteerd voor zijn lage elektrische weerstand en hoog thermisch geleidingsvermogen. De spoel bestaat uit 14 concentrische wikkelingen, gaande van 70 mm tot 122 mm in diameter.

Het team voerde metingen uit met behulp van de circulaire spoel, met de generator op 100 % van de maximale output en in de modus voor één enkele puls. De producent verstrekte gegevens over de pulsenmerken (figuur 4.8).

Figuur 4.7 — De circulaire TMS-spoel**Figuur 4.8 — Kenmerken van één enkele puls op basis van de gegevens van de producent**

Zoals te verwachten was, werden de hoogste velden rechtstreeks voor en in het midden van de spoel gemeten. Figuur 4.9 bevat de zones waar de actieniveaus (AN) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden. Op de gebruikelijke positie van de hand van de operator (waarbij de handset 11 cm onder het midden van de spoel wordt gehouden) werd de magnetische fluxdichtheid gemeten als 5 600 % het AN voor ledematen.

Figuur 4.9 — Boven-aanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw), de hoge/lage actieniveaus (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/516/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond het TMS-toestel



NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN/RN bij de beoordeling van bovenstaande afstanden.

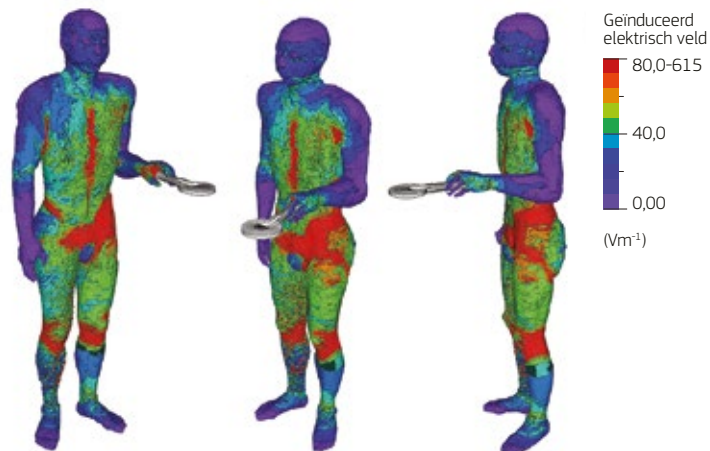
Het team stelde vast dat het zeer waarschijnlijk was dat de blootstelling van de klinische medicus de AN zou overschrijden. Zij voerden opnieuw een computermodellering uit van de potentiële blootstelling van de klinische medicus met betrekking tot GWB. Deze modellering werd uitgevoerd op twee klinische posities. De eerste met de spoel op 30 cm van het lichaam en de tweede met de spoel op 15 cm van de romp. De modellering toonde aan dat de GWB met maximaal 35 700 % konden worden overschreden (tabel 4.5). De verdeling van geïnduceerde elektrische velden in een menselijk model voor beide posities wordt weergegeven (figuren 4.10 en 4.11).

Tabel 4.5 — Met computer gemodelleerde waarden van geïnduceerd elektrisch veld en een vergelijking met de GWB

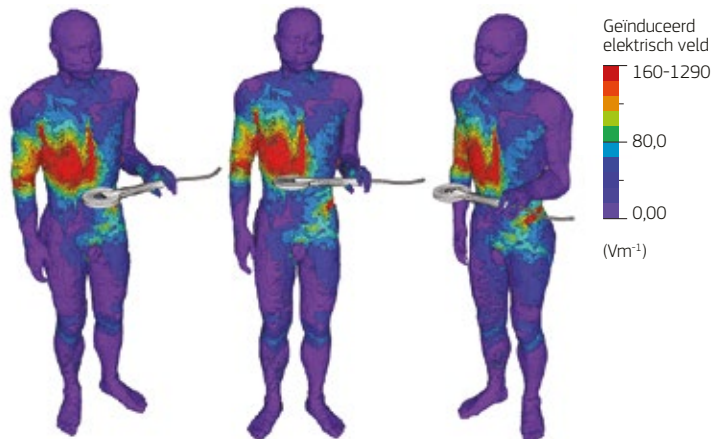
Positie	Geïnduceerd elektrisch veld (Vm^{-1})	% GWB voor effecten op de gezondheid ¹
Spoel op 30 cm van het lichaam	265 (beenderen)	24 100 %
Spoel op 15 cm van de romp	393 (beenderen)	35 700 %

¹ GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 1 Hz tot 3 kHz: $1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (piek)

Figuur 4.10 — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model van blootstelling aan de TMS-spoel met de spoel op 30 cm van het lichaam



Figuur 4.11 — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model van blootstelling aan de TMS-spoel met de spoel op 15 cm van het lichaam



Het team concludeerde dat als de sonde in positie werd gehouden door de medische clinicus, het vrijwel zeker was dat de GWB voor effecten op de gezondheid zouden worden overschreden. Ook interferentie met een AIMD vormt een mogelijk risico. De interferentie met andere ziekenhuistoestellen vormde hier evenwel minder problemen dan bij de elektrochirurgische eenheid omdat de uitrusting doorgaans niet wordt gebruikt in zones met gevoelige medische hulpmiddelen.

4.6.3 Kortegolfdiathermie

Hoewel het team geen beoordeling uitvoerde op een van de kortegolfdiathermie-eenheden in het ziekenhuis, waren zij ervan op de hoogte dat deze mogelijk aanleiding konden geven tot hoge blootstellingen van de fysiotherapeut en eventueel andere medewerkers. Uit beoordelingen die zijn uitgevoerd op vergelijkbare toestellen in andere instellingen bleek dat de AN konden worden overschreden binnen ongeveer 2 m van toestellen voor capacitieve kortegolfdiathermie en 1 m van toestellen voor inductieve kortegolfdiathermie. Het team besloot dat een verdere beoordeling van hun eigen apparatuur vereist was indien deze opnieuw in gebruik zou worden genomen. Hierdoor konden zij advies geven aan de fysiotherapeuten over veilige werkpraktijken (bv. veilige werkafstanden) en bepalen of de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus konden worden overschreden in zones die werknemers met een verhoogd risico kunnen betreden.

4.7 Risicobeoordeling

Het ziekenhuis voerde risicobeoordelingen uit voor de elektrochirurgische eenheid (tabel 4.6) en het TMS-toestel (tabel 4.7) op basis van de door het team medische fysica uitgevoerde metingen die gebeurden in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordelingen bleek dat:

4.7.1 Elektrochirurgische eenheid

- het onwaarschijnlijk is dat het gebruik van deze eenheid ertoe leidt dat de chirurg of andere ziekenhuismedewerkers de GWB overschrijden;
- er een mogelijkheid is op elektromagnetische interferentie met AIMD en andere gevoelige medische hulpmiddelen in de ruimte.

4.7.2 TMS-toestel

- het waarschijnlijk is dat het gebruik van deze eenheid ertoe leidt dat de klinisch medicus en eventueel andere ziekenhuismedewerkers de GWB, mogelijk aanzienlijk, overschrijden;
- er een mogelijkheid is op elektromagnetische interferentie met AIMD;
- er weinig kans is op elektromagnetische interferentie met gevoelige medische hulpmiddelen omdat de uitrusting niet in de buurt van deze hulpmiddelen wordt gebruikt.

Het ziekenhuis stelde een actieplan op op basis van de risicobeoordeling en dit plan werd gedocumenteerd.

Tabel 4.6 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor elektrochirurgische eenheid

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe EMV-effecten:	Uit modellering blijkt dat de GWB niet worden overschreden door werknemers	Chirurg en andere leden van het chirurgische team	✓			✓			Laag	Geen vereist
Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) en andere gevoelige medische hulpmiddelen):	Geen	Chirurg en andere leden van het chirurgische team Patiënt		✓			✓		Laag	Werknemers moeten worden geïnformeerd over het risico op mogelijke interferentie met gevoelige medische instrumenten Werknemers moeten eventuele gevallen van interferentie met medische hulpmiddelen melden aan het team medische fysica Het team medische fysica moet overwegen om chirurgen te adviseren over veilige minimumafstanden van de behandelingssonde en kabels t.o.v. AIMD en andere gevoelige medische hulpmiddelen

Tabel 4.7 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor toestel voor transcraniale magnetische stimulatie (TMS)

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>De GWB voor effecten op de gezondheid kunnen worden overschreden door de medische clinicus die de apparatuur gebruikt</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 235 cm van de sonde</p>	Geen	<p>Medische clinicus</p> <p>Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)</p>	✓				✓	Gemiddeld	<p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de apparatuur te gebruiken of in de ruimte te blijven wanneer de apparatuur wordt gebruikt</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwingsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Indien mogelijk, moet de sonde op een statief worden aangebracht</p>	
<p>Indirecte EMV-effecten (effecten op AIMD):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 235 cm van de elektroden</p>	Geen	Werknemers met een verhoogd risico	✓				✓	Gemiddeld	<p>Aan de werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Het is voor werknemers met AIMD verboden de apparatuur te gebruiken of in de ruimte te blijven wanneer de apparatuur wordt gebruikt</p> <p>Patiënten met AIMD mogen niet worden behandeld met dit toestel</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p>	

4.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Vóór de metingsbeoordeling bestonden er geen specifieke voorzorgsmaatregelen om blootstelling aan EMV te beperken.

4.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

Naar aanleiding van de metingsbeoordeling en na een evaluatie van de gevaren die gepaard gaan met de apparatuur stelde het ziekenhuis een actieplan op en besloot om de volgende bijkomende voorzorgsmaatregelen te treffen:

4.9.1 Elektrochirurgische eenheid

Met betrekking tot de elektrochirurgische eenheid:

- werknemers moeten worden geïnformeerd over het risico op mogelijke interferentie met gevoelige medische hulpmiddelen;
- werknemers moeten eventuele gevallen van interferentie met medische hulpmiddelen melden aan het team medische fysica;
- het team medische fysica moet overwegen om klinische medici te adviseren over veilige minimumafstanden van de behandelingssonde en kabels t.o.v. AIMD en andere gevoelige medische hulpmiddelen.

4.9.2 TMS-toestel

Met betrekking tot het TMS-toestel geldt:

- het is voor zwangere werknemers en werknemers met AIMD verboden de apparatuur te gebruiken of in de ruimte te blijven tijdens behandeling;
- de behandeling mag niet worden gebruikt voor patiënten met AIMD;
- er moeten waarschuwingsmeldingen over sterke magnetische velden, alsook verbodswaarschuwingen voor personen met AIMD worden aangebracht (figuur 4.12);
- indien mogelijk moet de sonde worden aangebracht op een precisie-instrument zodat er meer afstand is tussen de klinische medicus en de sonde tijdens behandeling;
- indien nodig moet het team medische fysica overwegen om een instrument vanaf afstand te ontwerpen zodat de medische clinicus zich tijdens behandeling niet in de buurt van de sonde bevindt.

Figuur 4.12 — Voorbeelden van waarschuwingsmeldingen voor sterke magnetische velden en een weergave van het verbodssymbool voor personen met AIMD



4.9.3 Kortegolfdiathermie

Met betrekking tot kortegolfdiathermie:

- moet het team medische fysica de fysiotherapeuten in het ziekenhuis adviseren hen op de hoogte te brengen alvorens kortegolfdiathermiebehandelingen uit te voeren zodat een EMV-risicobeoordeling kan worden uitgevoerd en gepaste controlemaatregelen kunnen worden getroffen, indien vereist.

5. INGENIEURSWERKPLAATS

5.1 Werkplek

Een ingenieursbedrijf wilde nagaan welk effect de tenuitvoerlegging van de EMV-richtlijn op hun bedrijf zou hebben. Het bedrijf beschikt over diverse elektrische apparatuur in de ingenieurswerkplaats, met inbegrip van:

- eenheid voor inspectie van magnetische deeltjes;
- demagnetisator;
- vlakslijpmachine;
- guillotineschaar voor bladmetaal;
- lintzaag;
- mechanische ijzerzaag;
- verstekzaag;
- freesbank (motor);
- kolomboor;
- hittedraad-bandverwarmer;
- draaibanken;
- handboor;
- slijpwiël.

5.2 Aard van het werk

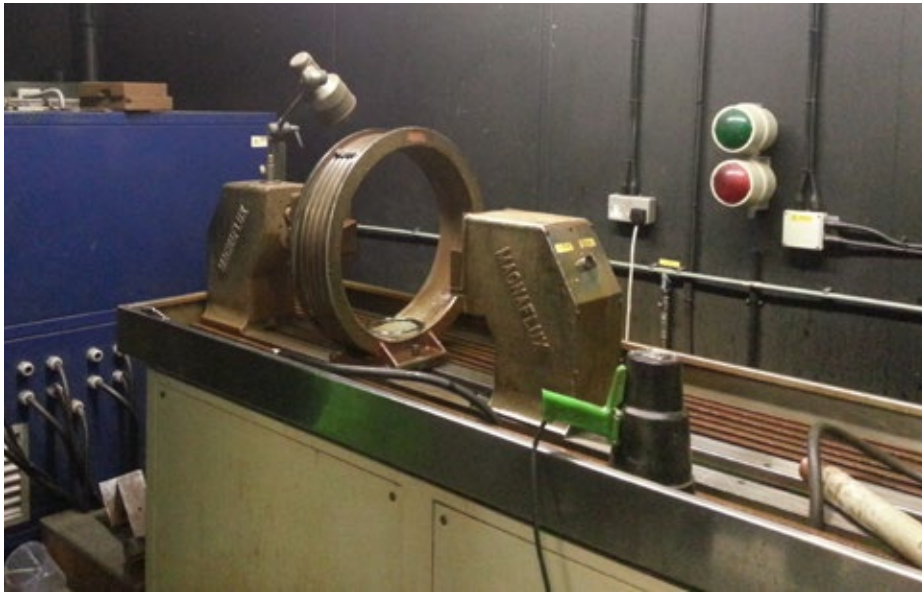
Het bedrijf was ervan op de hoogte dat een aantal van zijn apparaten bronnen van magnetische velden zijn, zoals de eenheid voor inspectie van magnetische deeltjes voor niet-destructieve tests en de demagnetisator die wordt gebruikt om componenten te demagnetiseren. Het bedrijf wou echter ook weten of ander gebruikt gereedschap aanzienlijke niveaus van elektromagnetische velden uitzendt.

5.3 Hoe de toepassingen worden gebruikt

5.3.1 Magnetische-deeltjesinspectie

De magnetische-deeltjesinspectie („magnetic particle inspection”, MPI) (figuur 5.1) wordt gebruikt bij niet-destructieve tests van metalen componenten. Tijdens MPI wordt stroom aangebracht op een ferromagnetisch werkstuk om dit te magnetiseren. Defecten aan het oppervlak van het werkstuk leiden tot verstoring van het magnetische veld dat door de stroom wordt opgewekt. Door het aanbrengen van ferromagnetische verf op het oppervlak van het werkstuk kunnen defecten worden vastgesteld onder een geschikte lichtbron. De werknemer die de inspectie van het werkstuk uitvoert, werkt doorgaans in dichte nabijheid van de apparatuur.

Figuur 5.1 — Eenheid voor magnetische-deeltjesinspectie



5.3.2 Demagnetisator

Het bedrijf maakt gebruik van een demagnetisator (figuur 5.2) die wordt gebruikt om metalen componenten te demagnetiseren na het MPI-proces. De componenten worden met de hand op een trolley- en railsysteem geplaatst dat door de kern van de demagnetisatiespoel loopt. De operator duwt de component met de hand op de trolley door de demagnetisator. De component wordt vervolgens aan de andere kant van de demagnetisator van de trolley gehaald.

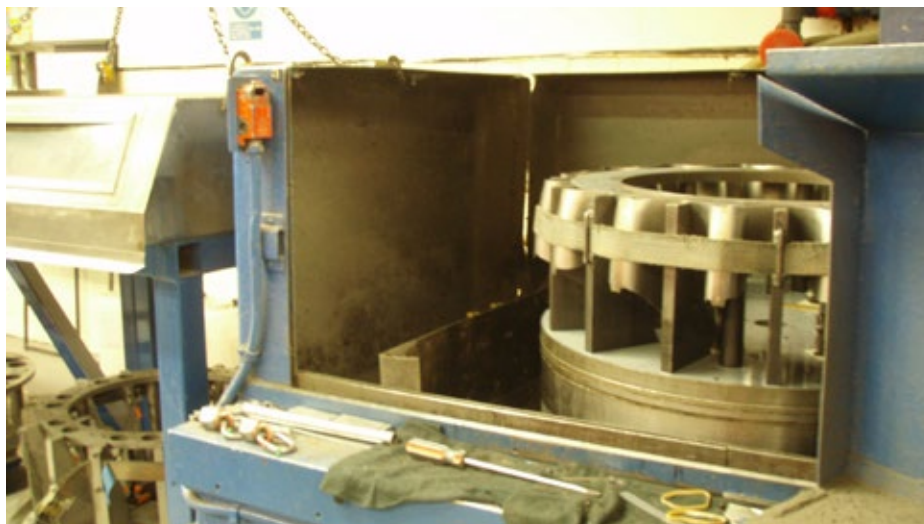
Figuur 5.2 — Demagnetisator met glijdende trolley



5.3.3 Vlaklijpmachine

De vlaklijpmachine (figuur 5.3) bevat een rotatietafel met een magnetische klem met statisch veld waarop de te slijpen componenten worden bevestigd. De operator kan de magnetische klem activeren als de panelen van de slijper open zijn.

Figuur 5.3 — Vlaklijpmachine



5.3.4 Ander in de werkplaats gebruikt gereedschap

Ander in de werkplaats gebruikt gereedschap (zie lijst hieronder) wordt regelmatig gebruikt door tal van werknemers:

- guillotineschaar voor bladmetaal;
- lintzaag;
- mechanische ijzerzaag;
- verstekzaag;
- freesbank (motor);
- kolomboor;
- hittedraad-bandverwarmer;
- draaibanken;
- handboor;
- slijpwiel.

5.4 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

Het bedrijf wist dat er EMV-gevaren gepaard konden gaan met de MPI-eenheid en de demagnetisator omdat de informatie van de producent vermeldt dat de apparatuur pacemakers kan beïnvloeden. Dit gevaar werd evenwel niet verder toegelicht. Het bedrijf vond geen EMV-veiligheidsinformatie over het andere gereedschap in de werkplaats en raadpleegde daarom de lijst van apparatuur in tabel 3.2 in hoofdstuk 3 van deel 1 van de gids. Op basis hiervan concludeerde het bedrijf dat het voor het merendeel van elektrisch handgereedschap en kleinere elektrische apparatuur onwaarschijnlijk was dat zij een probleem vormden met betrekking tot de blootstelling aan EMV.

5.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Door het gebrek aan beschikbare informatie over het EMV-gevaar dat gepaard gaat met de MPI en demagnetisator besloot het bedrijf een deskundige adviseur aan te stellen om een gedetailleerde beoordeling uit te voeren. Het bedrijf wilde graag de omvang van de gevaren weten en bepalen of er gevaren gepaard gaan met deze apparatuur.

De adviseur voerde metingen uit van de tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid rond de apparatuur met behulp van een instrument met een ingebouwde elektronische filter dat een in percentage uitgedrukt resultaat geeft dat is afgeleid met behulp van de gewogen-piekwaardebenadering in het tijdsdomein. Hierdoor is een rechtstreekse vergelijking met de actieniveaus (AN) mogelijk. Voor statische magnetische velden maakte de adviseur gebruik van een Hall-magnetometer met drie assen dat metingen uitdrukte in magnetische veldsterkte.

5.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

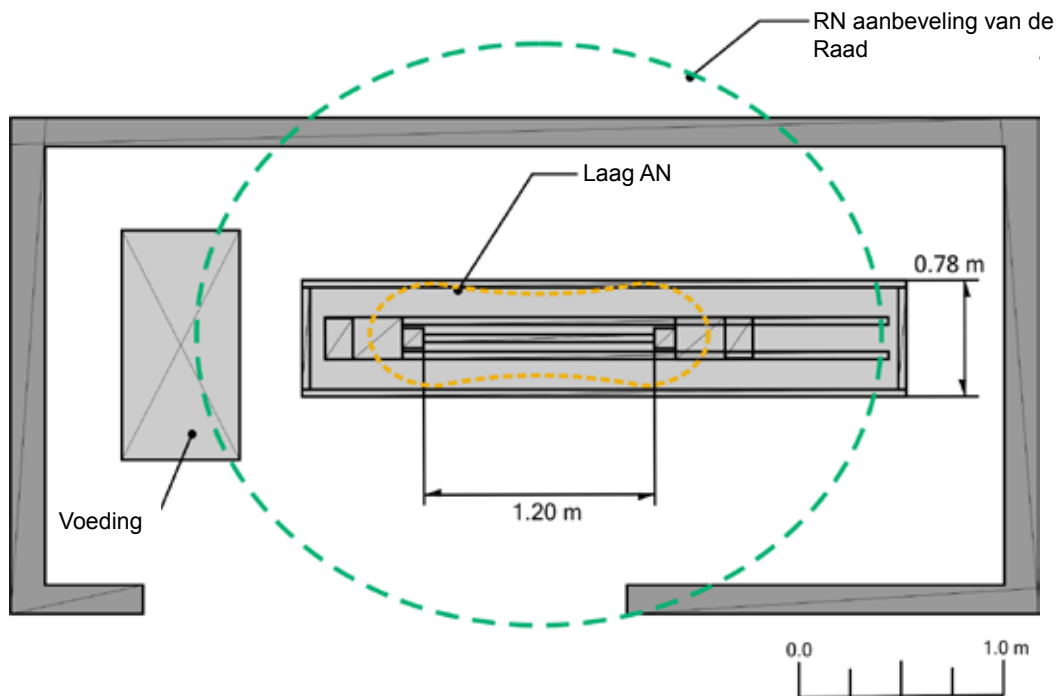
5.6.1 Magnetische-deeltjesinspectie

De MPI-eenheid werkt doorgaans tussen 1 en 4 kA. De metingen van de magnetische fluxdichtheid zijn uitgevoerd terwijl de apparatuur werkte bij de maximale instelling van 10 kA. De apparatuur was opgesteld in de modus radiale magnetisatie waarbij de stroom rechtstreeks op het werkstuk werd aangebracht. Er werd vastgesteld dat de operator zich tijdens inspectie op 60 cm van het werkstuk bevond en dus werden metingen op deze positie uitgevoerd. Het lage actieniveau werd niet overschreden op deze positie.

Er werden ook metingen uitgevoerd op diverse andere posities rond de apparatuur en de resultaten werden vergeleken met zowel de AN als de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Deze niveaus kunnen worden gebruikt als een algemene indicator voor de blootstelling van werknemers met een verhoogd risico (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

De zones waar overschrijding van de AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus mogelijk is, zijn weergegeven (figuur 5.4). De lage AN-omtrek is volledig opgenomen in de bodem van de machine, terwijl de omtrek met betrekking tot de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus gaat tot ongeveer 1,5 m van het werkstuk en maximaal 0,4 m in de zones die grenzen aan de MPI-cabine.

Figuur 5.4 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het lage actieniveau (geel) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden



5.6.2 Demagnetisator

De contractant voerde metingen uit van magnetische velden rond de demagnetisator, zoals weergegeven in tabel 5.1. Er werd vastgesteld dat de magnetische fluxdichtheid zich onder het lage AN bevond op 40 cm van het middelpunt van de kern van de magneet en net boven de hoge AN, gelijk met de vlakke zijde van de magneet. De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus werden overschreden binnen 1 m van de kern van de magneet.

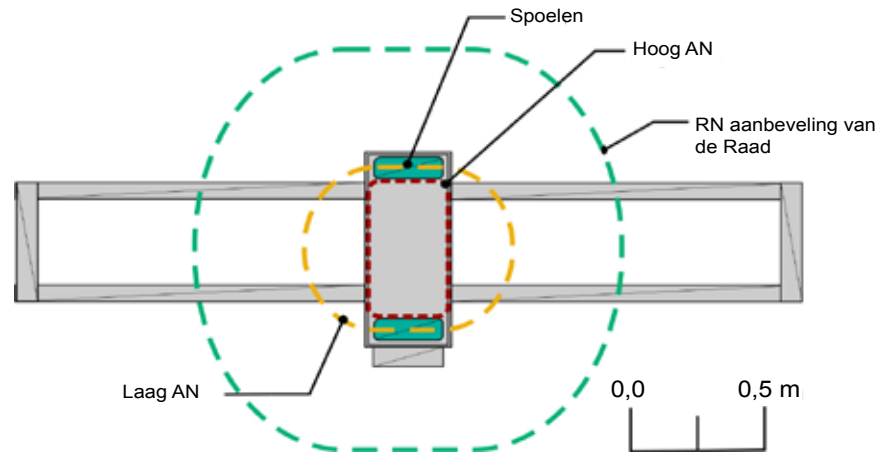
De zones waar de AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden, worden weergegeven in figuur 5.5.

Tabel 5.1 — Magnetische fluxdichtheden gemeten rond de demagnetisator, uitgedrukt als een percentage van de actieniveaus in de EMV-richtlijn

Meetpositie	Gemeten grootheid			Blootstelling in de context van EMV-richtlijn				
	Frequentie (Hz)	Magnetische fluxdichtheid (μT)	Laag actieniveau (μT)	Blootstelling (%)	Hoog actieniveau (μT)	Blootstelling (%)	Actieniveau ledematen (μT)	Blootstelling (%)
Operatorkant van trolleyrail:								
• Dicht bij RHS van controlepaneel								
	50	590	1 000	59 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• Rand van rail langs magneet								
	50	1 400	1 000	140 %	6 000	23 %	18 000	7,8 %
• 40 cm van het middelpunt van kern van magneet								
	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
1 m van het middelpunt van kern van magneet (aan kant van demag. eenheid):								
	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
Uiterste kant van trolleyrail (niet de kant van het controlepaneel):								
	50	3 200	1 000	320 %	6 000	53 %	18 000	18 %
• 25 cm van het middelpunt van kern van magneet								
	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• 40 cm van het middelpunt van kern van magneet								
	50	250	1 000	25 %	6 000	4,2 %	18 000	1,4 %
Boven trolleyrail op as van magneetkern:								
• Gelijk met vlakke zijde van magneet (open einde)								
	50	6 700	1 000	670 %	6 000	110 %	18 000	37 %
• Gelijk met vlakke zijde van magneet (gesloten einde)								
	50	6 700	1 000	600 %	6 000	100 %	18 000	33 %

NB: Metingen werden uitgevoerd met het instrument in de modus veldsterkte. Dit betekent dat de golfvorm steeds was gedomineerd door de fundamentele frequentie van 50 Hz. De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN.

Figuur 5.5 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het hoge actieniveau (rood), lage actieniveau (geel) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond de demagnetisator



5.6.3 Vlakslijpmachine

Er zijn metingen uitgevoerd rond de slijpmachine die een magnetische houder bevat om het werkstuk op zijn plaats te houden.

Uit metingen rond de eenheid bleek dat de grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor blootstelling aan statische magnetische velden op geen enkele positie werden overschreden. De AN voor blootstelling aan actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen kon evenwel worden overschreden in dichte nabijheid van de magnetische houder (tabel 5.2).

Tabel 5.2 — Afstand waarop de magnetische fluxdichtheid daalt naar het actieniveau voor blootstelling aan actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (0,5 mT)

Apparatuur	Afstand van zijrand van tafel	Afstand van bovenkant van tafel
Lumsden-slijpmachine	15 cm	15 cm

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 5\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN bij de beoordeling van bovenstaande afstanden.

5.6.4 Ander in de werkplaats gebruikt gereedschap

Metingen van de magnetische fluxdichtheid zijn uitgevoerd rond ander elektrisch gereedschap in de werkplaats en rond dit gereedschap werden de AN nergens overschreden.

Voor het in tabel 5.3 vermelde gereedschap was de magnetische fluxdichtheid op geen enkele positie groter dan de AN of de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Voor het in tabel 5.4 vermelde gereedschap was de magnetische fluxdichtheid op sommige posities in de buurt van de apparatuur groter dan de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus.

Tabel 5.3 — Gereedschap zonder EMV-gevaar

Apparatuur	Percentage referentieniveaus verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG)
Guillotineschaar voor bladmetaal	33 %
Lintzaag	< 1 %
Mechanische ijzerzaag	< 1 %
Freesbank	50 %
Kolomboor	20 %
Hittedraad-bandverwarmer	20 %
Slijpwiel	20 %
Draaibanken	< 2 %

Tabel 5.4 — Gereedschap waarrond de magnetische fluxdichtheid de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus overschreed

Apparatuur	Opmerkingen
Verstekzaag	280 % aan het oppervlak van de apparatuur 100 % op 15 cm van motor 20 % op de positie van operator
Slijp/polijstmachine	350 % aan het oppervlak van de apparatuur 100 % op 10 cm van de apparatuur
Handboor	700 % aan het oppervlak van de apparatuur 300 % op de gebruikelijke lichaamspositie (7 cm van achterkant van de boor) 100 % op 15 cm van achterkant van de boor

5.7 Risicobeoordeling

Het bedrijf voerde EMV-specifieke risicobeoordelingen voor zijn apparatuur uit op basis van de door de adviseur uitgevoerde meetbeoordelingen (tabellen 5.5 t.e.m. 5.9). Dit gebeurde in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordelingen bleek dat:

- MPI-eenheid — de AN niet worden overschreden op de gebruikelijke positie van de operator; werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden binnen ongeveer 1,5 m van het werkstuk;
- demagnetisator — werknemers het lage AN kunnen overschrijden door dicht bij de magneet te staan; werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden binnen ongeveer 1 m van de magneet;
- vlakslijpmachine — werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden binnen ongeveer 15 cm van de magnetische houder; het werd evenwel als onwaarschijnlijk beschouwd dat een werknemer zich zo dicht bij de magneet zou bevinden;
- handboor — werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden als zij dit gereedschap gebruiken;

- ander gereedschap — velden die de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus overschreden, zijn gemeten rond sommige instrumenten. De velden waren evenwel erg plaatselijk en daarom was de conclusie dat het gevaar voor werknemers met een verhoogd risico laag was.

Het bedrijf stelde een actieplan op op basis van de risicobeoordeling en documenteerde dit plan.

Tabel 5.5 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor eenheid voor inspectie van magnetische deeltjes (MPI)

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>Het lage actieniveau kan worden overschreden binnen het machinebed</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1,5 m van het werkstuk</p>	<p>De gebruikelijke positie van de operator is 60 cm van het werkstuk. Dit betekent dat het lage actieniveau niet wordt overschreden op de positie van de operator</p> <p>De apparatuur wordt gebruikt in een cabine</p>	<p>Operatoren</p> <p>Andere werknemers</p> <p>Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)</p>	✓				✓		<p>Laag</p>	<p>Er moet informatie en opleiding worden gegeven aan operatoren en andere werknemers</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwingmeldingen worden aangebracht</p> <p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de apparatuur te gebruiken of de cabine te betreden terwijl de apparatuur wordt gebruikt</p> <p>Aan de ingang van de cabine moeten gepaste waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p>
<p>Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1,5 m van het werkstuk</p>	<p>Er moet worden voorkomen dat deze apparatuur wordt gebruikt door werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen</p>	<p>Werknemers met een verhoogd risico</p>	✓				✓		<p>Laag</p>	<p>Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke</p> <p>Aan de ingang van de cabine moeten gepaste waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p>

Tabel 5.6 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor demagnetisator

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>Het lage actieniveau kan worden overschreden tot maximaal 40 cm van de magneet</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1 m van de magneet</p>	Geen	Operatoren	✓				✓	Laag	<p>Tenzij het gebruik van de apparatuur hierdoor wordt verhinderd, moet er bescherming worden geïnstalleerd om te voorkomen dat werknemers het lage actieniveau overschrijden en moeten een aantal van de terugkerende demagnetiseringsactiviteiten worden geautomatiseerd</p> <p>Er moet informatie en opleiding worden gegeven aan operatoren en andere werknemers.</p> <p>Er moeten waarschuwingmeldingen worden aangebracht.</p> <p>De zone waarin de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus worden overschreden, moet worden afgebakend</p> <p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de afgebakende zone te betreden</p> <p>Aan de ingang van de afgebakende zone moeten gepaste waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p>	
<p>Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1 m van de magneet</p>	Er moet worden voorkomen dat deze apparatuur wordt gebruikt door werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen.	Werknemers met een verhoogd risico	✓				✓	Laag	<p>Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke</p> <p>Aan de ingang van de afgebakende zone moeten gepaste waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p>	

Tabel 5.7 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor slijpmachine

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van statisch magnetisch veld	Geen. De GWB worden op geen enkele positie overschreden.	Operatoren	✓			✓			Laag	Geen vereist
Indirecte effecten van statisch magnetisch veld (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen): Het actieniveau voor blootstelling aan actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen kan worden overschreden tot maximaal 15 cm van de magnetische houders	Geen	Werknemers met een verhoogd risico		✓		✓			Laag. Het is onwaarschijnlijk dat een werknemer zich zo dicht bij de magnetische houders zou bevinden	Aan alle operatoren van apparatuur moet informatie over dit gevaar worden verstrekt Het is voor personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen verboden met de machine te werken wanneer de panelen zijn geopend Op de apparatuur moeten gepaste waarschuwingen en verbodsmeldingen worden aangebracht

Tabel 5.8 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor handboor

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe EMV-effecten: De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 15 cm van de achterkant van de boor	Geen	Operatoren Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)	✓				✓		Laag	Het is voor zwangere vrouwen verboden de handboor te gebruiken Aan de werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt
Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen): De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 15 cm van de achterkant van de boor	Geen	Werknemers met een verhoogd risico		✓			✓		Laag	Het is voor personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen verboden deze apparatuur te gebruiken Aan werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt

Tabel 5.9 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor ander elektrisch gereedschap

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe EMV-effecten: De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden in zeer plaatselijke regio's dicht bij de apparatuur	Geen	Operatoren Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)	✓			✓			Laag. Het is uiterst onwaarschijnlijk dat een werknemer zich zo dicht bij de apparatuur zou bevinden	Geen vereist
Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen): De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden in zeer plaatselijke regio's dicht bij de apparatuur	Geen	Werknemers met een verhoogd risico		✓		✓			Laag. Het is uiterst onwaarschijnlijk dat een werknemer zich zo dicht bij de apparatuur zou bevinden	Geen vereist

5.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Vóór de meetbeoordeling door de adviseur waren er slechts een paar voorzorgsmaatregelen. Deze waren beperkt tot:

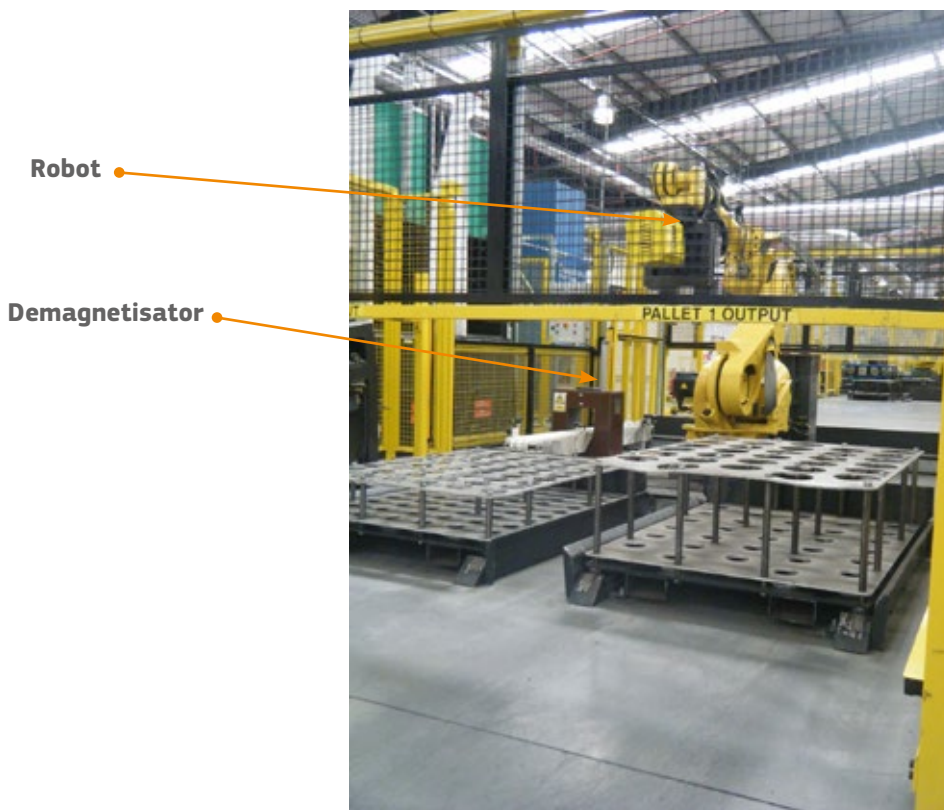
- het verbod voor werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen om de MPI of de demagnetisator te gebruiken.

5.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

Naar aanleiding van de meetbeoordeling en na een evaluatie van de gevaren die gepaard gaan met de apparatuur stelde het bedrijf een actieplan op en besloot om:

- te zorgen voor vier relatief kleine niet-metalen (perspex) schermen aan elke kant van de magneetkern op de demagnetisator. Deze worden naar binnen gedraaid zodat zij geen hinder veroorzaken, waarbij alle punten zich op ongeveer 40 cm van de opening van de magneetkern bevinden;
- een aantal van de terugkerende demagnetiseringsactiviteiten te automatiseren met behulp van robothanteringsmechanismen en transportbanden (figuur 5.6). Dit had bijkomende voordelen voor manuele hanteringsactiviteiten in overeenstemming met de vereisten van Europese Richtlijn 90/269/EEG;
- gepaste waarschuwings- en verbodsmeldingen aan te brengen op de apparatuur en aan de ingang naar zones waar de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden. Voorbeeld van waarschuwingsmeldingen (figuur 5.7);
- een bewustmakingsopleiding te geven aan operatoren en ervoor te zorgen dat zij op de hoogte zijn van de resultaten van de risicobeoordeling en de passende beschermings- en voorzorgsmaatregelen;
- passende procedures te ontwikkelen om te waarborgen dat alle werknemers, met inbegrip van bezoekers en contractanten, op de hoogte zijn van mogelijke hinder voor werknemers met een verhoogd risico (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

Figuur 5.6 — Geautomatiseerde demagnetisator met transportband in een robothanteringsruimte



Figuur 5.7 Voorbeeld van waarschuwings- en verbodsmeldingen

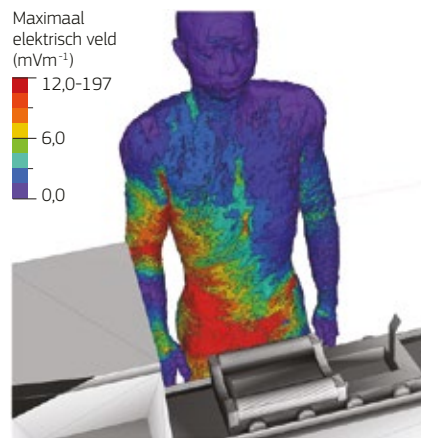


5.10 Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie

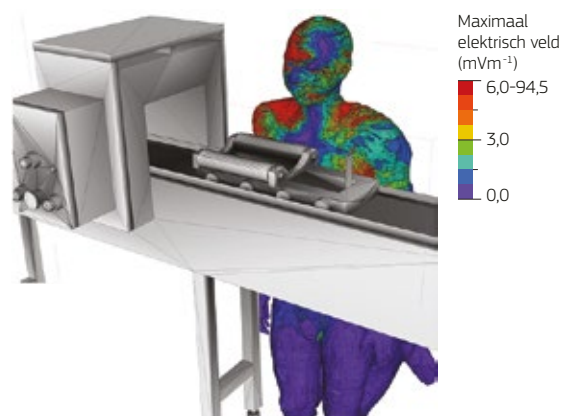
Uit computermodellering op basis van de meetresultaten rond de demagnetisator blijkt dat, ondanks het feit dat de AN waren overschreden, de geïnduceerde elektrische velden in overeenstemming waren met de GWB. Voor de drie onderstaande blootstellingssituaties varieerden de geïnduceerde elektrische velden tussen 5 % en 54 % van de lage GWB:

- staan in positie 1, 25 cm van de kern van de magneet (figuur 5.8a);
- knielen in positie 1, 25 cm van de kern van de magneet (figuur 5.8b);
- gebogen in positie 2, gelijk met de kern van de magneet (figuur 5.8c).

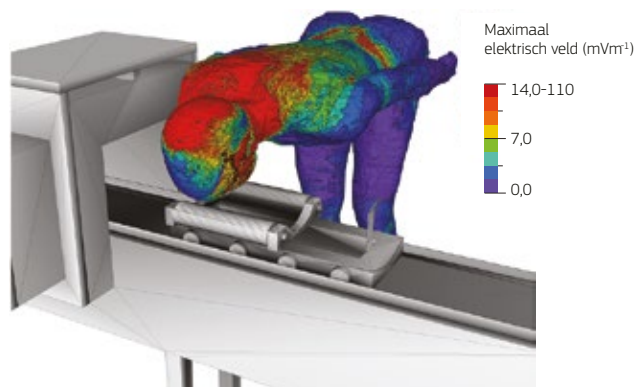
Figuur 5.8a — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model van blootstelling aan de demagnetisator indien wordt gestaan in positie 1, 25 cm van de kern van de magneet



Figuur 5.8b — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model van blootstelling aan de demagnetisator indien wordt geknield in positie 1, 25 cm van de kern van de magneet



Figuur 5.8c — Verdeling van het geïnduceerde elektrische veld in het menselijk model van blootstelling aan de demagnetisator indien wordt gebogen in positie 2, gelijk met de kern van de magneet



6. APPARATUUR AUTOMOBIELSECTOR

6.1 Werkplek

Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op draagbare puntlasmachines en inductieverhittings-systemen die worden gebruikt in een carrosseriebedrijf. Het gebruik van puntlasmachines door een vooraanstaande internationale voertuigproducent komt tevens kort aan bod in sectie 6.11, ook al betreft het hier geen kleine of middelgrote onderneming.

6.2 Aard van het werk

Draagbare puntlasmachines (figuur 6.1) en inductieverhittingssystemen (figuur 6.3) kunnen een gevaar vormen door sterke tijdsafhankelijke magnetische velden die worden geproduceerd door de grote elektrische stromen die zij gebruiken om metaal te lassen of te verhitten. Dit praktijkvoorbeeld gaat over twee puntlasmachines en drie inductieverhittingssystemen die doorgaans worden gebruikt in carrosseriebedrijven.

Figuur 6.1 — Een draagbare puntlasmachine die wordt gebruikt om een nieuw paneel te bevestigen



6.3 Hoe de toepassingen worden gebruikt

Het merendeel van de moderne voertuigen wordt geproduceerd door panelen aan elkaar te lassen om één enkel chassis te vormen waarop vervolgens de voornaamste onderdelen worden bevestigd. De lasnaden worden meestal gemaakt door puntlasmachines. Draagbare puntlasmachines bestaan uit een laspistool dat in

verbinding staat met een controle-eenheid die de elektrische en koelsystemen bevat. Het pistool maakt gebruik van twee elektroden uit koperlegering om de puntlasnaad te produceren. De omvang van de elektroden verschilt naargelang de locatie van het te lassen punt op het chassis. Een voorbeeld van de beoordeling van één van de lasmachines van het carrosseriebedrijf wordt weergegeven in figuur 6.2.

Figuur 6.2 — Een typische draagbare puntlasmachine van een carrosseriebedrijf. Het is een mobiel systeem met een controle-eenheid op wieltjes. De elektriciteits- en koeltoevoerkabels verlaten de voorkant van de eenheid en gaan naar de achterkant van het laspistool dat zich bevindt in de houder links van het controlepaneel



Tijdens het onderhoud of de reparatie van voertuigen moeten werknemers meestal door corrosie de metalen onderdelen vaak verhitten zodat deze kunnen worden verwijderd. Inductieverhittingssystemen bestaan uit een elektromagnetische spoel waardoor een wisselstroom met lage frequentie gaat. Het rond de spoel gecreëerde magnetische veld wekt elektrische stroom (wervelstroom) op binnen het doelvoorwerp. Door weerstand tegen deze stroom wordt het voorwerp verhit. Een voorbeeld van de beoordeling van één van de verhittingssystemen wordt weergegeven in figuur 6.3.

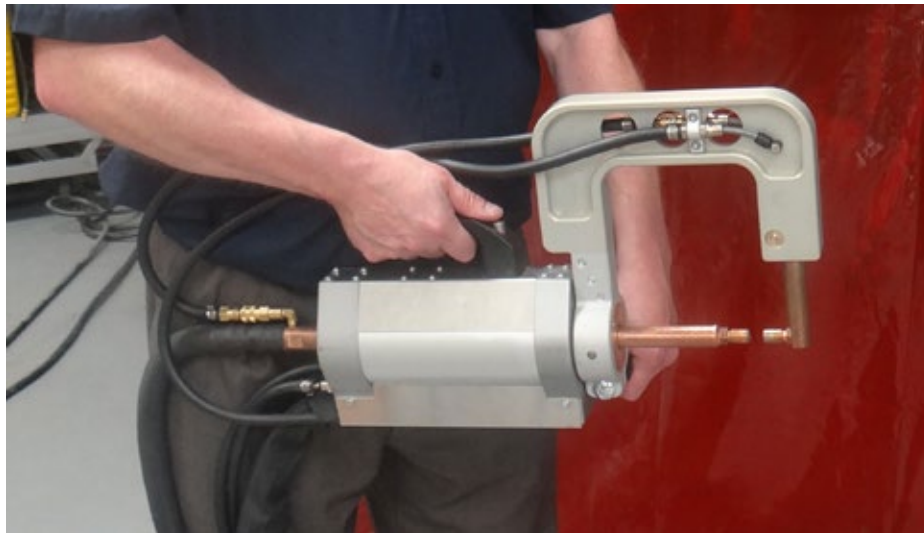
Figuur 6.3 — Een draagbaar inductieverhittingssysteem van 1 kW wordt gebruikt om een vastgelopen bout te verhitten



6.4 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

Van de twee beoordeelde lasmachines van het carrosseriebedrijf maakte er één gebruik van een „C-type“-pistool dat kan worden uitgerust met armen van 160 mm of 550 mm en de andere van een „X-type“-pistool met elektroden van 160 mm of 550 mm. De verschillende pistooltypes worden weergegeven in figuren 6.4 en 6.5. Beide lasmachines maakten gebruik van stromen tussen 7 500 en 12 000 A en werkten op een frequentie van 2 kHz. Terwijl het „C-type“-pistool een transformator op afstand gebruikte om de lasstroom te verstrekken, gebruikte het „X-type“-pistool een geïntegreerde verkleinde transformator. Dit betekent dat in deze lasmachine de 50/60 Hz-netvoeding langs de kabel tussen de controle-eenheid en het pistool loopt i.p.v. de veel grotere lasstroom. Het belang hiervan wordt verder in dit praktijkvoorbeeld besproken.

Figuur 6.4 — Het „C-type”-laspistool van het carrosseriebedrijf met de arm van 160 mm. Het voornaamste deel van het pistool (onder de hand van de werknemer) bevat de piston die de ene elektrode op de andere dwingt. De lasstroom is afkomstig van de controle-eenheid via de kabels aan de linkerkant van de afbeelding



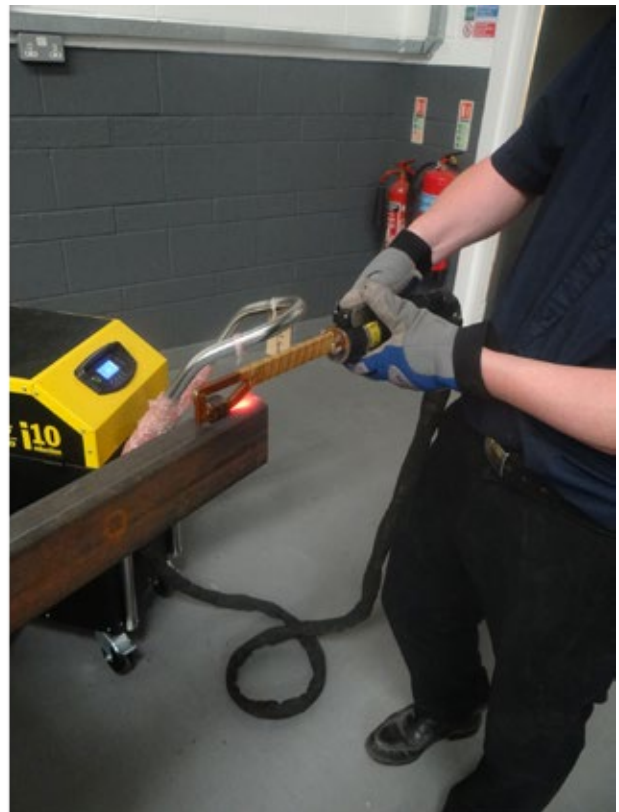
Figuur 6.5 — Het „X-type”-laspistool van het carrosseriebedrijf met de elektroden van 550 mm. De twee elektroden worden samengebracht via een tangbeweging door een piston in het voornaamste deel van het pistool (tussen de handen van de werknemers) dat tevens de transformator bevat die de lasstroom verstrekt



De drie beoordeelde inductieverhittingssystemen van het carrosseriebedrijf hadden verschillende vermogens: 1, 4 en 10 kW. Het verhittingssysteem van 1 kW werkte bij 15 kHz en de verhittingssystemen van 4 en 10 kW werkten tussen 17 en 40 kHz. De door de verhittingssystemen van 4 en 10 kW gebruikte frequentie varieert omdat zij in staat zijn om de frequentie van de toegepaste stroom automatisch af te stellen om te zorgen voor maximale koppeling met het voorwerp dat wordt verhit.

Het verhittingssysteem van 1 kW bestond uit één enkele draagbare eenheid waarbij de transformator en het verhittingselement in één eenheid worden gecombineerd en beschikte niet over een actieve koeling (figuur 6.3). De verhittingssystemen van 4 en 10 kW bestonden uit een afzonderlijke stroomeenheid en draagbaar verhittingselement en beschikte over actieve koelsystemen (figuur 6.6).

Figuur 6.6 — De inductieverhittingssystemen van 4 kW (links) en 10 kW (rechts) worden gebruikt om metalen onderdelen te verhitten in het carrosseriebedrijf. In deze gevallen bevindt de transformator zich in een afzonderlijke voedingseenheid (links op afbeeldingen) waarbij de elektriciteits- en koeltoevoerkebls de voedingseenheid verbinden met het verhittingselement (dat telkens wordt vastgehouden door de werknemer). Deze staan in contrast met het veel eenvoudigere inductieverhittingssysteem van 1 kW dat wordt weergegeven in figuur 6.3



6.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Een vertegenwoordigingsorgaan van de automobielsector maakte zich zorgen over de effecten van de EMV-richtlijn op zijn leden, waaronder leveranciers van elektrische las- en verhittingsapparatuur. Zij waren van mening dat de gebruikelijke laspuntmachines en inductieverhittingssystemen van een carrosseriebedrijf bij werknemers konden leiden tot blootstellingen die de in artikel 3, lid 2, van de EMV-richtlijn vermelde relevante actieniveaus overschreden. De reden hiervoor is dat zowel puntlasmachines als

inductieverhittingssystemen gebruikmaken van hoge stroomsterkten en dat werknemers deze tijdens gebruik vaak dicht bij hun lichaam houden, zoals weergegeven in figuren 6.1, 6.4, 6.5 en 6.6.

Het orgaan deed daarom een beroep op de diensten van een deskundige contractant die was betrokken bij een Europees project om richtsnoeren op te stellen over beroepsgelateerde blootstellingen aan elektromagnetische velden. Er werd met de deskundige adviseur afgesproken om een beoordeling uit te voeren van een aantal apparaten uit het carrosseriebedrijf tijdens een opleiding voor de automobielsector.

De contractant voerde metingen uit van de hiervoor beschreven tijdsafhankelijke magnetische fluxdichtheid rond de lasmachines en verhittingssystemen met behulp van een isotrope sonde (met drie assen) (figuur 6.7). Het instrument beschikte over een ingebouwde elektronische filter die een in percentage uitgedrukt resultaat geeft dat is afgeleid met behulp van de gewogen-piekwaardebenadering in het tijdsdomein. Hierdoor is een rechtstreekse vergelijking met de actieniveaus (AN) uit de EMV-richtlijn mogelijk. Het instrument beschikte tevens over een ingebouwde spectrumanalysator waardoor de harmonische inhoud van de golfvorm kon worden geanalyseerd.

Figuur 6.7 — Metingen rond de puntlasmachine van het carrosseriebedrijf, uitgerust met een „C-type”-pistool en de arm van 160 mm geïnstalleerd. De puntlasmachine met „X-type”-pistool bevindt zich op de achtergrond



6.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordelingen

De door de contractant verkregen meetresultaten worden weergegeven in onderstaande figuren en tabel. De metingen zijn in alle gevallen afgenomen terwijl de lasmachine of het verhittingssysteem werd gebruikt op een manier die typerend was voor het werk dat in een carrosseriebedrijf wordt uitgevoerd. Er zijn metingen uitgevoerd om de omvang te bepalen van de zone rond elk laspistool en inductieverhittingssysteem waar:

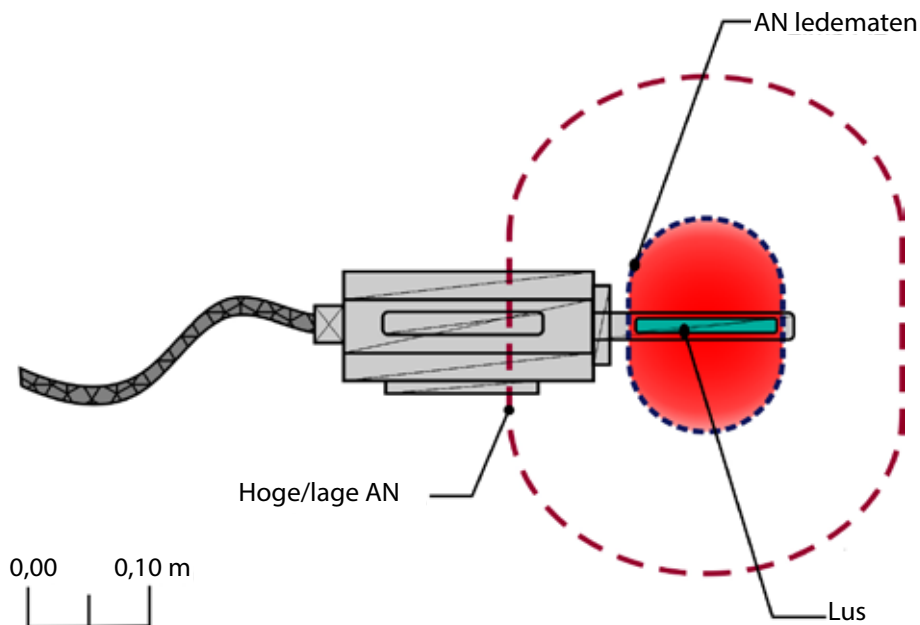
- de AN in de EMV-richtlijn worden overschreden;
- er mogelijk een veiligheidsrisico is voor werknemers met een verhoogd risico. De beoordeling gebeurt in de context van de referentieniveaus die worden verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

De puntlasmachines en inductieverhittingssystemen werkten tussen 2 en 36 kHz. In dit frequentiebereik zijn de hoge en lage AN in de EMV-richtlijn hetzelfde. Dit betekent dat wanneer een meting van de magnetische veldsterkte wordt weergegeven als een percentage van het actieniveau, deze het percentage van zowel de hoge als de lage AN voorstelt. Indien van toepassing, worden metingen ook verstrekt als een percentage van het AN voor ledematen in de EMV-richtlijn.

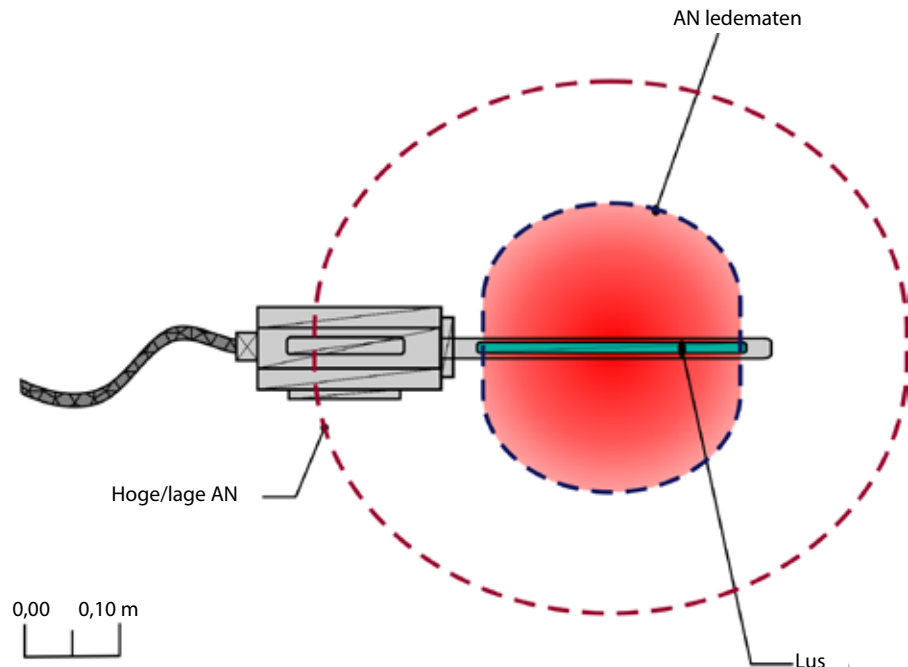
6.6.1 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling van puntlasmachines van het carrosseriebedrijf

Figuren 6.8 t.e.m. 6.11 tonen de omvang van de zones rond elk laspistool waar het AN voor ledematen of zowel de hoge als de lage AN in de EMV-richtlijn worden overschreden. Figuur 6.11 toont tevens de omvang van de zone rond het „X-type”-pistool met elektroden van 550 mm waar de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) vermelde referentieniveaus worden overschreden. De omtrekken rond de pistolen zijn in alle gevallen goed voor 100 % van het relevante niveau, waarbij blauw het AN voor ledematen vertegenwoordigt, rood de hoge en lage AN vertegenwoordigt en groen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Daarnaast toont tabel 6.1 de omvang van zones waar de relevante AN worden overschreden rond de kabel van het „type-C”-laspistool.

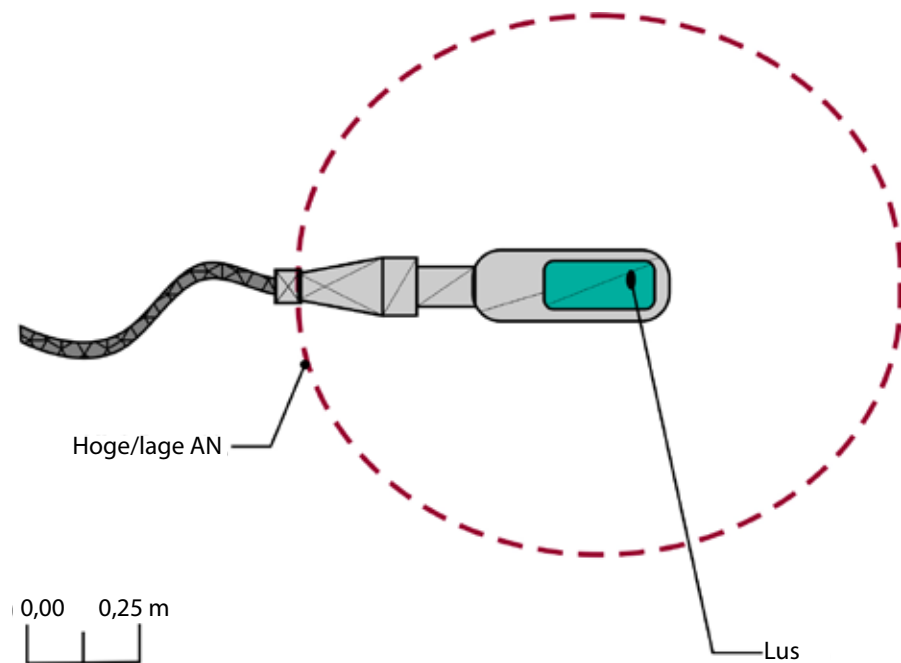
Figuur 6.8 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw) en de hoge/lage actieniveaus (rood) kunnen worden overschreden rond het „C-type”-pistool van het carrosseriebedrijf indien uitgerust met een arm van 160 mm



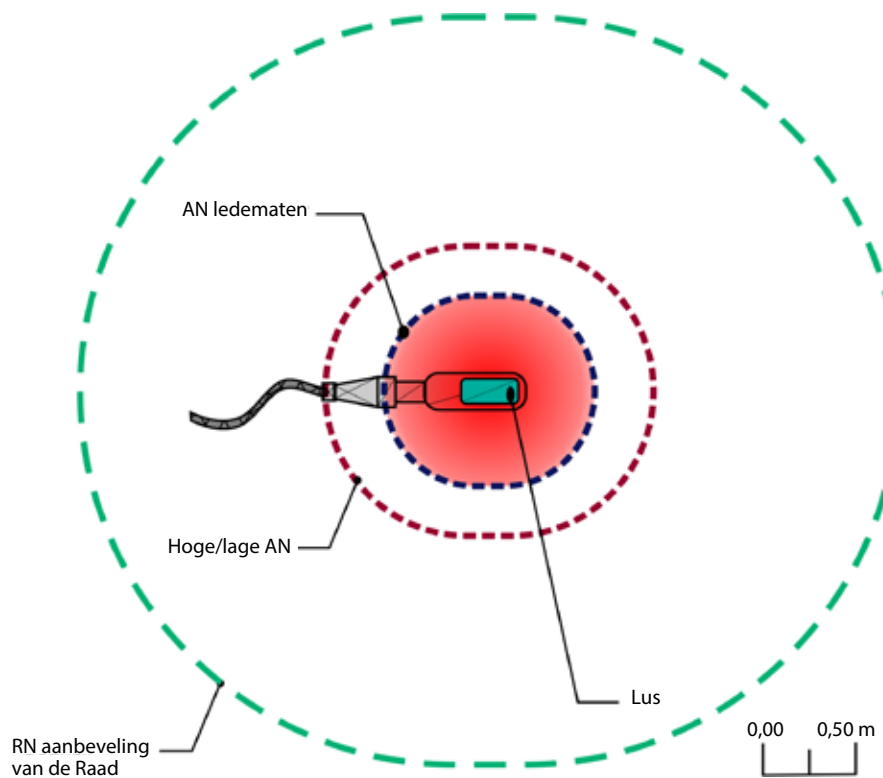
Figuur 6.9 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw) en de hoge/lage actieniveaus (rood) kunnen worden overschreden rond het „C-type”-pistool van het carrosseriebedrijf indien uitgerust met een arm van 550 mm



Figuur 6.10 — Bovenaanzicht dat de omtrek aangeeft waarbinnen de hoge/lage actieniveaus (rood) kunnen worden overschreden rond het „X-type”-pistool van het carrosseriebedrijf indien uitgerust met elektroden van 160 mm



Figuur 6.11 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw), de hoge/lage actieniveaus (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond het „X-type”-pistool indien uitgerust met elektroden van 550 mm



Tabel 6.1 — Resultaten van metingen op kabel tussen „C-type”-laspistool en controle-eenheid

Klemtype	Stroomsterkte (A)	% hoog/laag actieniveau ¹ 10 cm van kabel	% hoog/laag actieniveau ¹ 12 cm van kabel	% actieniveau ledematen 8 cm van kabel
160 mm „C-type”	8 000	180	100	100

¹ Hoge en lage actieniveaus magnetische fluxdichtheid voor frequentie 2 kHz: 150 μ T

² Actieniveaus ledematen magnetische fluxdichtheid voor frequentie 2 kHz: 450 μ T

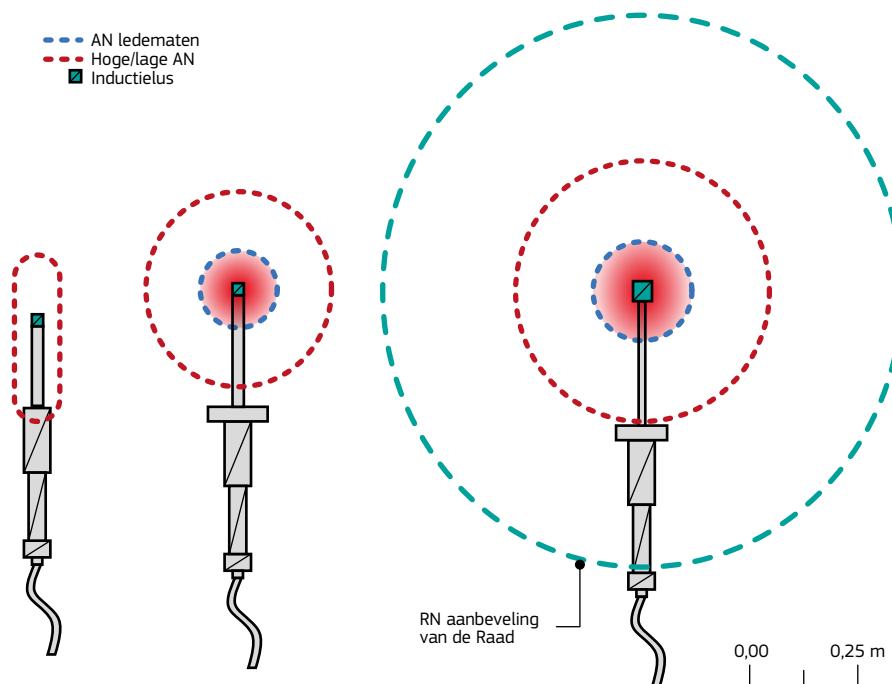
NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ± 10 % en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

6.6.2 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling van inductieverhittingssystemen die worden gebruikt in het carrosseriebedrijf

Afbeelding 6.12 toont dat de verhittingselementen van de drie inductieverhittingssystemen met het verhittingssysteem van 1 kW links, het verhittingssysteem van 4 kW in het midden en het verhittingssysteem van 10 kW rechts. De omtrekken rond de verhittingselementen zijn in alle gevallen goed voor 100 %

van het relevante niveau, waarbij blauw het AN voor ledematen in de EMV-richtlijn vertegenwoordigt, rood de hoge en lage AN in de EMV-richtlijn vertegenwoordigt en groen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus vertegenwoordigt.

Figuur 6.12 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw), de hoge/lage actieniveaus (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond de drie inductieverhittingssystemen van het carrosseriebedrijf (1 kW links, 4 kW in het midden en 10 kW rechts)



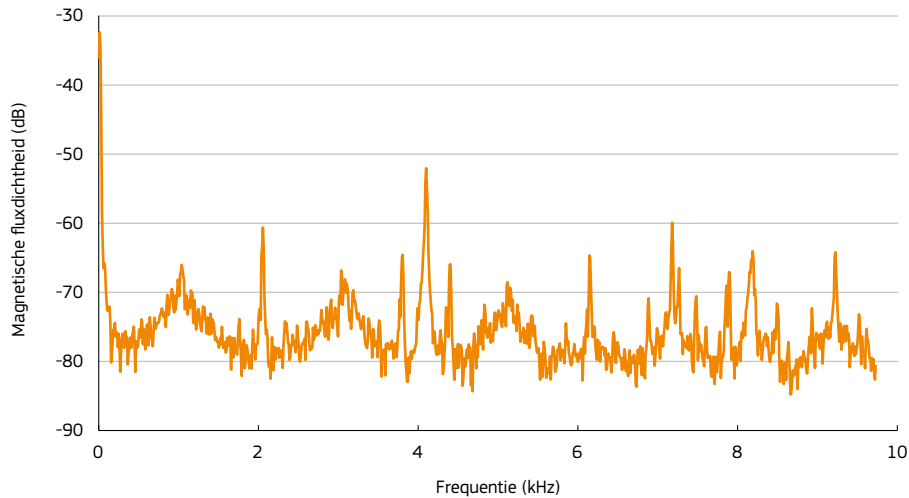
6.7 Conclusies van blootstellingsbeoordeling

Naargelang het type pistool werd het AN voor ledematen in de EMV-richtlijn overschreden tussen 10 en 22 cm van de klem en werd het hoge en lage AN in de EMV-richtlijn overschreden tussen 20 en 32 cm van de klem. Waar gemeten, werden de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus overschreden tot maximaal een paar meter van de klem.

De contractant merkte op dat de voedingskabels voor het „C-type”-pistool magnetische velden opwekten die het AN voor ledematen en de hoge en lage AN overschreden. Dit was niet het geval voor de kabels van het „X-type”-pistool. Zo werd het AN voor ledematen overschreden tot maximaal 8 cm van de kabels en het hoge en lage AN tot maximaal 12 cm van de kabels. Volgens de contractant was dit te wijten aan het feit dat de kabels van het „C-type”-pistool de lasstroom van de controle-eenheid naar het pistool voeren, terwijl het „X-type-pistool” met geïntegreerde transformator beschikt over een kabel die enkel de 50/60 Hz-netvoeding bevat.

De contractant bevestigde dat de fundamentele frequentie van de lasstroom voor de puntlasmachines van het carrosseriebedrijf gelijk was aan 2 kHz, hoewel verschillende harmonische stromen aanzienlijk bijdroegen tot de algemene blootstelling. Om dit aan te tonen, toont figuur 6.13 de spectrale verdeling van de golfvorm verkregen van de lasmachine van het carrosseriebedrijf, uitgerust met het „C-type”-pistool van 160 mm.

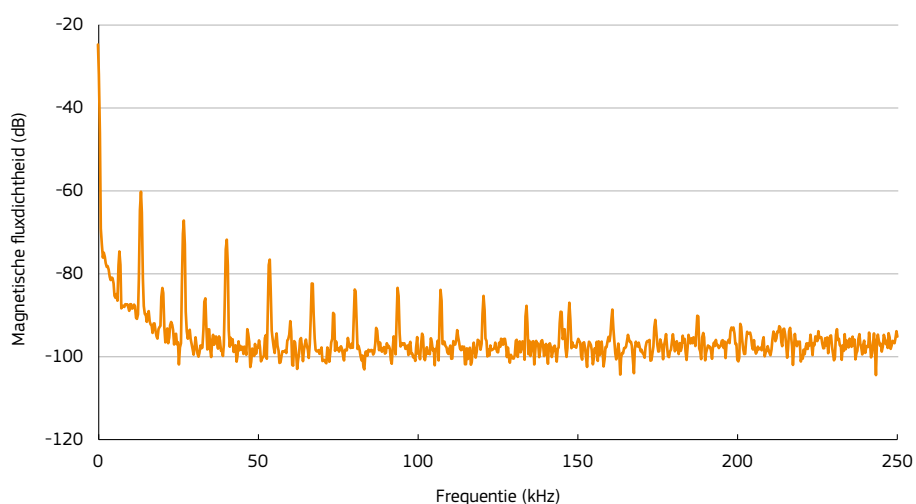
Figuur 6.13 — Spectrale verdeling van de golfvorm van het „C-type”-pistool van 160 mm



Wat de inductieverhittingssystemen betreft werd, afhankelijk van het vermogen van het verhittingssysteem, het AN voor ledematen overschreden tussen 7 en 11 cm van het verhittingselement in de richting van de hand van de werknemer en het hoge en lage AN tussen 13 en 18 cm van het midden van het verhittingselement in alle richtingen.

De fundamentele frequentie van de verhittingssystemen varieerde. Het verhittingssysteem van 1 kW had een fundamentele frequentie van 15 kHz en de verhittingssystemen van 4 kW en 10 kW gebruikten een frequentie van 36 kHz. Net zoals bij de lasmachines droegen telkens verschillende harmonischen aanzienlijk bij tot de algemene blootstelling. Om dit aan te tonen, toont figuur 6.14 de spectrale verdeling van de golfvorm verkregen van het inductieverhittingssysteem van 1 kW.

Figuur 6.14 — Spectrale verdeling van de golfvorm van het inductieverhittingssysteem van 1 kW



6.8 Risicobeoordeling

Op basis van de meetresultaten concludeerde de contractant dat aangezien de puntlaspistolen met de hand dicht bij het lichaam worden vastgehouden de werknemers te maken kregen met blootstellingen aan magnetische velden die waarschijnlijk de relevante AN van de EMV-richtlijn en mogelijk ook de relevante grenswaarde voor blootstelling (ELV) overschreden. De metingen rond de toevoerkabels van het „C-type”-pistool wijzen er tevens op dat deze mogelijk ook kunnen leiden tot blootstellingen boven het relevante AN.

De contractant merkte tevens op dat de magnetische velden die in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus overschreden tot maximaal een aantal meters van de laspistolen. De referentieniveaus kunnen worden gebruikt als een algemene indicator voor personen met een verhoogd risico door indirecte effecten van blootstelling (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

Wat de inductieverhittingssystemen betreft, concludeerde de contractant dat werknemers die deze gebruikten niet waren blootgesteld aan velden die de AN overschreden omdat de verhittingselementen zich tijdens verhitting op voldoende afstand van hun handen en lichaam bevonden. Desalniettemin overschreden de magnetische velden nog steeds de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) vermelde referentieniveaus tot maximaal 0,5 m van het verhittingssysteem van 10 kW. De contractant adviseerde dan ook rekening te houden met personen met een verhoogd risico door indirecte effecten van blootstelling aan de door de verhittingssystemen opgewekte magnetische velden (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

Op basis van deze conclusies stelde de adviseur een EMV-specifieke risicobeoordeling voor het gebruik van puntlasmachines en inductieverhittingssystemen op met behulp van de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Aan de hand hiervan kon worden bepaald welke maatregelen moesten worden getroffen om werknemers te beschermen om te waarborgen dat zij niet worden blootgesteld aan magnetische velden die de AN overschrijden. De EMV-specifieke risicobeoordeling wordt weergegeven in tabel 6.2.

6.9 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Geen.

Tabel 6.2 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor gebruik van handpuntlasmachines en inductieverhittingssystemen in een carrosseriebedrijf

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Laagfrequente directe effecten	Geen. De handen en het lichaam bevinden zich vaak dicht bij de lasklem om het gewicht van het pistool tijdens het lassen te dragen	Werknemers van de werkplaats	✓				✓		Laag	Wijzigingen aan de uitvoering van laswerk — gebruik van stabilisators om het gewicht van het pistool te dragen zodat de handen en het lichaam van werknemers uit de buurt van de laselektroden blijven
	Verhittingselementen van inductieverhittingssystemen worden meestal op een afstand gehouden die overeenstemt met de lengte van een arm		✓				✓		Laag	Standaardwerkprocedures voor laswerk Waarschuwingssignalen op lasmachines en verhittingssystemen Opleiding van operatoren over EMV-gevaar
		Zwangere werknemers	✓				✓		Laag	Lasmachines/verhittingssystemen mogen niet worden gebruikt door of in de buurt van zwangere werknemers
Laagfrequente indirecte effecten (interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen)	Geen	Werknemers met een verhoogd risico		✓			✓		Laag	Lasmachines/verhittingssystemen mogen niet worden gebruikt door of in de buurt van werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen Opleiding van personeel over EMV-gevaar

6.10 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordelingen

Naar aanleiding van de risicobeoordeling besloot de manager om de volgende voorzorgsmaatregelen te treffen:

- indien mogelijk het treffen van maatregelen om ervoor te zorgen dat de handen en het lichaam van de werknemers verder verwijderd zijn van het puntlaspistool en, indien nodig, ook verder verwijderd van geleiders en toevoerkabels. Zo zorgde de manager bv. voor stabilisators om de puntlaspistolen te bevestigen. Dit betekent dat de werknemers het gewicht van de pistolen niet langer moesten dragen en daardoor konden zij altijd achter het pistool staan en enkel de achterkant van het pistool vasthouden om het op zijn plaats te houden tijdens het lassen;
- het aanbrengen van meldingen op de lasmachines en de verhittingssystemen om te waarschuwen voor sterke magnetische velden en het gebruik van de lasmachine of het verhittingssysteem te verbieden voor of in aanwezigheid van personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) en andere werknemers met een verhoogd risico zoals zwangere vrouwen. Voorbeelden van de meldingen die worden gebruikt op de lasmachines in het carrosseriebedrijf zijn weergegeven in figuur 6.15.

Figuur 6.15 — Voorbeelden van een melding die waarschuwt voor sterke magnetische velden en een melding die het gebruik van de lasmachine verbiedt voor of in de aanwezigheid van personen met AIMD



- het verstrekken van informatie aan werknemers over het resultaat van de risicobeoordeling;
- het verstrekken van instructies aan werknemers om hun blootstelling onder de AN in de EMV-richtlijn te houden;
- het via gepaste introductieprogramma's zeker stellen dat andere werknemers op de hoogte zijn van het gevaar van magnetische velden dat de lasmachines en verhogingssystemen vormen;
- het regelmatig opnieuw evalueren van de risicobeoordeling.

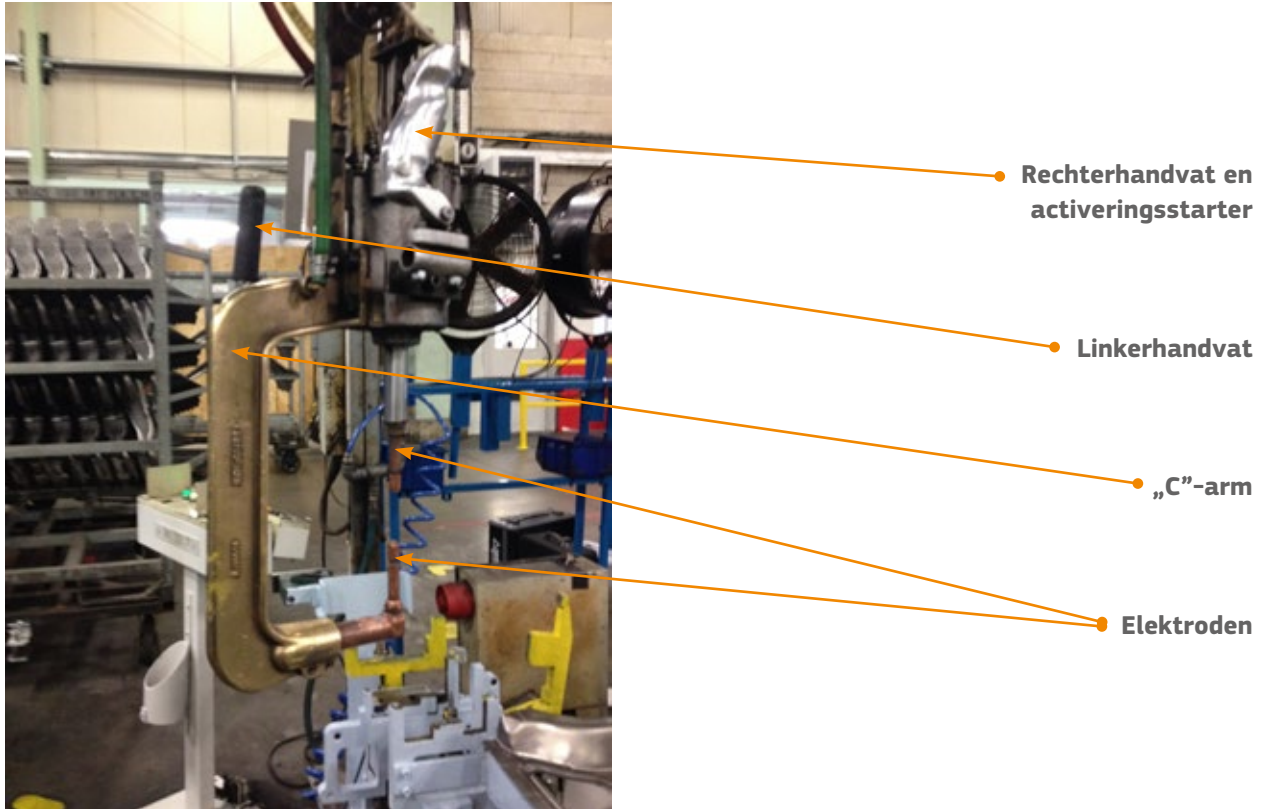
6.11 Puntlasmachines bij de productie van voertuigen

Hoewel internationale voertuigproducenten niet kunnen worden beschouwd als kleine of middelgrote ondernemingen, speelt puntlassen in deze sector zo'n vooraanstaande rol dat de auteurs het belangrijk vonden om de voorbeelden toe te voegen uit de beoordeling van de contractant met betrekking tot lasmachines die worden gebruikt door een vooraanstaande producent.

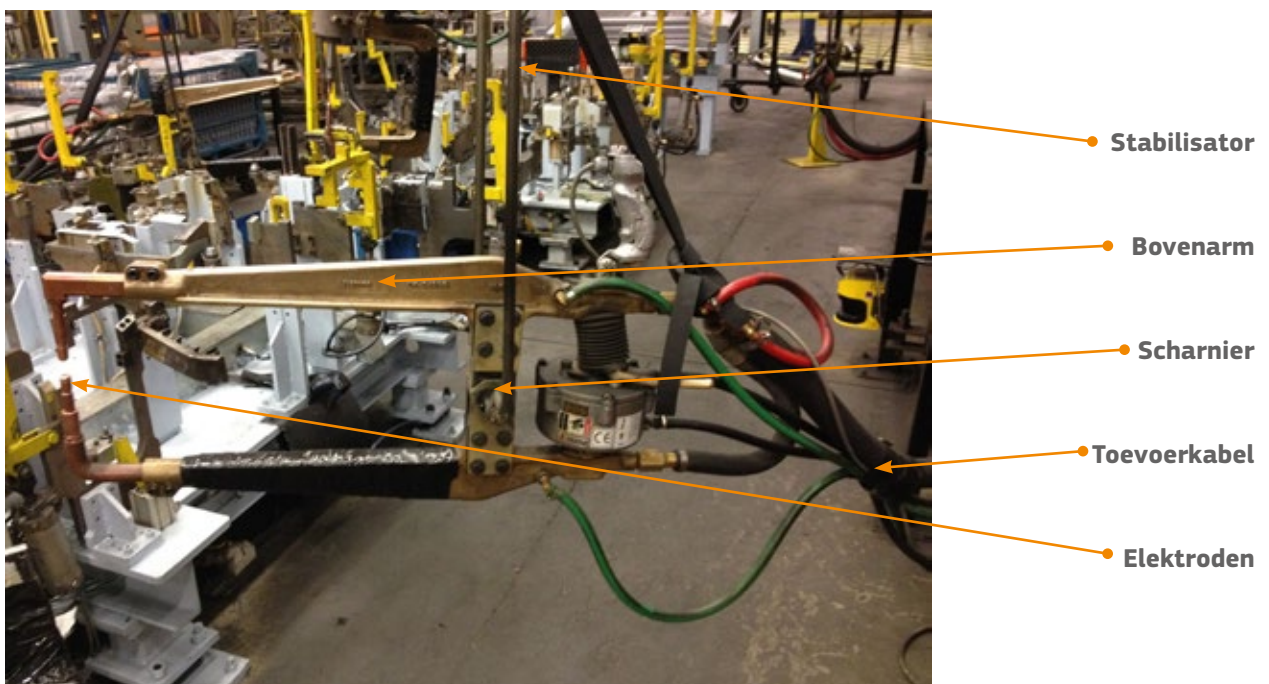
6.11.1 Beoordeling van lasmachines in de fabriek

De beoordeling had betrekking op drie puntlasmachines: een „C-type”-pistool met een arm van 400 mm, een „X-type”-pistool met elektroden van 130 mm en een „X-type”-pistool met elektroden van 700 mm. De twee kleinere pistolen werkten bij 8 400 A en het grootste pistool bij 10 200 A. Alle drie de pistolen hadden een bedrijfsfrequentie van 50 Hz en kregen hun stroomtoevoer van transformatoren op afstand via kabels die zijn ontworpen om de blootstelling aan magnetische velden te minimaliseren. Het „C-type”-pistool van 400 mm en het „X-type”-pistool van 700 mm worden weergegeven in figuren 6.16 en 6.17.

Figuur 6.16 — Het „C-type”-pistool van 400 mm in de fabriek. De klem wordt op zijn plaats gehouden met behulp van de handvatten bovenaan het pistool waarvan er één zichtbaar is aan de rechterbovenkant van de afbeelding (onderdeel van gepolijst chroom). Dit geeft een aanwijzing over de positie van de operator met betrekking tot de klem tijdens het lassen



Figuur 6.17 — Het „X-type”-pistool van 700 mm in de fabriek. Hoewel het pistool aan een stabilisator is bevestigd, moeten de werknemers door de omvang ervan gewoonlijk dicht bij de elektroden staan om deze te richten en in positie te houden



Metingen van in de tijd variërende magnetische fluxdichtheid zijn uitgevoerd rond de laspunten met behulp van een isotrope sonde (met drie assen). Het instrument beschikte over een ingebouwde elektronische filter die een in percentage uitgedrukt resultaat geeft dat is afgeleid met behulp van de gewogen-piekwaardebenadering in het tijdsdomein. Hierdoor is een rechtstreekse vergelijking met de AN uit de EMV-richtlijn mogelijk. Het instrument beschikte tevens over een ingebouwde spectrumanalysator waardoor de harmonische inhoud van de golfvorm kon worden geanalyseerd.

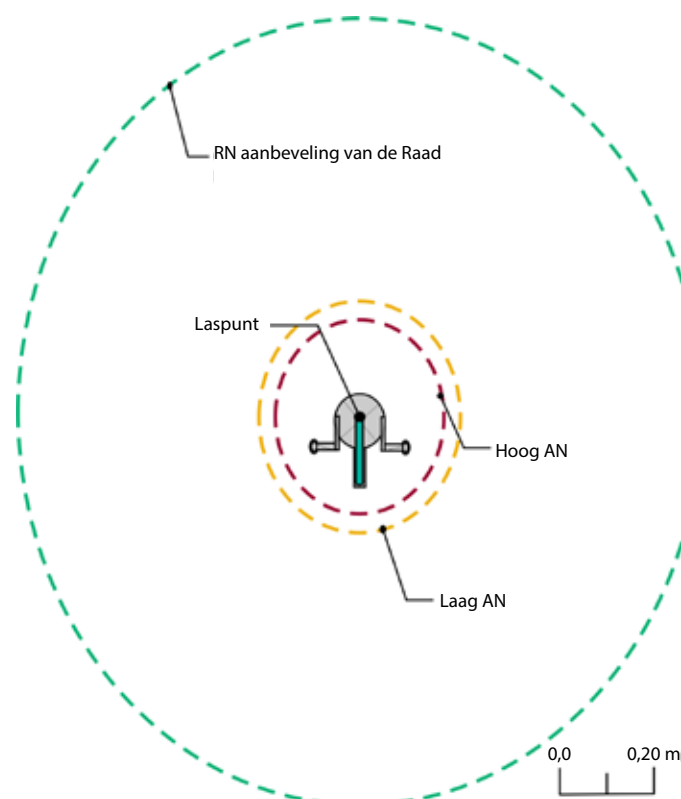
De lasmachines werkten bij 50 Hz. Op deze frequentie zijn de hoge en lage AN in de EMV-richtlijn erg verschillend. Dit betekent dat metingen van de magnetische veldsterkte rond de pistolen worden weergegeven als een percentage van zowel de hoge als de lage AN.

6.11.2 Meetresultaten van de puntlasmachine in de fabriek

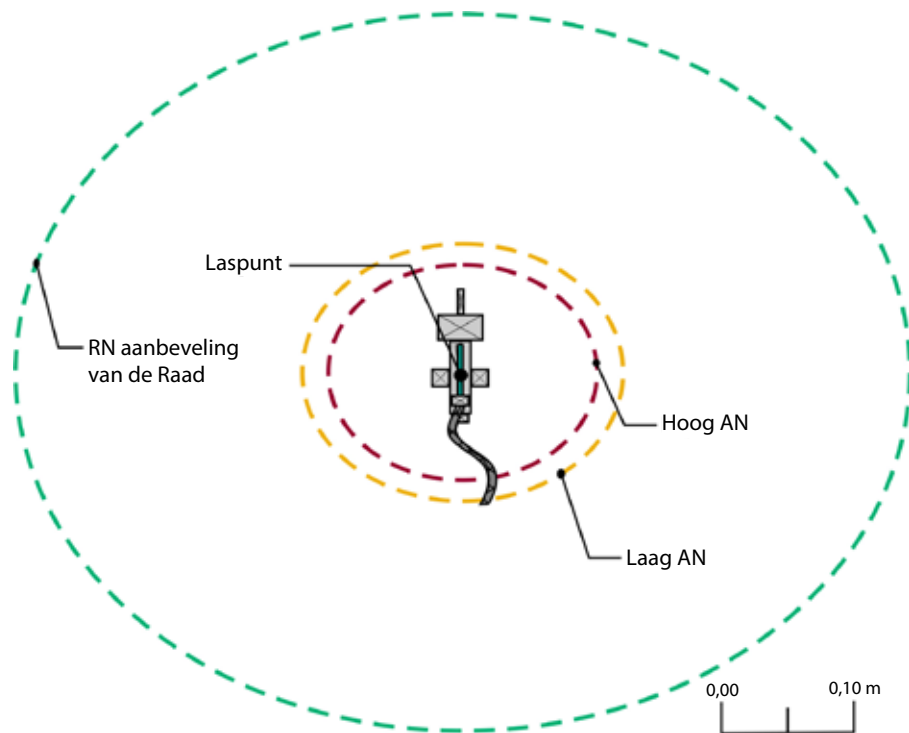
De verkregen meetresultaten worden weergegeven in onderstaande figuren en tabel. De metingen zijn in alle gevallen afgenomen terwijl de puntlasmachine werd gebruikt op een manier die typerend was voor het werk dat wordt uitgevoerd.

Figuren 6.18 t.e.m. 6.20 tonen de omvang van de zone rond elk laspistool waar de hoge en lage AN in de EMV-richtlijn en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus worden overschreden. De omtrekken rond de pistolen zijn in alle gevallen goed voor 100 % van het relevante niveau, waarbij geel het hoge AN in de EMV-richtlijn vertegenwoordigt, rood het lage AN in de EMV-richtlijn en groen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus vertegenwoordigt. Naast deze figuren toont tabel 6.3 het resultaat van een meting rond de voedingskabel van het „X-type”-laspistool.

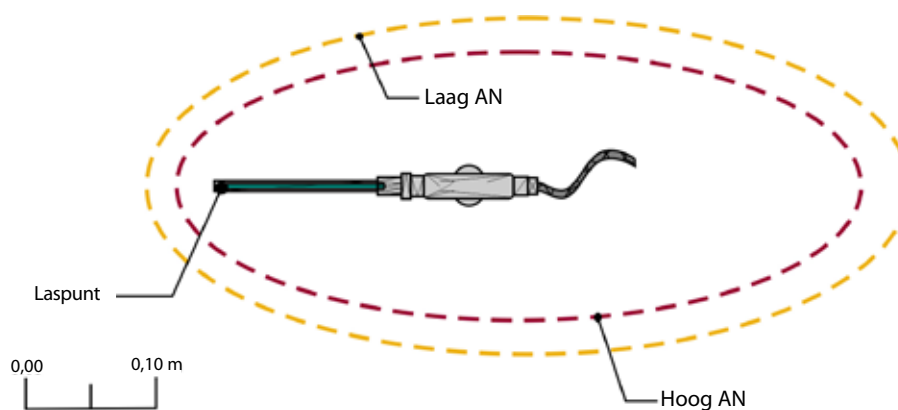
Figuur 6.18 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het lage actieniveau (geel), het hoge actieniveau (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond het „C-type”-laspistool van 400 mm van de fabriek



Figuur 6.19 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het lage actieniveau (geel), het hoge actieniveau (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond het „X-type”-laspistool van 130 mm van de fabriek



Figuur 6.20 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het lage actieniveau (geel) en het hoge actieniveau (rood) kunnen worden overschreden rond het „X-type”-puntlaspistool van 700 mm van de fabriek. In dit geval reiken de omtrekken tot achter het pistool door velden die worden opgewekt door geleiders aan de achterkant van het pistool



Tabel 6.3 — Resultaat van metingen op kabel tussen „X-type”-laspistool en boventransformator

Klemtype	Stroomsterkte (A)	% laag actieniveau ¹ 10 cm van kabel
„X-type” van 130 mm	8 400	12

¹ Laag actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequenties in het bereik van 25 tot 300 Hz: 1 000 μ T

NB: De onzekerheid in de meting werd geraamd op ± 10 % en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werd het resultaat genomen als rechtstreeks percentage van de AN.

6.11.3 Meetresultaten van de puntlasmachine van de fabriek in het kader van de AN

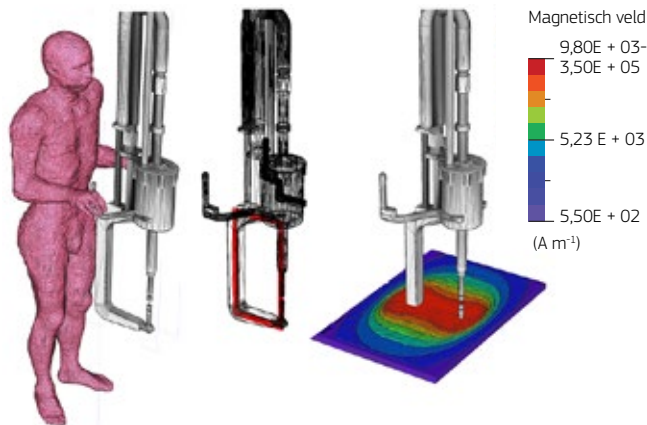
De lage AN werd overschreden tussen 37 en 147 cm van de pistolen en de hoge AN werd overschreden tussen 27 en 125 cm van de pistolen. Er moet worden opgemerkt dat de omvang van de zone waar de AN worden overschreden rond het „X-type”-pistool van 700 mm (figuur 6.20) niet enkel te wijten is aan de elektroden maar ook aan de geleiders aan de achterkant van het pistool. Daarnaast overschreden de magnetische velden de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus tot maximaal meerdere meters van de laspistolen (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids). De toevoerkabels van het pistool waren ontworpen om de blootstellingen van magnetische velden te minimaliseren en bijgevolg lag de blootstelling van de kabel ver onder het lage AN (zie tabel 6.3).

6.11.4 Meetresultaten van de puntlasmachine van de fabriek in het kader van de GWB

Uit de resultaten bleek dat werknemers waarschijnlijk te maken hadden met blootstellingen die ver boven de relevante AN liggen omdat zij zich binnen 10 tot 20 cm van de pistolen bevinden. Hoewel de werkgever tal van de in sectie 6.10 van dit praktijkvoorbeeld beschreven maatregelen trof, waren de werknemers niet in staat om zich in alle gevallen terug te trekken uit de zones waar de AN werden overschreden. In overeenstemming met artikel 4, lid 3, van de EMV-richtlijn voerde de contractant dan ook computermodellering uit om te bepalen of de relevante GWB werkelijk werden overschreden.

De contractant gebruikte hun metingen en waarnemingen om een model van het „C-type”-pistool van 400 mm te produceren. Dit model werd vervolgens gebruikt voor de berekening van de magnetische velden in de zones rond het pistool, met inbegrip van de zones waar de werknemer zich bevindt. Vervolgens werd de werknemer aan het model toegevoegd. Figuur 6.21 toont de definitieve pistool- en werknemersmodellen, samen met het pistoolmodel dat de stroomlus (in rood) toont die wordt gebruikt om de productie van magnetische velden te stimuleren en de berekende magnetische veldsterkten in een geselecteerd x-y-vlak.

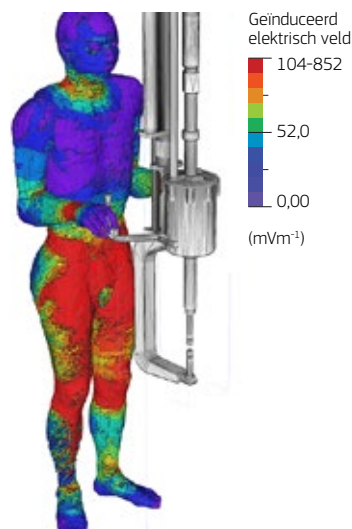
Figuur 6.21 — Modellen van het „C-type“-laspistool van 400 mm en de werknemer die het gebruikt (links), de stroomlus („C“-arm, rood) verantwoordelijk voor het magnetische veld (midden) en het magnetische veld rond het pistool in gebruik (rechts)



Na modellering van het pistool en de werknemer werden digitale berekeningen uitgevoerd van interne elektrische velden opgewekt in het lichaam. De resultaten van deze berekeningen waarbij het lichaam zich op 15 cm van de arm van het pistool bevindt, worden weergegeven in figuur 6.22. Rood wijst op een vrij hoog elektrisch veld, terwijl paars wijst op een lage waarde. Er kan worden gezien dat het veld voornamelijk wordt geabsorbeerd in het middel en de bovenbenen van de operator die zich het dichtste bij de stroomlus bevinden.

Op een afstand van 15 cm werden de relevante GWB niet overschreden en dus werden er verdere berekeningen uitgevoerd om te bepalen op welke afstanden de GWB worden overschreden. De resultaten van deze verdere berekeningen worden weergegeven in tabel 6.4.

Figuur 6.22 — Ruimtelijke verdeling van de maximale geïnduceerde elektrische velden in een menselijk model bij blootstelling aan de magnetische velden opgewekt door het „C-type“-pistool van 400 mm



Tabel 6.4 — Maximale interne elektrische veldsterkte als een aandeel van de relevante GWB

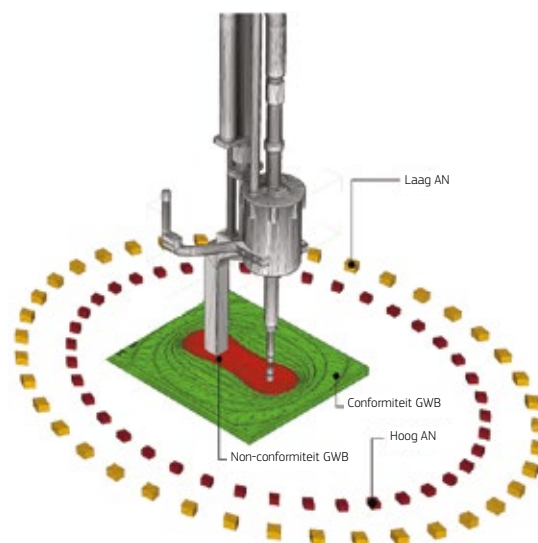
Afstand tussen lichaamsromp en pistool (cm)	15	7	4
Maximale geïnduceerde elektrische veldsterkte in lichaam (mVm^{-1})	287	611	811
Percentage GWB voor effecten op de gezondheid (%)¹	37	79	104
Maximale geïnduceerde elektrische veldsterkte in centraal zenuwstelsel (mVm^{-1})	52	84	92
Percentage GWB voor effecten op de zintuigen (%)²	53	85	93

¹ GWB voor effecten op de gezondheid voor een frequentie van 50 Hz is 778 mVm^{-1} (rms)

² GWB voor effecten op de zintuigen voor frequentie van 50 Hz is 99 mVm^{-1} (rms)

Tabel 6.4 toont dat wanneer de werknemer het pistool op 15 cm van het lichaam gebruikt, de maximale waarde van het geïnduceerde elektrische veld gelijk is aan 287 mVm^{-1} , wat goed is voor 37 % van de GWB voor effecten op de gezondheid. Voor weefsels van het centrale zenuwstelsel in het hoofd is de maximale waarde van het geïnduceerde elektrische veld gelijk aan 52 mVm^{-1} , wat goed is voor 53 % van de GWB voor effecten op de zintuigen. Uit de resultaten blijkt dat de GWB voor effecten op de gezondheid daadwerkelijk enkel wordt overschreden wanneer de afstand tot het lichaam is beperkt tot ongeveer 4 cm. Dit betekent dat hoewel de werknemers worden blootgesteld aan magnetische velden die de AN overschrijden, de geïnduceerde interne elektrische velden de GWB niet overschrijden. Het verschil in de omvang van de zones die de AN overschrijden in vergelijking tot de omvang van de zone waar de werknemer de GWB voor effecten op de gezondheid werkelijk overschrijft, wordt weergegeven in onderstaande figuur 6.23.

Figuur 6.23 — Visuele voorstelling van de zone rond het „C-type”-pistool van 400 mm waar de GWB voor effecten op de gezondheid kan worden overschreden (rode zone in groene zone), samen met de omtrekken van het hoge en lage actieniveau (respectievelijk rood en geel) van figuur 6.18



Samengevat lijkt het er in dit geval op dat de AN zorgen voor een conservatieve voorspelling van te lange blootstelling en dat de blootstellingssituatie eigenlijk conform is met de EMV-richtlijn.

7. LASSEN

7.1 Werkplek

Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op een metaalproductiewerkplaats waar diverse weerstandslasmachines worden gebruikt.

7.2 Aard van het werk

Werknemers gebruiken puntlasmachines en naadlasmachines om draden en bladmetaal te lassen. Een aantal van deze machines bevindt zich in de werkplaats.

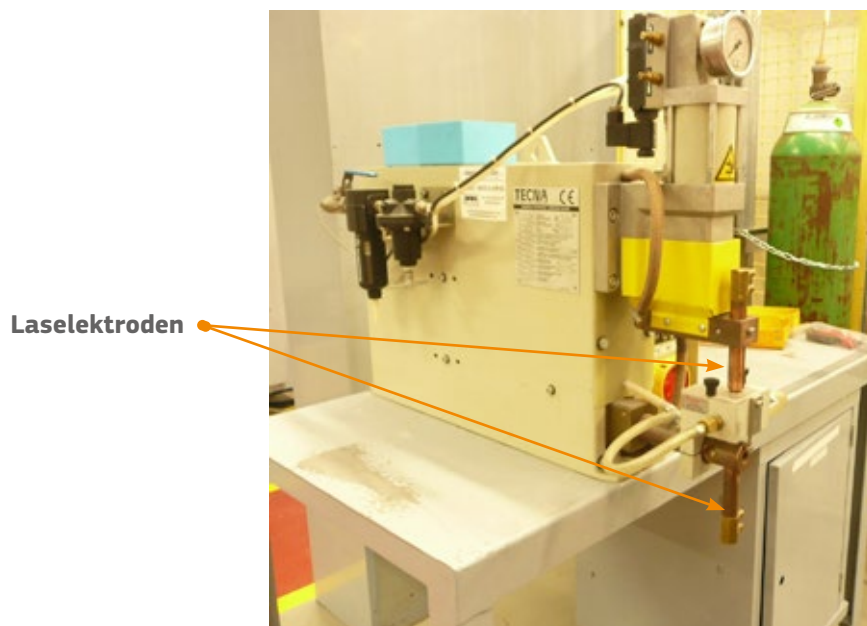
7.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

Weerstandslasmachines bestaan uit twee elektroden die samenklappen over de onderdelen die moeten worden gelast. Er loopt een stroom door de elektroden en componenten en de voor het lassen vereiste hitte wordt geproduceerd door de elektrische weerstand van de componenten. De instellingen van de apparatuur worden afgestemd op de eigenschappen van de te lassen componenten.

7.3.1 Puntlasmachines

De puntlasmachines bestaan uit twee kleine cilindrische elektroden die de onderdelen samenklappen en een hoge stroomsterkte gebruiken om te zorgen voor een puntlasnaad. Het bedrijf gebruikt twee soorten puntlasmachines: tafelpuntlasmachines en draagbare hangende puntlasmachines.

De tafelpuntlasmachine (figuur 7.1) wordt doorgaans gebruikt om trochanterdraden van 1,2 mm uit roestvrij staal te lassen. Deze apparatuur is ontworpen voor gebruik op een tafel waarbij de operator zich voor de eenheid bevindt. De apparatuur werkt doorgaans op 19 % van de maximaal beschikbare stroomsterkte (3 500 A), d.w.z. 665 A en gebruikt een voeding van 50 Hz. De draagbare hangende puntlasmachine (7.2) wordt gebruikt om bladmetaal aan elkaar te lassen. De lasmachine bestaat uit elektrodearmen die via een tangbeweging bewegen om de elektrodepunten over het onderdeel te klemmen. De machine werkt doorgaans op 7 000 A en gebruikt een voeding van 2 kHz.

Figuur 7.1 — Tafelpuntlasmachine**Figuur 7.2 — Draagbare hangende puntlasmachine**

7.3.2 Naadlasmachine

De naadlasmachine wordt gebruikt om metaaldelen aan elkaar te lassen. De elektroden hebben de vorm van een schijf en het materiaal gaat tussen hen door. Dit betekent dat de naadlas geleidelijk aan wordt gevormd. De apparatuur werkt doorgaans op 7 000 A en gebruikt een voeding van 50 Hz (figuur 7.3).

Figuur 7.3 — Voor- en zijkant van naadlasmachine



7.4 Hoe de toepassingen worden gebruikt

Operatoren van de lasmachines staan of zitten doorgaans langs de machines tijdens het lassen en hun handen bevinden zich het dichtst bij de machines. Wanneer de operator gebruikmaakt van de tafelpuntlasmachine en de naadlasmachine houdt hij het materiaal dat wordt gelast vast. Dit betekent dat de handen zich mogelijk maar 10 cm van de laselektroden bevinden. Wanneer de draagbare hangende puntlasmachine wordt gebruikt, wordt het te lassen materiaal in positie bevestigd en staat de operator dicht bij de puntlasmachine om het in positie te houden. Alle lasapparatuur bevindt zich in een werkplaats samen met andere machines en gereedschap die worden gebruikt om metaalonderdelen te produceren.

7.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Voor elke apparatuur bestudeerde het bedrijf de gegevens van de producent. In sommige handleidingen stond dat de apparatuur magnetische velden kon produceren die een gevaar vormden voor personen met een pacemaker. Het bedrijf kon evenwel geen informatie vinden over de omvang van dit gevaar (bv. op hoeveel afstand van de apparatuur dit gevaar blijft bestaan) of het niveau van magnetische velden in de context van de actieniveaus in de EMV-richtlijn. Voor een aantal van de oudere apparaten kon de producent zelfs helemaal geen gegevens vinden.

De lasapparatuur bevindt zich in de werkplaats die toegankelijk is voor het merendeel van de werknemers en waar externe contractanten en bezoekers kunnen binnenkomen. Het bedrijf besloot dan ook om verdere beoordelingen van de risico's uit te voeren. Bij gebrek aan verdere informatie van de producenten van de apparatuur, stelde het bedrijf een deskundige adviseur aan om de beoordeling uit te voeren.

Drie verschillende types weerstandslasmachines werden geselecteerd voor verdere beoordeling omdat de resultaten een goede aanwijzing zouden geven over eventuele

gevaaren die gepaard gaan met vergelijkbare apparatuur in de werkplaats. De adviseur mat de magnetische fluxdichtheid rond de apparatuur met behulp van een instrument met een ingebouwde elektronische filter die een in percentage uitgedrukt resultaat gaf dat is afgeleid met behulp van de gewogen-piekwaardebenadering in het tijdsdomein. Hierdoor is een rechtstreekse vergelijking met de AN mogelijk.

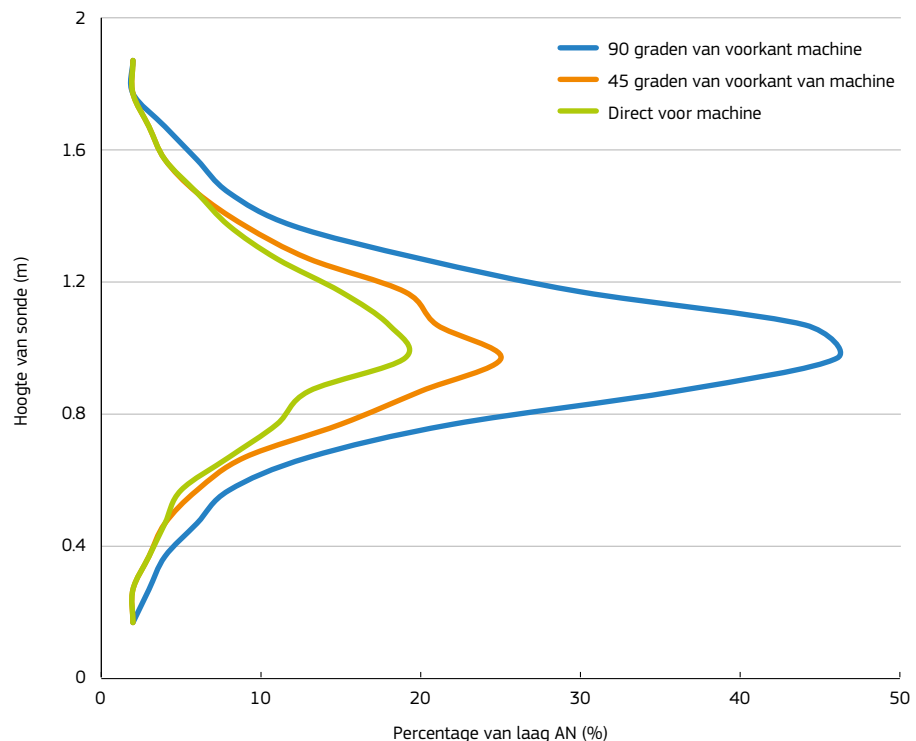
7.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

7.6.1 Tafelpuntlasmachine

De adviseur observeerde de operator terwijl deze de tafelpuntlasmachine gebruikte. Hieruit bleek dat het hoofd en de romp van de operator tijdens het lassen op minstens 30 cm afstand van de elektroden bleven en de operator zich eerder aan de zijkant van de apparatuur dan rechtstreeks ervoor bevond. Er werden dan ook metingen uitgevoerd op drie verschillende posities: 30 cm van de elektroden; direct voor de elektroden, 45° van de voorkant (aan de linkerzijde) van de elektroden, en 90° van de voorkant (aan de linkerzijde) van de elektroden. Op elke positie werden metingen uitgevoerd op diverse hoogten.

Er werd vastgesteld dat de magnetische fluxdichtheid op elk van deze mogelijke operatorposities niet meer bedroeg dan 50 % van het lage AN (figuur 7.4).

Figuur 7.4 — Magnetische fluxdichtheid als een percentage van het lage actieniveau t.o.v. hoogte op de operatorpositie (30 cm van de elektroden)



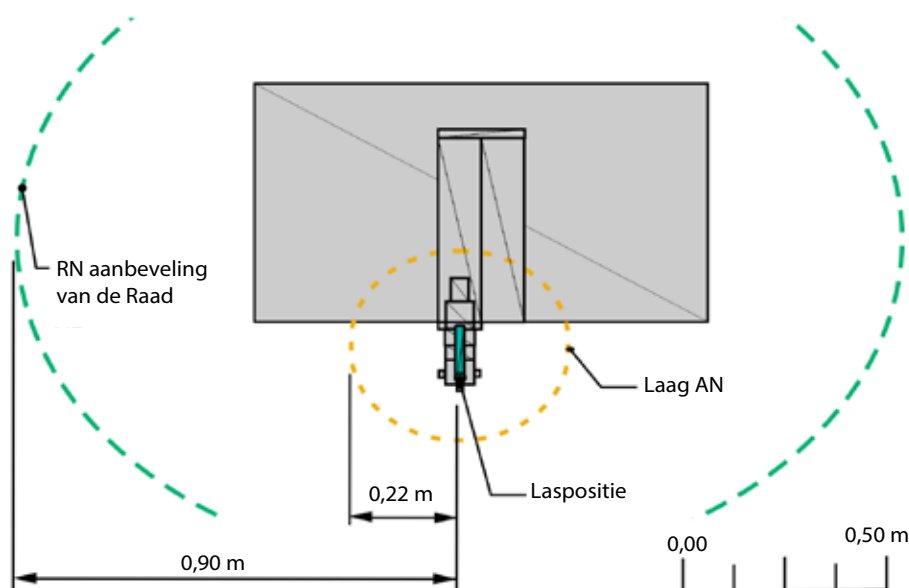
NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

De magnetische fluxdichtheid was gelijk aan het lage AN op ongeveer 22 cm van de elektroden en op de hoogte waarop de elektroden samenkomen. De zone waarin het lage AN kan worden overschreden, wordt weergegeven in figuur 7.5.

Er werd vastgesteld dat de handen van de operator zich tijdens het lassen op minstens 10 cm van de elektroden bevonden. Op deze positie was de magnetische fluxdichtheid kleiner dan 8 % van het AN voor ledematen.

De adviseur voerde metingen uit op diverse andere posities rond de apparatuur en vergeleek de resultaten met de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Deze niveaus kunnen worden gebruikt als een algemene indicator voor de blootstelling van werknemers met een verhoogd risico (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids). Er werd vastgesteld dat de referentieniveaus tot maximaal 1 m van de elektroden konden worden overschreden. Deze zone wordt weergegeven in figuur 7.5 en is aangeduid door een groene omtrek.

Figuur 7.5 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het lage actieniveau (geel) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond de tafelpuntlasmachine

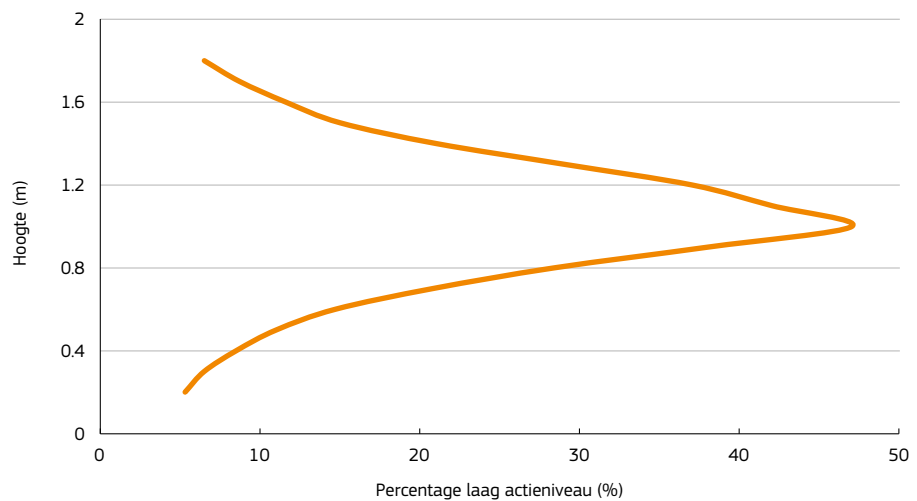


7.6.2 Draagbare hangende puntlasmachine

De operator houdt de puntlasmachine in positie tijdens het lassen. Door de lengte van de elektrodearmen (75 cm) bevindt de operator zich op ongeveer 1 m van de elektrodepunten. Er werden metingen uitgevoerd op deze positie op diverse hoogten.

Het hoogste meetresultaat was op de hoogte waar de elektroden samenkomen (dit was 1 m van de grond tijdens deze beoordeling). Er werd vastgesteld dat de magnetische fluxdichtheid op de positie van de operator niet meer bedroeg dan 50 % van de AN (figuur 7.6).

Figuur 7.6 — Magnetische fluxdichtheid als een percentage van het hoge en lage actieniveau t.o.v. hoogte op de positie van de operator (1 m van de elektrodepunten)



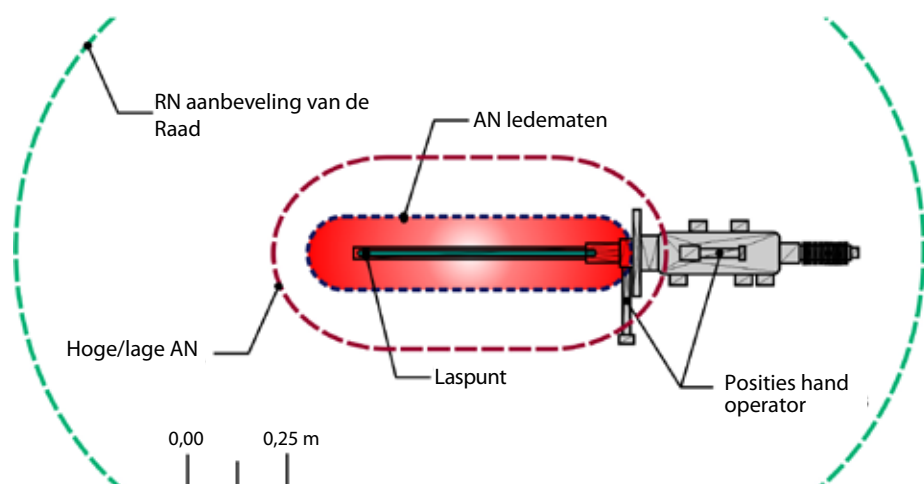
NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

Er werden metingen uitgevoerd op de positie van de hand van de operator (figuur 7.2). Op deze positie bedroeg de magnetische fluxdichtheid 88 % van het AN voor ledematen.

De adviseur voerde metingen uit op diverse andere posities rond de apparatuur en vergeleek de resultaten met de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Er werd vastgesteld dat de referentieniveaus tot maximaal 1,3 m van de apparatuur konden worden overschreden.

De zones waarin de AN voor ledematen, de hoge en lage AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden, worden weergegeven in figuur 7.7 en worden aangeduid door respectievelijk de blauwe, rode en groene omtrekken.

Figuur 7.7 — Boveenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw), de hoge en lage actieniveaus (rood) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond de draagbare hangende puntlasmachine

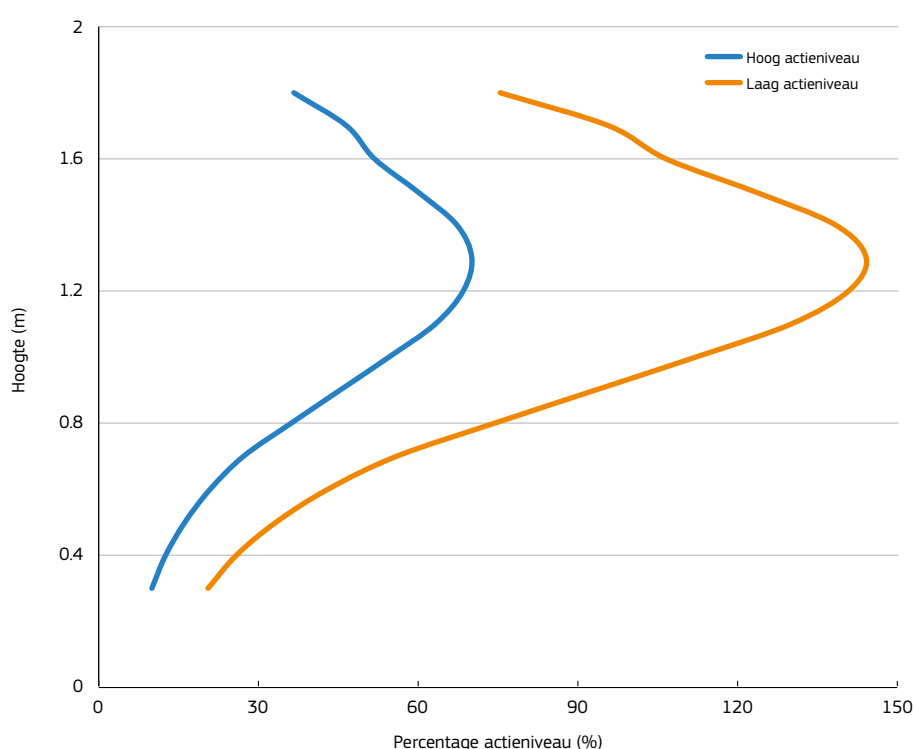


7.6.3 Naadlasmachine

De operator staat tijdens het lassen langs de apparatuur met het hoofd en de romp op minstens 50 cm van het middelpunt van de elektroden. Er werden metingen uitgevoerd op deze positie op diverse hoogten.

Het hoogste meetresultaat was op de hoogte waar de elektroden samenkomen (130 cm van de grond). Het hoge AN werd niet overschreden op deze positie. De magnetische fluxdichtheid werd evenwel gemeten op ongeveer 140 % van het lage AN (figuur 7.8).

Figuur 7.8 — Magnetische fluxdichtheid als een percentage van de hoge en lage actieniveaus t.o.v. hoogte op de positie van de operator (50 cm van de elektroden, langsij)



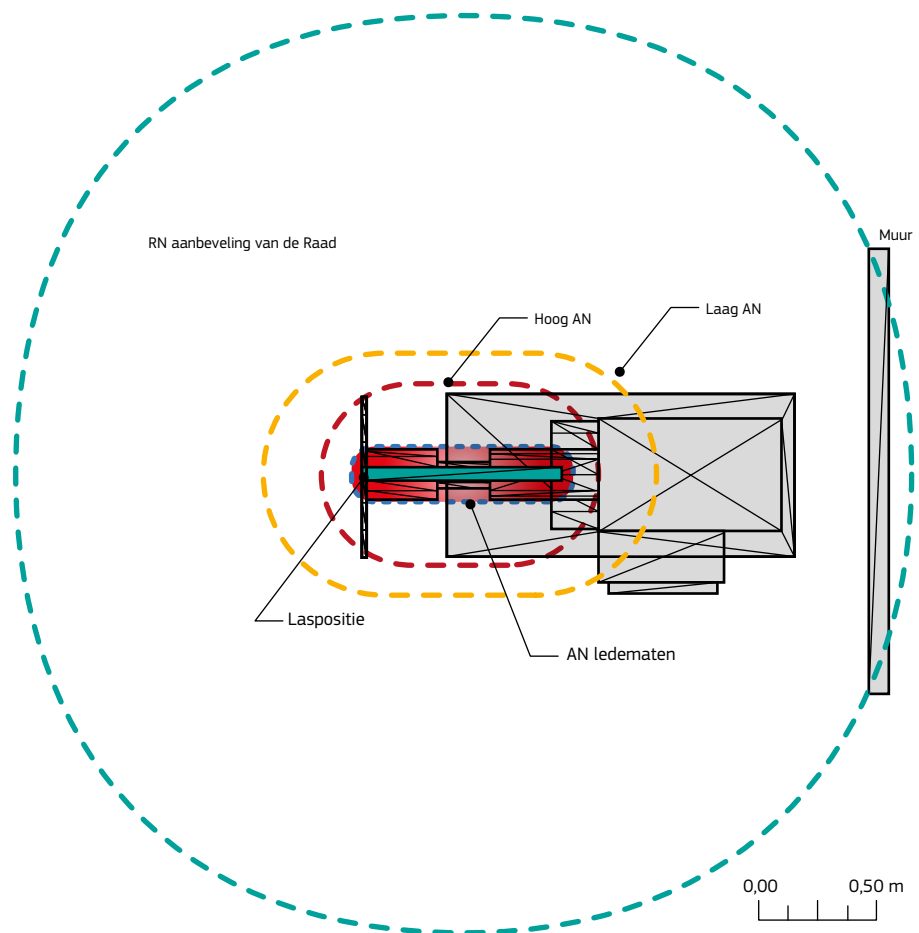
Opmerking: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 10\%$ en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

Er werden metingen uitgevoerd op de positie waar de hand van de operator zich het dichtst bij de elektroden bevond (ongeveer 10 cm van het laspunt). Op deze positie bedroeg de magnetische fluxdichtheid minder dan 67 % van het AN voor ledematen. Er werd evenwel vastgesteld dat dit AN kon worden overschreden indien de ledematen zich achter de laselektroden bevonden i.p.v. aan de zijkanen ervan.

Net zoals bij de puntlasmachine voerde de adviseur metingen uit op diverse andere posities rond de apparatuur en vergeleek de resultaten met de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Er werd vastgesteld dat de referentieniveaus tot maximaal 2,45 m van de elektroden konden worden overschreden.

De zones waar de AN voor ledematen en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden, worden weergegeven in figuur 7.9.

Figuur 7.9 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen het actieniveau voor ledematen (blauw), het hoge actieniveau (rood), het lage actieniveau (geel) en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus (groen) kunnen worden overschreden rond de naadlasmachine



7.7 Risicobeoordeling

Het bedrijf voerde EMV-specifieke risicobeoordelingen voor zijn lasapparatuur uit op basis van de bestudering van de handleidingen en de door de adviseur uitgevoerde metingen (tabellen 7.1, 7.2 en 7.3). Dit gebeurde in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordeling bleek dat:

- op de gebruikelijke positie van de operator het hoge AN en het lage AN niet worden overschreden;
- het lage AN kan worden overschreden op de positie van de operator wanneer wordt gewerkt aan de naadlasmachine;
- de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden rond elke naadlasmachine.

Het bedrijf stelde een actieplan op op basis van de risicobeoordeling en documenteerde dit plan.

Tabel 7.1 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor tafelpuntlasmachine

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>Het lage actieniveau kan worden overschreden tot maximaal 22 cm van de elektroden</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1 m van de elektroden</p>	De gebruikelijke positie van de operator is meer dan 30 cm van de elektroden. Dit betekent dat het lage actieniveau niet kan worden overschreden op de positie van de operator	<p>Operatoren</p> <p>Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)</p>	✓				✓	Laag	<p>Er moet informatie en opleiding worden gegeven aan operatoren en andere personen die in de werkplaats werken</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwingsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Er moet een scheidingslijn worden geverfd op de vloer om de zone aan te duiden waarbinnen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden</p> <p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur in gebruik is</p>	
<p>Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1 m van de elektroden</p>	Geen	Werknemers met een verhoogd risico	✓				✓	Laag	<p>Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Het is voor werknemers met AIMD verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur wordt gebruikt</p>	

Tabel 7.2 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor draagbare hangende puntlasmachine

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>De hoge en lage actieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 33 cm van de elektrodearmen</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1,3 m van de apparatuur</p>	<p>Geen. De zone waar de hoge en lage actieniveaus worden overschreden is evenwel plaatselijk</p>	<p>Operatoren</p> <p>Andere werknemers</p> <p>Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)</p>	✓				✓		<p>Laag</p>	<p>Er moet informatie en opleiding worden gegeven aan operatoren en andere personen die in de werkplaats werken</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwingsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Er moet een scheidingslijn worden geverfd op de vloer om de zone aan te duiden waarbinnen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden</p> <p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur in gebruik is</p>
<p>Indirecte EMV-effecten (effecten op AIMD):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 1,3 m van de elektroden</p>	<p>Geen</p>	<p>Werknemers met een verhoogd risico</p>	✓				✓		<p>Laag</p>	<p>Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Het is voor werknemers met AIMD verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur wordt gebruikt</p>

Tabel 7.3 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor naadlasmachine

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
<p>Directe EMV-effecten:</p> <p>Het lage AN wordt overschreden op de positie van de operator</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 2,45 m van de elektroden</p>	Geen	<p>Operatoren</p> <p>Andere werknemers</p> <p>Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)</p>	✓					✓	Laag	<p>Er moet informatie en opleiding worden verstrekt aan operatoren en andere werknemers, met name met betrekking tot mogelijke effecten op zintuigen en de noodzaak om deze effecten te melden indien zij worden ervaren</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwingsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Er moet een scheidingslijn worden geverfd op de vloer om de zone aan te duiden waarbinnen de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden</p> <p>Het is voor zwangere vrouwen verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur in gebruik is</p>
<p>Indirecte EMV-effecten (effecten op AIMD):</p> <p>De in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden tot maximaal 2,45 m van de elektroden</p>	Geen	Werknemers met een verhoogd risico	✓				✓		Laag	<p>Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt</p> <p>Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke</p> <p>Op de apparatuur moeten waarschuwings- en verbodsmeldingen worden aangebracht</p> <p>Het is voor werknemers met AIMD verboden de apparatuur te gebruiken of de scheidingslijn te overschrijden wanneer de apparatuur wordt gebruikt</p>

7.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Vóór de meetbeoordeling door de adviseur bestonden er geen specifieke voorzorgsmaatregelen om blootstelling aan EMV's te beperken.

7.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

Naar aanleiding van de meetbeoordeling en na een evaluatie van de gevaren die gepaard gaan met de apparatuur stelde het bedrijf een actieplan op en besloot om:

- informatie te verstrekken aan werknemers over het EMV-gevaar dat gepaard gaat met de lasapparatuur;
- scheidingslijnen te verven op de vloer rond de apparatuur om aan te duiden waar de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden;
- te verbieden dat zwangere werknemers en werknemers met AIMD de lasapparatuur gebruiken of de scheidingslijnen overschrijden;
- waarschuwingsmeldingen over sterke magnetische velden, alsook verbodswaarschuwingen voor personen met AIMD (figuur 7.10) aan te brengen op de lasapparatuur;
- via gepaste programma's voor introductie van de site en contact met contractanten ervoor te zorgen dat personen die de werkplaats betreden op de hoogte zijn van de risico's.

Figuur 7.10 — Voorbeelden van waarschuwingsmeldingen voor sterke magnetische velden en een weergave van het verbodssymbool voor personen met AIMD



Waarschuwing
Deze apparatuur wekt tijdens werking sterke magnetische velden op



Overschrijd de gele lijn niet tijdens het lassen

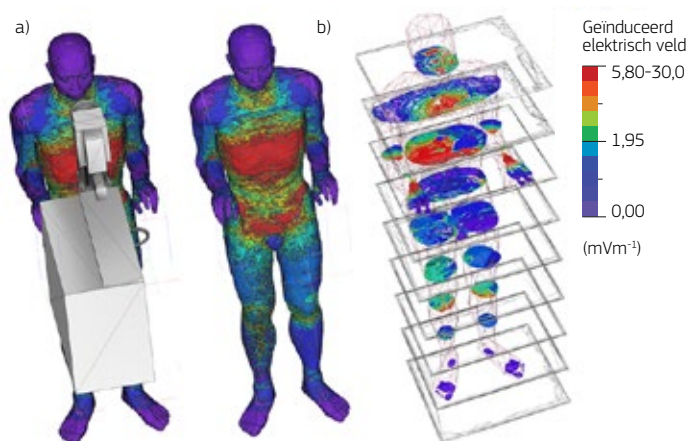
7.10 Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie

Uit computermodellering op basis van de meetresultaten rond alle drie de lasmachines blijkt dat de geïnduceerde elektrische velden in overeenstemming waren met de GWB.

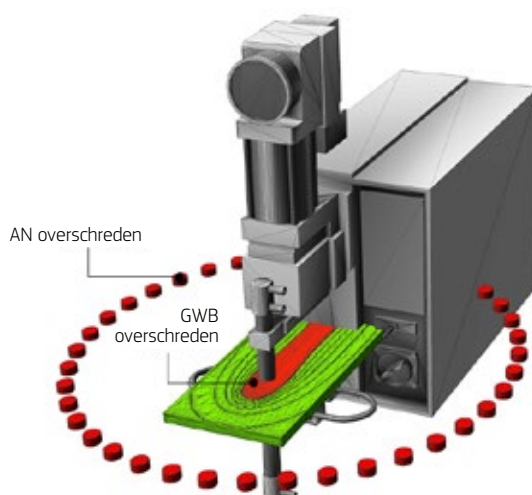
7.10.1 Tafelpuntlasmachine

Voor de tafelpuntlasmachine werd vastgesteld dat de blootstelling van de operator minder bedroeg dan 1 % van de GWB (figuur 7.11). De GWB worden enkel overschreden als het lichaam zich in de ruimte tussen de elektroden en de lasmachinebehuizing bevond of minder dan één centimeter van de elektroden zelf terwijl de eenheid in werking was (figuur 7.12).

Figuur 7.11 — Verdeling van het geïnduceerde veld in het menselijk model met de romp op 20 cm van de elektroden met de handen op een afstand van ongeveer 8 cm. De figuur toont tevens de ruimtelijke verdeling van de maximale interne elektrische velden geïnduceerd in de operator door blootstelling aan de puntlasmachine (a) op het oppervlak van het lichaam en (b) in diverse horizontale delen binnen het lichaam



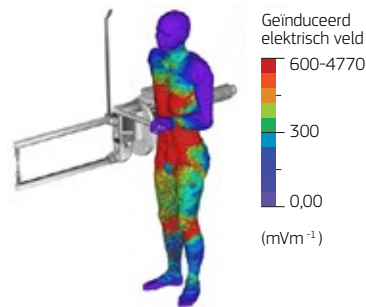
Figuur 7.12 — Omtrekken rond de tafelpuntlasmachine waaruit de regio's blijken waarin de GWB voor effecten op de gezondheid kunnen worden overschreden (rode zone). Ook de regio's waarin de GWB voor effecten op de gezondheid niet worden overschreden (groene zone en verder) en de zone waarin het lage actieniveau kan worden overschreden (rode cirkels)



7.10.2 Draagbare hangende puntlasmachine

Voor de draagbare hangende puntlasmachine werd vastgesteld dat de AN niet werden overschreden op de positie van de operator. De verdeling van het geïnduceerde elektrische veld wordt evenwel weergegeven in figuur 7.13.

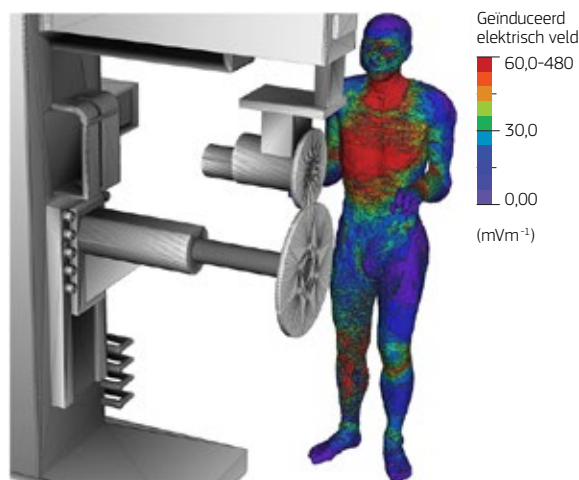
Figuur 7.13 — Ruimtelijke verdeling van de maximale geïnduceerde elektrische velden in een menselijk model bij blootstelling aan de draagbare hangende puntlasmachine



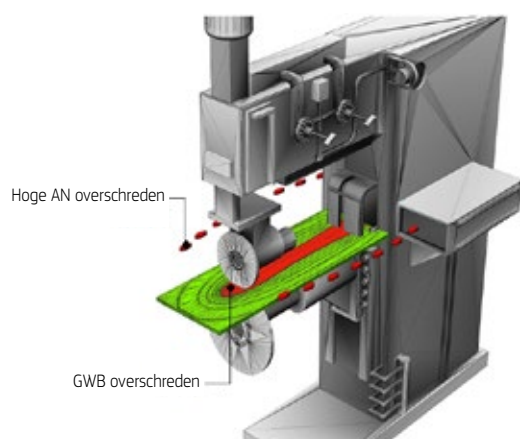
7.10.3 Naadlasmachine

Het lage AN was overschreden op de positie van de operator. Uit de computermodellering blijkt dat de blootstelling op de positie van de operator kleiner is dan 50 % van de GWB. De verdeling van het geïnduceerde elektrische veld wordt weergegeven in figuur 7.14. Er werd vastgesteld dat de GWB enkel worden overschreden als het lichaam zich in de ruimte tussen de elektroden en de gasmachinebehuizing bevond of minder dan 5 cm van de wielelektroden zelf terwijl de eenheid in werking was. Deze regio wordt in het rood weergegeven in figuur 7.15.

Figuur 7.14 — Ruimtelijke verdeling van de maximale interne elektrische velden geïnduceerd in het menselijk model bij blootstelling aan de naadlasmachine



Figuur 7.15 — Omtrekken rond de naadlasmachine waaruit de regio's blijken waarin de GWB voor effecten op de gezondheid kunnen worden overschreden (rode zone). Ook de regio's waarin de GWB voor effecten op de gezondheid niet worden overschreden (groene zone en verder) en de zone waarin het hoge actieniveau kan worden overschreden (rode streepjes) worden weergegeven



8. METAALPRODUCTIE

De EMV-bronnen in dit praktijkvoorbeeld zijn:

- inductieovens;
- vlamboogovens;
- een koolstof- en zwavelanalysator met een kleine oven.

8.1 Werkplek

De EMV-bronnen waren in gebruik in een aantal verschillende werkplaatsen in de fabriek die speciale metalen en legeringen voor een aantal sectoren produceerde. De relevante werkplekken waren:

- een kleine faciliteit voor productie van legeringen;
- een faciliteit voor productie van ferrotitanium;
- een grote elektrische smeltfaciliteit;
- een vlamboogovenfaciliteit;
- een laboratorium voor analytische diensten.

8.2 Aard van het werk

In verschillende zones rond de fabriek werden metalen en legeringen uit grondstoffen geproduceerd en het bedrijf voerde tevens analytische tests uit in het laboratorium.

Het merendeel van het werk dat het voorwerp van dit praktijkvoorbeeld vormde, had betrekking op het handmatig laden van ovens en afhankelijk van de apparatuur vond deze activiteit plaats tijdens werking van de apparatuur.

Onderhouds- en reparatiewerken werden enkel uitgevoerd wanneer de apparatuur was uitgeschakeld wegens andere risico's zoals elektrische schok, verbranding, botsing met bewegende machines enzovoort.

8.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt en hoe deze wordt gebruikt

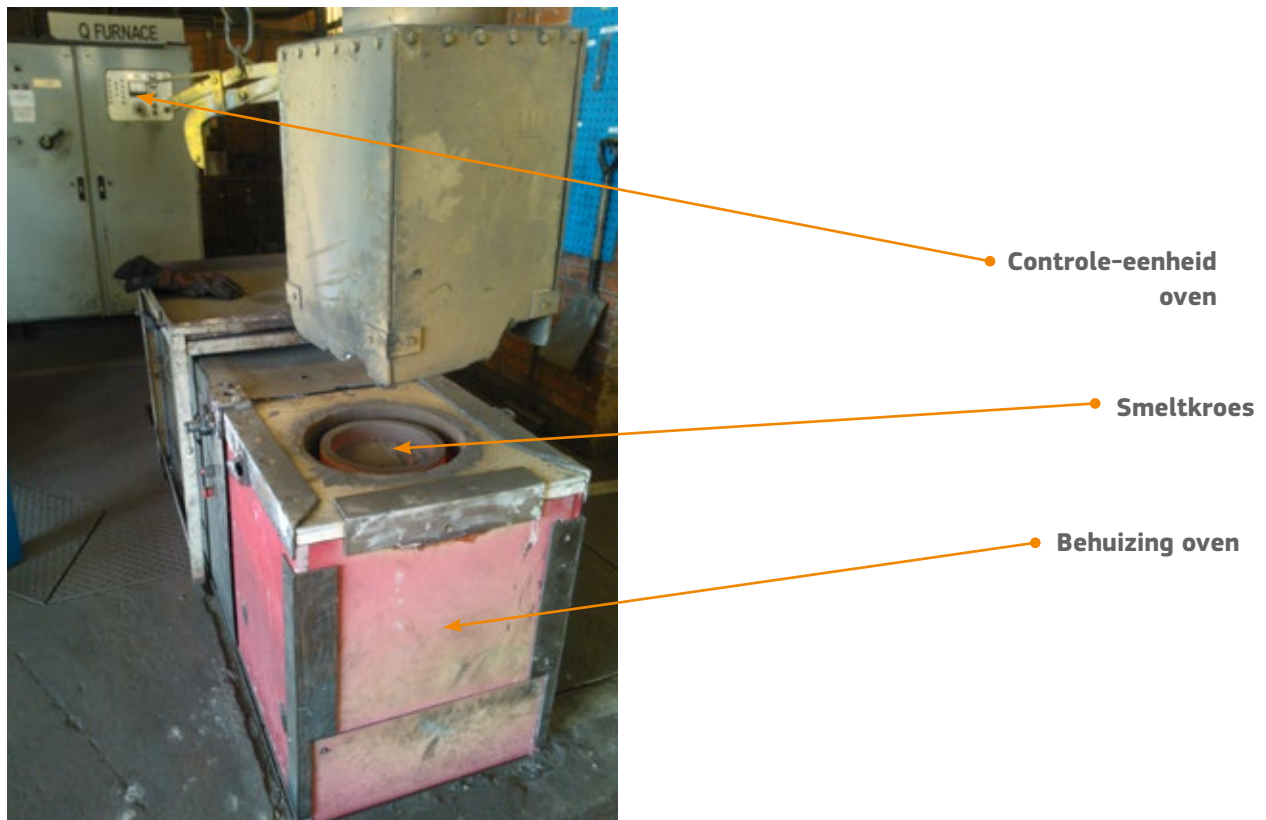
8.3.1 Kleine faciliteit voor productie van legeringen

Deze faciliteit produceerde legeringen in een kleine inductieoven (ongeveer 30 cm doorsnede). De inductieoven werkte op frequenties tussen 2,4 en 2,6 kHz en met een voeding tussen 60 en 160 kW. De oven wordt weergegeven in figuur 8.1 en de werkingwijze wordt hieronder beschreven:

- een smeltkroes met maximaal 45 kg grondstoffen werd in de oven geplaatst;
- het vermogen wordt door de operator ingesteld op 60 kW en de oven werd aangezet en werkte op een frequentie van 2,42 kHz;

- het vermogen stijgt automatisch naar 160 kW over een periode van ongeveer 25 minuten;
- tijdens deze periode stijgt de frequentie tevens naar 2,6 kHz;
- na ongeveer 25 minuten vermindert de operator het vermogen tot 80 kW;
- na nogmaals vijf minuten schakelt de operator de oven uit en verwijdert de smeltkroes.

Figuur 8.1 — Inductieoven in een kleine faciliteit voor productie van legeringen



8.3.2 Faciliteit voor productie van ferrotitanium

Deze faciliteit beschikte over twee inductieovens met een vermogen van 1,5 ton aangedreven door één enkele controle-eenheid met variabel inductievermogen (VIP). De ovens werkten op frequenties tussen 217 en 232 Hz en met een voeding van 600 kW. De smeltkroezen werden handmatig geladen, doorgaans wanneer de ovens in werking waren.

8.3.3 Grote elektrische smeltfaciliteit

Deze faciliteit beschikte over tien inductieovens, elk met een vermogen van 1,5 ton en elk werkend op een frequentie van 50 Hz. De inductiespoelen vormden een integraal deel van de smeltkroezen zodat deze stroom konden aanbrenge en het metaal gesmolten konden houden tijdens het gieten.

De smeltkroezen werden geplaatst in een verhoogd platform waarbij hun bovenkant gelijk kwam met het platform en de operatoren verwijderden de smeltkroezen doorgaans handmatig van het platform tijdens het smeltproces. Aan het einde van het smeltproces werden de smeltkroezen gekanteld en werd het gesmolten metaal gegoten.

De ovens werkten met een vermogen tussen 70 en 1 300 kW. Het voor de ovens gebruikte vermogen varieerde tijdens het smeltproces en nam af aan het eind ervan omdat een lager vermogen nodig was om het metaal gesmolten te houden eenmaal het volledig was gesmolten.

De voeding naar de ovens was afkomstig van transformatoren in kelders onder de ovens. De transformatoren en „bus bars” bevonden zich in kooien en toegang ertoe was beperkt door middel van een Castell-vergrendelingssysteem. De VIP-controle-eenheden bevonden zich in controle-ruimten op het ovenplatform.

8.3.4 Vlamboogovenfaciliteit

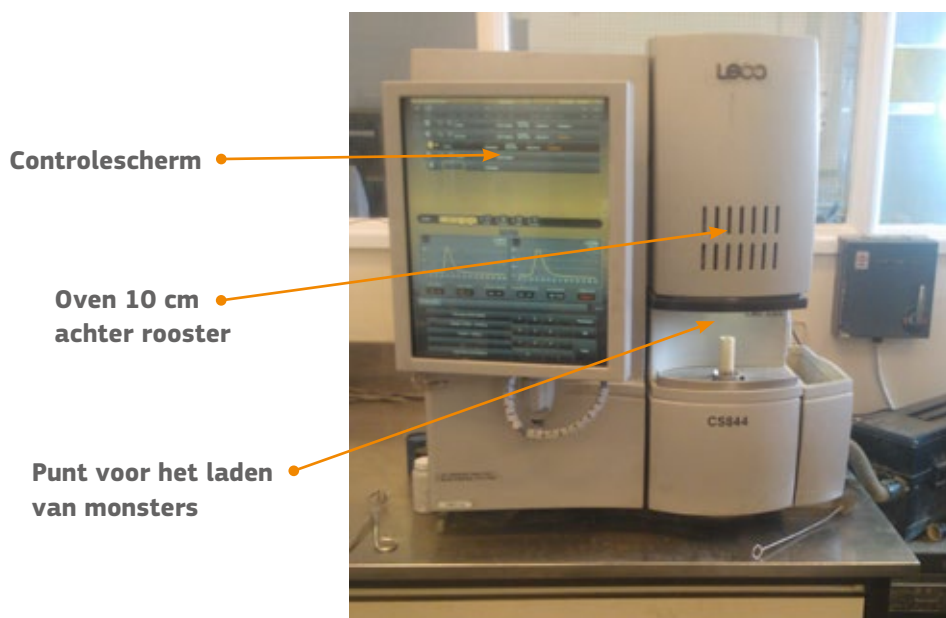
Deze faciliteit beschikte over twee vlamboogovens die nikkelboor en chroomboor produceren en elk werken op een frequentie van 50 Hz. De ovens waren ovens die voortdurend partijen produceerden en hierbij gaat het om ongeveer 1 ton product per partij. Deze ovens werden handmatig geladen en bestuurd vanuit de controleruimten.

De ovens werkten met een vermogen tussen 500 en 1 000 kW. De transformatoren en „bus bars” die stroom leverden aan de ovens bevonden zich in kooien en toegang ertoe was beperkt door middel van een Castell-vergrendelingssysteem.

8.3.5 Laboratorium voor analytische diensten

In dit laboratorium werd een tafelkoolstof- en zwavelanalysator gebruikt. De analysator bevatte een kleine oven van 2,2 kW die werkte op een frequentie van 18 MHz. Monsters die de operator in de analysator plaatste, werden in het midden van de ovenspoel gegeven die zich in de analysator bevond, ongeveer 10 cm binnen de behuizing. De oven werd vervolgens gedurende ongeveer 1 minuut ingeschakeld terwijl de analyse plaatsvond. Het monster werd vervolgens neergelaten uit de oven en door de operator verwijderd. Het volledige proces, van het laden tot het verwijderen van het monster, werd automatisch uitgevoerd. Het was dan ook niet nodig dat de operator zich in de buurt van de analysator bevond terwijl deze in werking was. De analysator wordt weergegeven in figuur 8.2.

Figuur 8.2 — Koolstof- en zwavelanalysator in het laboratorium voor analytische diensten



8.4 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Metingen van blootstellingen zijn uitgevoerd door een deskundige adviseur met behulp van gespecialiseerd gereedschap. Door de omvang van de vestiging en het aantal werkzones met mogelijk EMV werd een eerste onderzoek uitgevoerd om te bepalen in welke zones de actieniveaus (AN) konden worden overschreden. Deze zones werden vervolgens opnieuw bezocht en er werden verdere, meer gedetailleerde metingen uitgevoerd zodat een actieplan kon worden opgesteld. Alle metingen werden uitgevoerd op plaatsen die toegankelijk waren voor werknemers terwijl de apparatuur in werking was.

De metingen waren gericht op de door de apparatuur opgewekte magnetische velden omdat deze waarschijnlijk het meest bijdroegen aan de blootstelling van werknemers.

Bij de beoordeling van de blootstelling van werknemers met een verhoogd risico werd een vergelijking gemaakt met de referentieniveaus die worden verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

8.4.1 Kleine faciliteit voor productie van legeringen

Tijdens het smeltproces werden metingen uitgevoerd op verschillende plaatsen rond de faciliteit. De meetplaatsen omvatten:

- in de buurt van de oven;
- in de buurt van de controle-eenheid;
- in de buurt van de voedingskabels naar de controle-eenheid;
- in de buurt van de kabels die van de controle-eenheid naar de oven gaan;
- in de cabine van de operator.

8.4.2 Faciliteit voor productie van ferrotitanium

Tijdens het smeltproces werden metingen uitgevoerd op verschillende plaatsen rond de faciliteit. De meetplaatsen omvatten:

- in de buurt van de ovens;
- in de buurt van de VIP-controle-eenheid;
- in de buurt van de voedingskabels naar de controle-eenheid;
- in de buurt van de kabels die van de controle-eenheid naar de oven gaan;
- aan het bureau van de operator.

8.4.3 Grote elektrische smeltfaciliteit

Terwijl de ovens werkten, werden metingen uitgevoerd op talrijke plaatsen rond de faciliteit. De meetplaatsen omvatten:

- posities van de operator bij het verwijderen van ovens van het platform;
- posities van de operator bij het kantelen van de smeltkroes;
- posities in de buurt van de smeltkroes tijdens het kantelen;

- controleruimten;
- posities in de buurt van de VIP-controle-eenheden;
- posities in de buurt van de voedingskabels naar de controle-eenheden;
- posities in de buurt van de kabels die van de controle-eenheden naar de ovens gaan;
- buiten de kooien in de onderruimten van de transformator;
- onder „bus bars” op de dichtste toegangspunten.

8.4.4 Vlamboogovenfaciliteit

Terwijl de ovens werkten, werden metingen uitgevoerd op talrijke plaatsen rond de faciliteit. De meetplaatsen omvatten:

- posities van de operator bij het laden van ovens;
- controleruimten;
- posities in de buurt van de controle-eenheden;
- dichtste toegangspunten rond de basis van de ovens;
- onder „bus bars” op de dichtste toegangspunten;
- posities rond de transformator-kooien;
- wandelgangen rond de ovens.

8.4.5 Laboratorium voor analytische diensten

Terwijl de oven werkte, werden er metingen uitgevoerd rond de analysator. Bijzondere aandacht ging uit naar de zone rond de oven en de zone waar de operator stond tijdens de analyse.

8.5 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

8.5.1 Initiële blootstellingsbeoordeling

De resultaten van de blootstellingsmetingen werden vergeleken met de hoge en lage AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus. Indien werd vastgesteld dat de resultaten de AN in om het even welke werkzone overschreden, werd een bijkomende meting uitgevoerd om te bepalen op welke afstand de magnetische fluxdichtheid gelijk was aan 100 % van het AN zodat kon worden besloten om over te gaan tot uitvoering van een gedetailleerdere beoordeling op basis van de waarschijnlijkheid van het gebruik van de zone waar het AN was overschreden. De belangrijke bevindingen van de initiële blootstellingsbeoordeling staan vermeld in tabel 8.1.

Tabel 8.1 — Samenvatting van belangrijke bevindingen van initiële blootstellingsbeoordeling

Werkgebied	Apparatuur	Zones met grootste blootstelling en locatie van grens van actieniveau (indien relevant)	Blootstellingsfractie (procent)		
			Laag actieniveau	Hoog actieniveau	Referentieniveau van 1999/519/EG
Kleine faciliteit voor productie van legeringen	Inductieoven (2,42 tot 2,6 kHz)	50 cm van rand van ovenbehuizing	190 % ¹	190 % ¹	3 500 % ²
		80 cm van rand van ovenbehuizing	100 % ¹	100 % ¹	1 800 % ²
Faciliteit voor productie van ferrotitanium	Twee inductieovens (217 tot 232 Hz)	Positie romp wanneer men dicht bij de VIP-eenheid staat	7,8 % ³	6,0 % ⁴	360 % ⁵
Grote elektrische smeltfaciliteit	10 inductieovens (50 Hz)	30 cm van kabels tot smeltkroes tijdens kantelen	40 % ³	6,7 % ⁶	400 % ⁷
Vlamboogoven-faciliteit	Twee vlamboogovens (50 Hz)	Positie romp wanneer men staat op het punt van dichtste toegang tot basis van oven	70 % ⁵	12 % ⁶	700 % ⁷
Laboratorium voor analytische diensten	Koolstof- en zwavelanalysator met een RF-oven (18 MHz)	20 cm van oppervlak van analysatorbehuizing	110 % ⁸		230 % ⁹
		22 cm van oppervlak van analysatorbehuizing	100 % ⁸		220 % ⁹

¹ Hoge en lage actieniveaus magnetische fluxdichtheid voor frequentie 2,6 kHz: 115 µT

² Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor frequentie van 2,6 kHz: 6,25 µT

³ Laag actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequenties in het bereik van 25 tot 300 Hz: 1 000 µT

⁴ Hoog actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequentie 230 Hz: 1 300 µT

⁵ Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor frequentie van 230 Hz: 21,7 µT

⁶ Hoog actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequentie 50 Hz: 6 000 µT

⁷ Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor frequentie van 50 Hz: 100 µT

⁸ Actieniveau magnetische fluxdichtheid voor frequenties in het bereik van 10 tot 400 MHz: 0,2 µT

⁹ Referentieniveau uit de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor frequenties in het bereik van 10 kHz tot 400 MHz: 0,092 µT

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ±10 % en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

Het bedrijf haalde volgende informatie uit de resultaten van de initiële blootstellingsbeoordeling:

- de hoge en lage AN worden overschreden op een afstand van 80 cm van de inductieoven in de kleine faciliteit voor productie van legeringen en deze zone was vlot toegankelijk voor werknemers tijdens het smeltproces;
- het AN wordt overschreden op een afstand van 22 cm van de koolstof- en zwavelanalysator in het laboratorium voor analytische diensten en geen enkel lichaamsdeel van de werknemers bevond zich in deze zone terwijl de oven werkte;
- de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus worden overschreden in toegankelijke locaties in alle beoordeelde werkzones.

In het voorbeeld van de koolstof- en zwavelanalysator was de zone waar het AN werd overschreden klein en stelde de manier waarop de analysator werd gebruikt zeker dat de werknemers weinig kans hadden om te worden blootgesteld aan elektrische en magnetische velden die de AN overschrijden.

Op basis van de bevindingen van de initiële blootstellingsbeoordeling voerde de adviseur een gedetailleerdere beoordeling van de inductieoven in de kleine faciliteit voor productie van legeringen uit.

8.5.2 Gedetailleerde blootstellingsbeoordeling in een kleine faciliteit voor productie van legeringen

De adviseur voerde een blootstellingsbeoordeling uit. Deze bevatte een observatie van de wijze waarop de oven wordt gebruikt zodat kan worden gezorgd voor een praktische oplossing van het probleem.

Er werden verschillende metingen van de magnetische fluxdichtheid uitgevoerd op tal van locaties rond de oven. Op basis van de resultaten van deze metingen konden de omtrekken van de AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus worden bepaald. Er werden tevens markeringen aangebracht op de vloer om de omvang aan te geven van de zone waarin de AN worden overschreden (figuur 8.3). De belangrijke bevindingen van de gedetailleerde blootstellingsbeoordeling staan vermeld in tabel 8.2. Een schaaltekening van de oven met de omtrekken van de AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus wordt weergegeven in figuur 8.4.

Tabel 8.2 — Samenvatting van belangrijke bevindingen van gedetailleerde blootstellingsbeoordeling van inductieoven in de kleine faciliteit voor productie van legeringen

Meetlocatie	Blootstellingsfractie (procent)		
	Hoge en lage actieniveaus ¹	Actieniveau ledematen ²	Referentieniveau verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) ³
45 cm van rand van ovenbehuizing (afstand tot actieniveau ledematen)	300 %	100 %	5 500 %
80 cm van rand van ovenbehuizing (afstand tot actieniveau ledematen)	100 %	33 %	1 800 %
300 cm van rand van ovenbehuizing (afstand tot referentieniveau van 1999/519/EG)	5,4 %	1,8 %	100 %
Positie romp wanneer men aan de controle-eenheid staat	3,5 %	1,2 %	64 %
450 cm van rand van ovenbehuizing (positie romp wanneer men in de cabine van de operator staat)	2,0 %	0,67 %	37 %

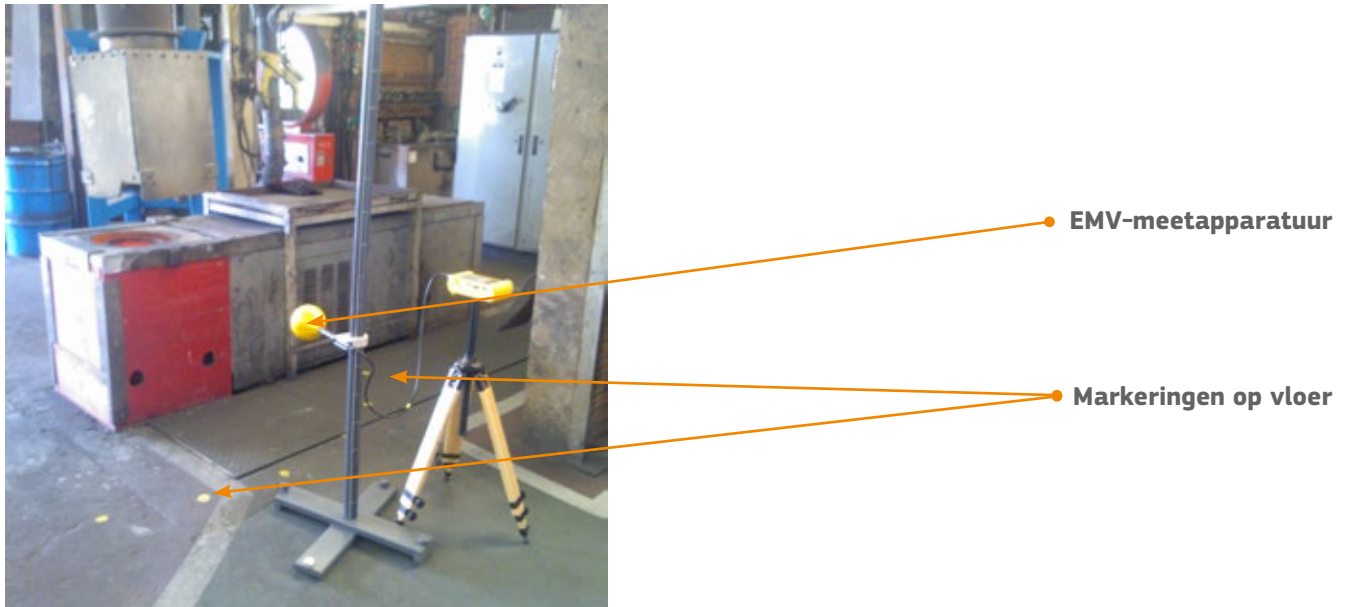
¹ Hoge en lage actieniveaus magnetische fluxdichtheid voor frequentie 2,6 kHz: 115 µT

² Actieniveau ledematen magnetische fluxdichtheid voor frequentie 2,6 kHz: 346 µT

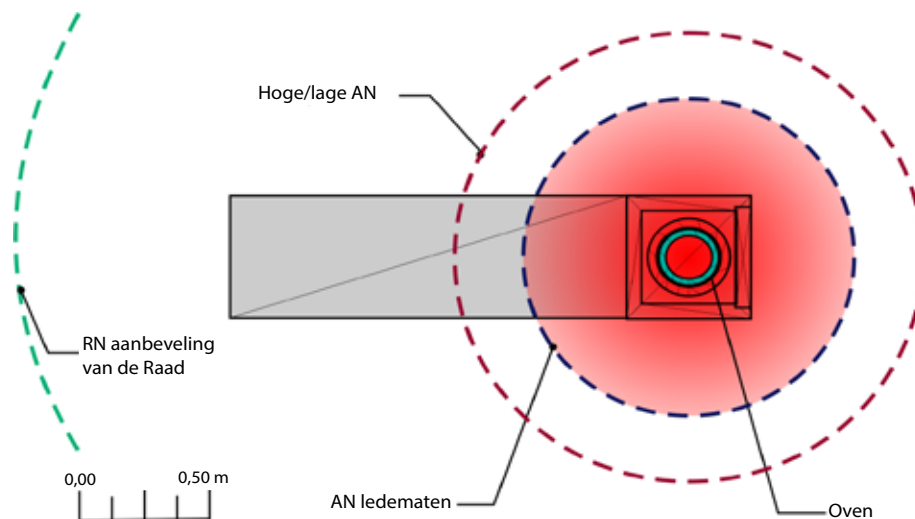
³ Referentieniveau van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) voor frequentie van 2,6 kHz: 6,25 µT

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ±10 % en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten genomen als rechtstreekse percentages van de AN.

Figuur 8.3 — Markeringen op de vloer om de omvang aan te geven van de zone waarin de hoge en lage actieniveaus worden overschreden



Figuur 8.4 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen de actieniveaus en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kunnen worden overschreden rond de inductieoven in de kleine faciliteit voor productie van legeringen



De in figuur 8.4 weergegeven omtrekken zijn in de vorm van cirkels die zijn gericht op het middelpunt van de oven. Er werd vastgesteld dat de operator de zone binnen de omtrek van het hoge en lage AN niet moest betreden wanneer de oven werkte omdat alle taken die toegang tot deze zone omvatten (plaatsing van de smeltkroes in de oven vóór het smeltproces en verwijdering ervan na voltooiing van het smeltproces) worden uitgevoerd wanneer de oven is uitgeschakeld (figuur 8.5). Hieruit bleek dat het voorkomen van toegang tot de zone de beste maatregel was om blootstelling tot de sterke magnetische velden te beperken. Er werd evenwel opgemerkt dat de installatie van barrières rond de oven niet praktisch was aangezien dit een obstakel vormt en het risico vergroot op ernstige ongevallen tijdens hantering van de smeltkroezen.

Figuur 8.5 — Taken die nabije toegang tot de oven omvatten worden uitgevoerd als de oven is uitgeschakeld



8.6 Risicobeoordeling

Op basis van de door de adviseur uitgevoerde blootstellingsbeoordeling voerde het bedrijf een EMV-specifieke risicobeoordeling van de vestiging uit met betrekking tot EMV. Dit gebeurde in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordeling bleek dat:

- werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden in één van de werkzones in de vestiging;
- werknemers (ook met een verhoogd risico) beschikten over onbeperkte toegang tot een zone waar de AN worden overschreden in de kleine faciliteit voor productie van legeringen.

Het bedrijf stelde een actieplan op op basis van de risicobeoordeling en dit plan werd gedocumenteerd.

Een voorbeeld van een EMV-specifieke risicobeoordeling voor de vestiging wordt weergegeven in tabel 8.3.

Tabel 8.3 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor de metaalproductievestiging

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van magnetisch veld	Geen	Werknemers in kleine faciliteit voor productie van legeringen	✓					✓	Gemiddeld	Toegang tot zone waar actieniveaus worden overschreden, moet worden voorkomen Er moeten gepaste waarschuwingsmeldingen worden aangebracht in de werkzone waar actieniveaus worden overschreden
		Werknemers in andere beoordeelde zones	✓			✓			Laag	Er moeten specifieke waarschuwingen worden verstrekt in de veiligheidsopleiding ter plaatse voor werknemers
		Bezoekers	✓				✓		Laag	Er moeten gepaste waarschuwingsmeldingen worden aangebracht voor personen met medische implantaten aan toegangspunten tot andere werkzones
		Werknemers met een verhoogd risico (waaronder zwangere vrouwen)		✓				✓		Gemiddeld
Indirecte effecten van magnetisch veld (interferentie met medische implantaten)	Geen	Werknemers met een verhoogd risico		✓			✓		Gemiddeld	Zie hierboven

8.7 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

De toegang tot de transformatoren en „bus bars” die bij de apparatuur behoren, is beperkt door het risico op elektrische schok. Dit zou tevens hebben gezorgd voor een beperking van de toegang tot mogelijk sterke magnetische velden maar vóór de uitvoering van de blootstellingsbeoordeling door de adviseur waren er geen voorzorgsmaatregelen die specifiek gericht waren op EMV-blootstelling.

Een belangrijke observatie was dat de AN niet worden overschreden op normaal toegankelijke plaatsen rond de grote productieovens of hun controle-eenheden en dit ondanks de aanzienlijke grotere vermogens die betrokken waren. Dit kwam waarschijnlijk door de fysieke omvang van de apparatuur waardoor toegang tot potentieel sterke magnetische velden niet mogelijk was. Er werd vastgesteld dat de gebieden waar AN kunnen worden overschreden rond de kleinere apparatuur lagen en dit simpelweg omdat dichtere toegang tot deze apparatuur mogelijk was.

8.8 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

Op basis van de resultaten van de blootstellingsbeoordeling kon het bedrijf beschermings- en voorzorgsmaatregelen treffen om ervoor te zorgen dat werknemers, ook die met een verhoogd risico, niet worden blootgesteld aan schadelijke EMV-niveaus. Vlak na de initiële blootstellingsbeoordeling zijn een aantal bijkomende voorzorgsmaatregelen getroffen. Deze maatregelen omvatten:

- dat personen met medische implantaten de werkzones niet mogen betreden;
- dat aan de gezondheids- en veiligheidsintroductiefilm van het bedrijf een waarschuwing is toegevoegd over de aanwezigheid van sterke magnetische velden en een waarschuwing voor personen met medische implantaten;
- dat op de toegangspunten naar de relevante werkzones waarschuwingmeldingen zijn aangebracht die beschikken over de pictogrammen „magnetisch veld” en „geen medische implantaten”, samen met de gepaste bewoording (figuur 8.6).

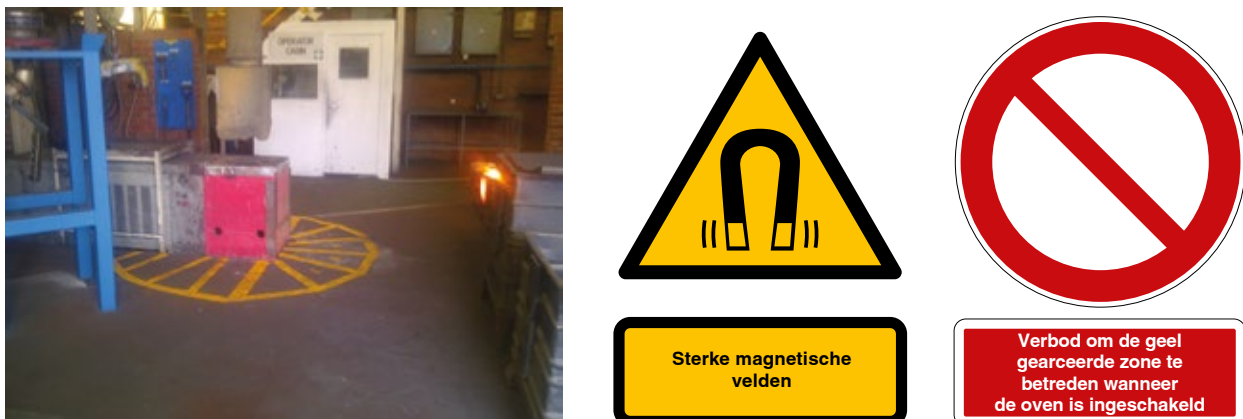
Na de gedetailleerdere blootstellingsbeoordeling zijn bijkomende beschermings- en voorzorgsmaatregelen getroffen:

- er zijn markeringen geverfd op de vloer rond de inductieoven in de kleine faciliteit voor productie van legeringen om de zone aan te geven waar de AN worden overschreden (figuur 8.7) en werknemers kregen de instructies om de zone niet te betreden terwijl de oven werkte;
- er zijn in de buurt van de inductieoven waarschuwingmeldingen aangebracht met het pictogram „sterk magnetisch veld” en het verbodspictogram en de gepaste bewoording (figuur 8.7).

Figuur 8.6 — Voorbeeld van een waarschuwingsmelding aangebracht op toegangspunten tot werkzones



Figuur 8.7 — Geverfde vloer en bijbehorende waarschuwingsmelding om de zone aan te geven waar de actieniveaus kunnen worden overschreden



8.9 Verwijzing naar bronnen voor nadere informatie

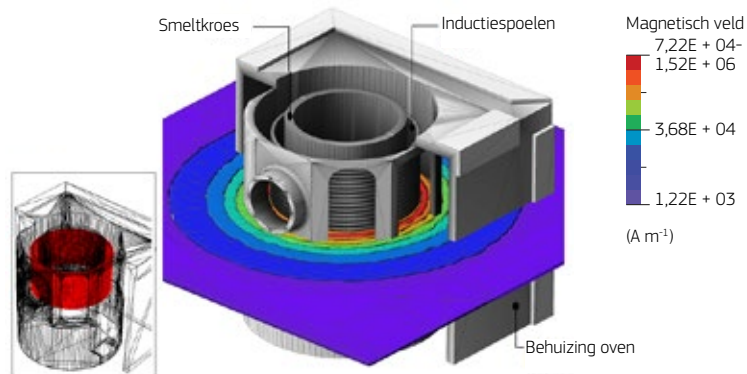
Met het oog op volledigheid raadpleegde het bedrijf een deskundige voor de uitvoering van een computermodellering van de potentiële blootstelling voor wat betreft de GWB van een werker die in de gearceerde zone staat terwijl de kleine oven voor productie van legeringen werkte.

De computermodellering is uitgevoerd om de interne elektrische velden te beoordelen die worden geïnduceerd in het lichaam van een operator die zich in de buurt van de werkende oven bevindt. De parameters van de modellering zijn vastgelegd op specifieke waarden zodat het model waarden van de magnetische veldsterkte produceerde die vergelijkbaar zijn met die verkregen in de meetfase van de blootstellingsbeoordeling.

De ruimtelijke beoordeling van het door het model opgewekte magnetische veld in het x-y-vlak rond de inductieoven wordt weergegeven in figuur 8.8. Deze berekende veldwaarden stemmen goed overeen met de tijdens de blootstellingsbeoordeling gemeten waarden en toonden verder aan dat hoewel de magnetische veldsterkten vrij

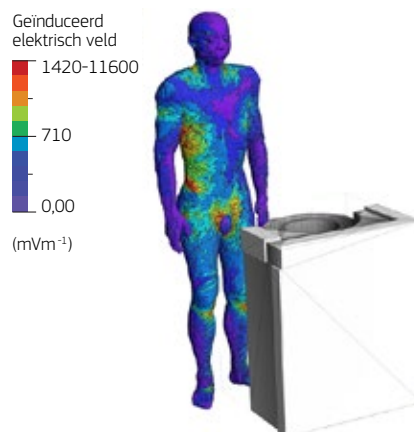
hoog zijn in de buurt van de inductiespoel van de oven, deze waarden zeer snel dalen in functie van de afstand.

Figuur 8.8 — Ruimtelijke verdeling van het door het model opgewekte magnetisch veld in het x-y-vlak rond een opengewerkte afbeelding van de inductieoven. De inductiespoel wordt in het rood weergegeven (inset)



De berekeningen van de in het lichaam geïnduceerde interne elektrische velden zijn uitgevoerd voor een werknemer die zich op 65 cm van het middelpunt van de inductieoven bevindt. De verdeling van geïnduceerde elektrische velden in een menselijk model wordt weergegeven in figuur 8.9. De voor deze blootstellings situatie in het lichaam berekende hoogste elektrische veldwaarde bedroeg 916 mVm^{-1} (in botweefsel). Dit vertegenwoordigde 83 % van de GWB voor effecten op de gezondheid op 2,43 kHz.

Figuur 8.9 — Ruimtelijke verdeling van de maximale interne elektrische velden geïnduceerd in het menselijk model bij blootstelling aan de inductieoven

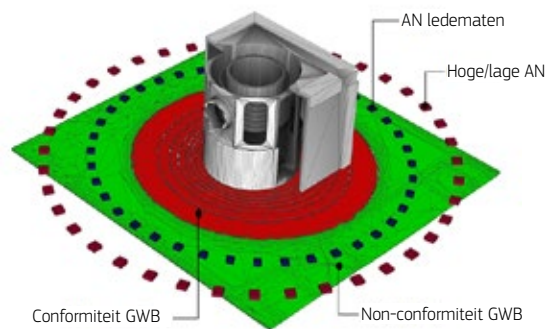


Een regio waar de GWB voor effecten op de gezondheid kan worden overschreden door blootstelling aan de inductieoven kan worden bepaald door uitvoering van blootstellingssimulaties met behulp van het menselijk model op diverse afstanden van de oven.

Er werd vastgesteld dat de GWB enkel wordt overschreden als het lichaam zich binnen een straal bevindt van ongeveer 60 cm van het middelpunt van de werkende oven. Deze regio wordt in het rood weergegeven in figuur 8.10. Ook de zones waar de AN kunnen worden overschreden worden weergegeven (figuur 8.4).

Aangezien de oven is geïnstalleerd binnen een behuizing van ongeveer 63 cm x 63 cm (d.w.z. gaande tot een afstand van 31,5 cm van het middelpunt van de oven), moet een werknemer zich zo dicht bij de ovenbehuizing bevinden vooraleer de GWB worden overschreden dat dit als een onwaarschijnlijk blootstellingsscenario wordt beschouwd. Hierdoor wist het bedrijf dat de geleverde vloer een geschikte voorzorgsmaatregel was.

Figuur 8.10 — Omtrekken rond de inductieoven waaruit de regio's blijken waarin de GWB voor effecten op de gezondheid kan worden overschreden (rode zone). Ook de regio's waarin de GWB voor effecten op de gezondheid niet wordt overschreden (groene zone en verder) en de regio's waarin de actieniveaus kunnen worden overschreden (blauwe en rode vierkantjes)



9. RADIOFREQUENTE (RF) PLASMATOESTELLEN

RF-plasmatoestellen worden doorgaans gebruikt bij de vervaardiging van halfgeleidersapparatuur, de productie van geïntegreerde stroomkringen. Zij worden ook in andere industrieën gebruikt voor reiniging van optische onderdelen, spectroscopische toepassingen en research. Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op RF-plasmatoestellen die worden gebruikt in het waferproductieproces binnen een cleanroomomgeving. De werkgever was bezorgd over het potentiële gevaar voor een werknemer met een pacemaker die binnenkort opnieuw zou komen werken. De producent van de pacemaker bezorgde de werkgever gegevens over de veiligheidsgrenzen voor blootstelling van de pacemaker aan elektromagnetische velden.

9.1 Aard van het werk

De taak van de werknemer met pacemaker bestaat uit het plaatsen van wafers in de RF-plasmatoestellen en het bedienen van de toestellen (figuur 9.1).

Figuur 9.1 — Zone voor plaatsing van wafers



Figuur 9.2 — Reactiekamers in de servicezone



9.2 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

De RF-plasmatoestellen op deze werkplek bestaan doorgaans uit een RF-bron en een ontruimde reactiekamer (figuur 9.2). Een aantal toestellen ter plaatse beschikt over meerdere RF-bronnen en/of meerdere reactiekamers. Het opgewekte RF-veld wordt gebruikt om een plasmaontlading te creëren en behouden. Deze ontlading wordt gebruikt voor de uitvoering van processen zoals het etsen, opdammen en strippen van de wafer binnen de kamer. De opgewekte RF-frequenties kunnen van een paar honderd kHz tot enkele GHz gaan. Vaak gebruikte frequenties zijn 400 kHz, 13,56 MHz en 2,45 GHz.

Bij dit soort uitrusting wordt het RF-veld doorgaans tegengehouden door de behuizing en de metalen reactiekamer. RF-lekkage is mogelijk in het geval van openingen in de behuizing van de apparatuur zoals verkeerd afgestemde of onjuist geïnstalleerde panelen, ontbrekende schroeven, defecte kabelconnectoren en schade aan flexibele golfgeleiders. Openingen in de reactiekamer of golfgeleiders worden meestal waargenomen door een verlies aan vacuüm. Een aantal kamers is uitgerust met kijkvensters met beschermende (Faraday)schermen. Ontbrekende of beschadigde schermen kunnen leiden tot RF-lekkage.

Een aantal toestellen beschikt tevens over sterke magneten. Dit leidt tot de productie van statische magnetische velden.

9.3 Hoe de toepassing wordt gebruikt

De persoon met pacemaker blijft doorgaans in de productiezone van de cleanroom waar de apparatuur wordt bediend en de wafers worden geplaatst. De reactiekamers en RF-generatoren van elke apparatuur bevinden zich in de servicezone. Deze werknemer mag de servicezone betreden maar geen service- of onderhoudsactiviteiten aan de apparatuur uitvoeren.

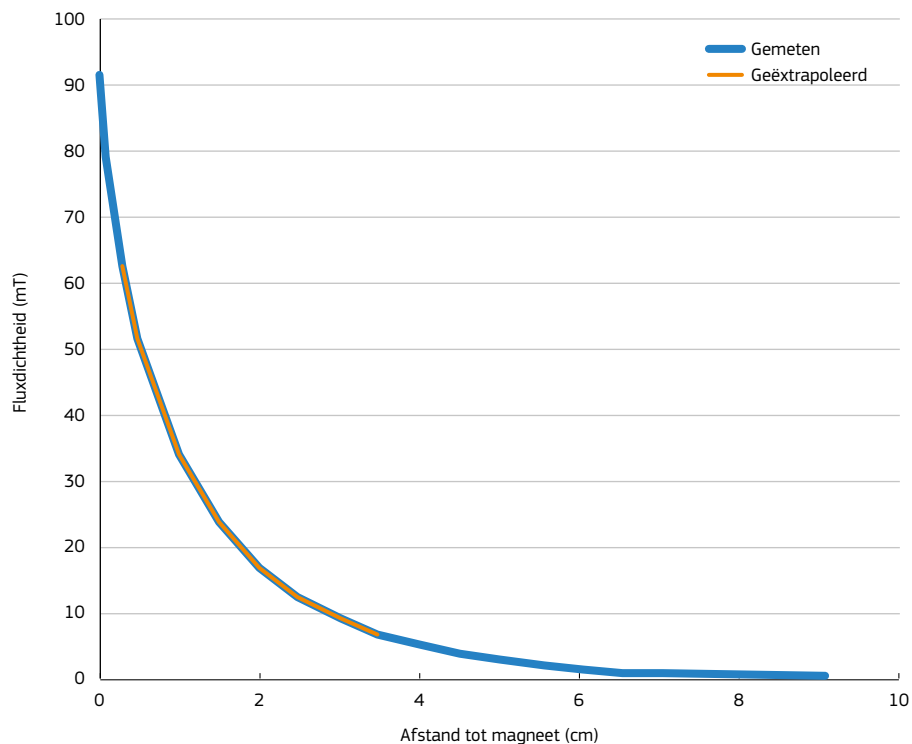
9.4 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Het is mogelijk om metingen uit te voeren van de elektromagnetische velden rond deze apparatuur. Dit vereist echter de diensten van een deskundige adviseur die gespecialiseerd gereedschap gebruikt. Door de diverse gebruikte frequenties zijn dan meerdere meetapparaten nodig. Bovendien moeten voor de middenfrequentievelden (bv. 400 kHz en 13,56 MHz) metingen worden uitgevoerd in het „nabije veld”. De elektrische en magnetische velden moeten afzonderlijk worden gemeten. Op hogere frequenties (2,45 GHz) worden de metingen doorgaans uitgevoerd in het „verre veld”. In deze situatie verspreiden de elektrische en magnetische velden zich als een elektromagnetische golf en daarom is het gebruikelijker om enkel het elektrische veld te meten. Aangezien de twee verwant zijn, kan het magnetische veld worden afgeleid.

Als eerste stap in het kader van de beoordeling van de blootstelling nam de werkgever contact op met de producenten van de RF-plasmatoestellen om informatie te vragen over de kans op lekkage van RF-velden van de apparatuur en de afstand waarover dit een gevaar kan vormen.

Eén van de producenten verstrekke een grafiek (figuur 9.3) om aan te tonen hoe het niveau van het statische magnetische veld afneemt op basis van de afstand tot de in de toestellen geïnstalleerde sterke magneten en wees de werkgever erop dat op een afstand van 10 cm van de magneten de fluxdichtheid onder 0,5 mT daalt.

Figuur 9.3 — Grafiek van de magnetische fluxdichtheid die afneemt naargelang de afstand



De pacemakerproducent verstreekte veiligheidslimieten voor diverse bronnen van elektromagnetische interferentie (tabel 9.1). De werkgever merkte op dat de waarde voor statische magnetische velden in gauss is uitgedrukt en moet worden omgezet naar millitesla overeenkomstig de EMV-richtlijn.

Tabel 9.1 — Door de pacemakerproducent verstreekte veiligheidslimieten (specifieke limieten voor de pacemaker van de werknemer)

EMI-bron	Limiet elektromagnetische veldintensiteit (rms)
Stroomfrequentie (50/60 Hz)	10 000 V/m (6 000 V/m; buiten nominaal)
Hoge frequentie (vanaf 150 kHz)	141 V/m
Statische magnetische velden (DC)	10 gauss
Gemoduleerde magnetische velden	80 A/m tot 10 kHz en 1 A/m voor meer dan 10 kHz

De werkgever kreeg van de producenten geen informatie over RF-velden. Daarom besloot hij een adviseur aan te stellen om een aantal metingen uit te voeren rond een selectie van RF-plasmatoestellen.

9.5 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

De werkgever zette de door de pacemakerproducent verstrekte relevante limieten (tabel 9.1) om naar dezelfde eenheden die worden gebruikt in de EMV-richtlijn (tabel 9.2). Uit vergelijking van de meetresultaten met deze limieten blijkt dat de pacemakerlimieten niet worden overschreden rond de RF-plasma-etser.

Tabel 9.2 — Pacemakerlimieten (verstreekt door de pacemakerproducent)

Frequentie	Limiet
Elektrische velden, 150 kHz en meer	141 Vm ⁻¹
Statische magnetische velden (DC)	1 mT
Magnetische velden boven 10 kHz	1,25 µT

De verkregen meetresultaten worden weergegeven in onderstaande tabellen. Tabel 9.3 toont de resultaten van metingen uitgevoerd rond een RF-plasma die werkt op 400 kHz. Er zijn metingen uitgevoerd rond het volledige toestel maar de maximale niveaus van elektrische en magnetische velden werden vastgesteld rond de naden in de behuizing rond de RF-generator. Uit de meetresultaten blijkt dat de actieniveaus (AN) in de EMV-richtlijn niet worden overschreden.

Tabel 9.3 — Resultaten van metingen rond RF-plasmaetser

Positie	Frequentie	Magnetische fluxdichtheid (µT)	Actieniveau (µT)	Elektrische veldsterkte (Vm ⁻¹)	Actieniveau (Vm ⁻¹)
RF-generatorkast	400 kHz	0,05	5	0,06	610

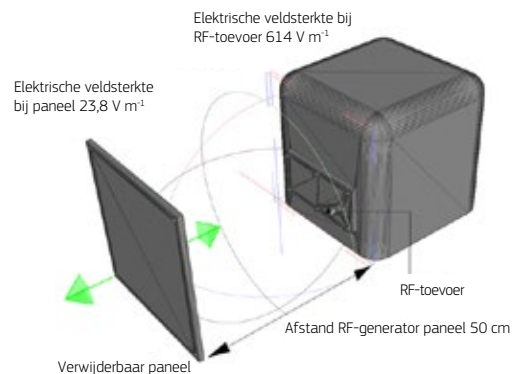
NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ±2,7 dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN.

Tabel 9.4 toont de resultaten van metingen uitgevoerd rond een fysieke opdampinstallatie (PVD) die werkt op 13,56 MHz. Uit de meetresultaten blijkt dat zowel de AN in de EMV-richtlijn als de pacemakerlimieten in tabel 9.2 worden overschreden in de buurt van de RF-toevoer naar de kamer. De laatste twee meetposities worden weergegeven in figuur 9.4.

Tabel 9.4 — Resultaten van metingen rond PVD-installatie

Positie	Frequentie generator	Magnetische fluxdichtheid (μT)	Actieniveau (μT)	Elektrische veldsterkte (V m^{-1})	Actieniveau (V m^{-1})
Bovenoppervlak van kamer	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Onder de kamer, in de buurt van de RF-toevoer naar de kamer	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Positie van verwijderbaar paneel, op 0,5 m van de RF-toevoer.	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 2,7$ dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN.

Figuur 9.4 — Positie van metingen uitgevoerd in de buurt van de RF-toevoer naar de PVD-installatie

9.6 Risicobeoordeling

Voor de statische magnetische velden rond de magneten is vastgesteld dat het AN van 0,5 mT voor blootstelling aan actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen kan worden overschreden binnen 10 cm van de magneten. De werkgever had van de pacemakerproducent evenwel een minder beperkte limiet van 1 mT (tabel 9.2) gekregen die van toepassing was op de betreffende pacemaker. De werkgever gebruikte dan ook deze limiet in de risicobeoordeling. Op basis van de door de producent verstrekte grafiek (figuur 9.3) kan de pacemakerlimiet van 1 mT worden overschreden op een afstand van minder dan 10 cm van de magneten (geraamd op ongeveer 6 cm).

Voor de RF-elektromagnetische velden is vastgesteld dat zowel de door de pacemakerproducent opgegeven limieten als de AN kunnen worden overschreden in de buurt van de RF-toevoer naar de PVD-installatie. Op 0,5 m van de RF-toevoer daalden de niveaus onder de pacemakerlimieten en de AN.

Voor zowel statische magnetische als RF-velden daalde het veldniveau over een korte afstand onder de pacemakerlimieten en AN.

Op basis van deze informatie voerde de werkgever een EMV-specifieke risicobeoordeling uit (tabel 9.5) om de risico's voor zowel de persoon met pacemaker als andere werknemers te bepalen en dit met behulp van de methodologie die was voorgesteld door OIRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA).

Naar aanleiding van deze risicobeoordeling besloot de werkgever dat het takenpakket van de persoon met pacemaker niet moet worden aangepast. De persoon was niet betrokken bij het onderhoud van de apparatuur en er was dan ook geen reden om zones (zeer dicht bij de apparatuur) te betreden waar de pacemakerlimieten worden overschreden. Er werd besloten om de toegang tot de servicezone niet te verbieden omdat de hoge velden erg plaatselijk zijn. De risicobeoordeling geeft evenwel aan dat er rekening moet worden gehouden met andere werknemers (bv. servicetechnici) en contractanten die mogelijk actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen hebben.

9.7 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

De werkgever inspecteerde de apparatuur, evalueerde de procedures van het bedrijf en stelde vast dat de volgende voorzorgsmaatregelen reeds getroffen waren:

- er was een bescherming rond RF-toevoeren naar kamers om toegang tot deze zones te voorkomen (voor de meting van de PVD-installatie werd de bescherming verwijderd);
- het bedrijf zorgt ervoor dat aangekochte apparatuur goed ontworpen is. Zo zijn kijkvensters goed beschermd om RF-veldblootstelling te beperken.

Tabel 9.5 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor RF-plasmatoestellen

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe EMV-effecten: Het actieniveau kan worden overschreden in de buurt van de RF-toevoer in de servicezone	Paneel op de PVD-installatie om toegang te voorkomen tot de zone waar het actieniveau overschreden wordt	Operatoren Service-technici	✓			✓			Laag	Er moet informatie en opleiding worden gegeven aan servicetechnici en operatoren Op de apparatuur moeten gepaste waarschuwingmeldingen worden aangebracht
Indirecte EMV-effecten (effect op actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen): De pacemakerlimieten kunnen worden overschreden in de buurt van de statische magneten en in de buurt van de RF-toevoer in de servicezone	Paneel op de PVD-installatie om toegang te voorkomen tot de zone waar de pacemakerlimieten overschreden worden De velden die de pacemakerlimieten overschrijden rond de statische magneten zijn erg plaatselijk	Werknemers met een verhoogd risico		✓		✓			Laag	Aan alle werknemers moet informatie over dit gevaar worden verstrekt Er moeten waarschuwingen worden gegeven in de veiligheidsinformatie ter plekke Op de apparatuur moeten gepaste waarschuwing- en verbodsmeldingen worden aangebracht

9.8 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

Naar aanleiding van de risicobeoordeling besloot de werkgever om bijkomende voorzorgsmaatregelen te treffen:

- het aanbrengen van meldingen die waarschuwen voor sterke magnetische velden/sterke RF-velden (naargelang het geval) en verbodsmeldingen voor personen met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) op apparatuur met sterke magneten en op verwijderbare panelen die toegang geven tot mogelijk hoge niveaus van RF-velden (figuur 9.5);

Figuur 9.5 — Voorbeelden van waarschuwingsmeldingen voor sterke magnetische en sterke RF-velden en een weergave van het verbodssymbool voor personen met AIMD



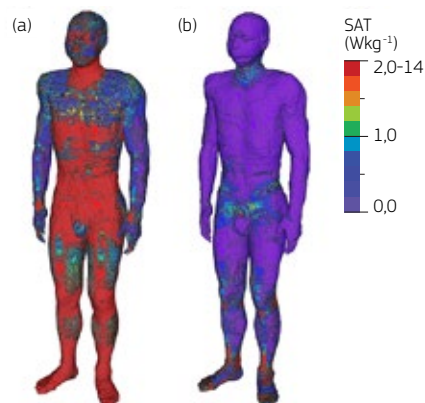
- het verstrekken van informatie, waaronder het resultaat van de risicobeoordeling, aan de persoon met pacemaker en de professionele gezondheidszorgverlener van het bedrijf;
- het waarborgen via gepaste introductieprogramma's en contact met contractanten dat andere werknemers en bezoekers op de hoogte zijn van de risico's;
- het waarborgen dat werknemers ervan op de hoogte zijn dat de apparatuur niet mag worden gebruikt zonder panelen en dat schade aan de behuizing, golfgeleiders of beschermde ramen moet worden gemeld aan de toezichthouder.

9.9 Verdere informatie

De meetresultaten zijn gebruikt als basis voor een computermodellering van de blootstelling van een werknemer met betrekking tot de grenswaarden voor blootstelling (GWB) die in de EMV-richtlijn worden verstrekt (figuur 9.5). Uit de modellering blijkt dat de GWB kunnen worden overschreden in de buurt van de RF-toevoer. Het gemiddelde SAT voor het gehele lichaam was gelijk aan 211 % van de GWB gerelateerd aan thermische belasting van het gehele lichaam en het plaatselijke piek-SAT over een aaneengesloten middelingsmassa van 10 g in de ledematen was gelijk aan 147 % van de GWB gerelateerd aan thermische belasting in de ledematen. De GWB gerelateerd aan plaatselijke thermische belasting in hoofd en romp werd niet overschreden. Het plaatselijke piek-SAT over een middelingsmassa van 10 g aaneengesloten massa in het hoofd en de romp was gelijk aan 89 % van de GWB gerelateerd aan plaatselijke thermische belasting in hoofd en romp.

Op 0,5 m van de RF-toevoer was de gemeten elektrische veldsterkte lager dan het AN en dus toonde de modellering zoals verwacht aan dat de SAT-waarden voor het gehele lichaam en de plaatselijke SAT-waarden veel lager waren dan de GWB (minder dan 0,5 %).

Figuur 9.6 — SAT-verdeling bij een werknemer (a) rond de RF-toevoer en (b) rond het verwijderbaar paneel, 50 cm van de RF-generator



10. DAKANTENNES

10.1 Werkplek

Daken van gebouwen worden vaak gebruikt als handige bevestigingsstructuren voor tal van communicatieantennes die beter werken dankzij de toegenomen hoogte of verbeterde gezichtslijn. Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op een dergelijk gebouw (figuur 10.1) dat onlangs een nieuwe eigenaar kreeg. De nieuwe eigenaar was erop gebrand te voldoen aan de wettelijke verplichting en alle risico's voor werknemers op het dak te beoordelen.

Figuur 10.1 — Sectorantennes voor mobiele telefoons en een schotelantenne op het dak van het liftgebouw



10.2 Aard van het werk

Werknemers moeten toegang hebben tot het dak om verschillende gebouwinspectie- en onderhoudstaken uit te voeren. Het kan onder meer gaan om ramenwassers, dakwerkers, airconditioningstechnici, verzekeringsinspecteurs en antennemonteurs. Het is mogelijk dat de laatste groep een intensieve opleiding heeft gekregen over radiofrequente-stralingsveiligheid en is uitgerust met persoonlijke blootstellingsalarmen. Bij de andere groepen is de kans groot dat zij geen opleiding hebben gekregen en dan ook beperkt op de hoogte zijn van de mogelijke gevaren.

Een goede praktijk bestaat erin dat operatoren een „veilig door positie“-beginsel toepassen wanneer antennes worden geïnstalleerd. Dit betekent dat de antennes zo moeten zijn geplaatst dat werknemers die zich op een normale dakhoogte bevinden niet onbedoeld een verboden antennegebied kunnen betreden. Het verboden antennegebied

is het gebied in de buurt van de antenne waar de blootstelling de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus kan overschrijden.

Een verboden antennegebied mag voor werknemers enkel toegankelijk zijn via klimgereedschap zoals ladders of stellingen. Indien werknemers toegang moeten hebben tot een verboden gebied, is het mogelijk nodig om de antenne uit te schakelen. Indien een verboden antennegebied moet aansluiten op de zone op dakhoogte, dan moet de dakzone worden afgebakend.

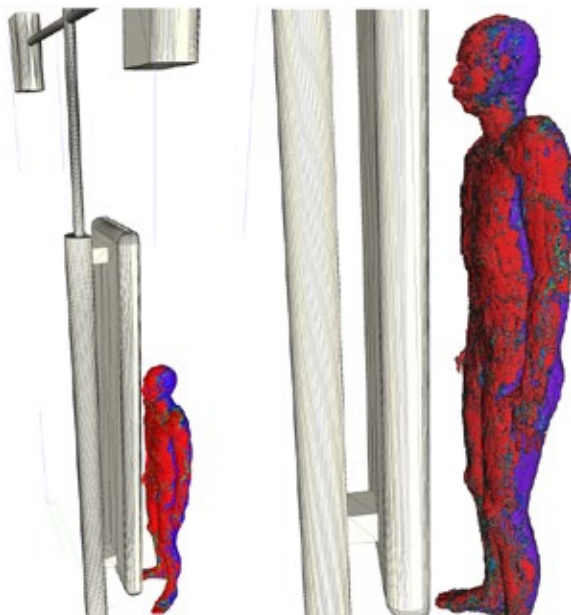
10.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

De op het dak geïnstalleerde antennes zijn antennes die doorgaans gepaard gaan met mobiele telecommunicatiesystemen, zoals basisstations voor mobiele telefoons en een semafoonsysteem. Naast sectorantennes omvatte het basisstation voor mobiele telefoons ook een punt-tot-punt-gegevensverbinding. De eigenaar was zich ervan bewust dat verschillende soorten antennes verschillende gevarenniveaus inhouden en dat over het algemeen genomen:

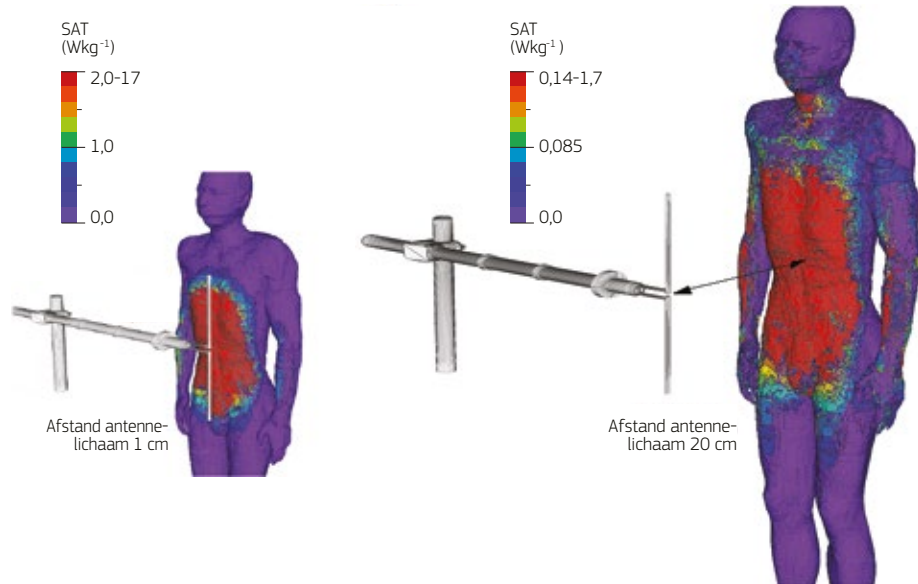
- sectorantennes voor mobiele telefoons (800-2 600 MHz) een gevaar kunnen vormen in voorwaartse richting tot een paar meter en in mindere mate aan de zijkanten en de achterkant (figuur 10.2);
- schotelantennes (10-30 GHz) die verband houden met basisstations voor mobiele telefoons meestal geen aanzienlijk gevaar vormen;
- dipool- en collineaire (spriet)antennes (80-400 MHz) op een afstand van een meter of twee rond de antenne een gevaar kunnen vormen.

Dit laatste punt wordt aangetoond door een computermodellering voor een halvegolflengtedipoolantenne die werkt op 400 MHz (figuur 10.3). Tabel 10.1 toont aan dat wanneer het zendvermogen wordt vergroot van 25 W naar 100 W en vervolgens naar 400 W de GWB voor effecten op de gezondheid worden overschreden op toenemende afstanden van de antenne.

Figuur 10.2 — Verdeling van specifiek energieabsorptietempo (SAT) in een werknemer die zich naast een zendende sectorantenne voor mobiele telefoons bevindt



Figuur 10.3 — Verdeling van specifiek energieabsorptietempo (SAT) in het menselijk model van blootstelling aan een halvegolflengtedipoolantenne van 25 W, 20 cm van de romp. Inset: 1 cm van de romp. In beide gevallen zijn de berekende SAT-waarden lager dan de bijbehorende GWB voor effecten op de gezondheid



Tabel 10.1 — Computergemodelleerde waarden van het specifieke energieabsorptietempo voor het gehele lichaam (WBSAT) en het plaatselijke piek-SAT over een aaneengesloten middelingsmassa van 10 g (SAT_{10g cont}) voor een halvegolflengtedipoolantenne van 5 W, 25 W, 100 W en 400 W. SAT-waarden die de bijbehorende GWB voor effecten op de gezondheid overschrijden staan in het rood

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

GWB voor effecten op de gezondheid in het bereik van 100 kHz tot 6 GHz voor het gemiddelde SAT voor het gehele lichaam: 0,4 Wkg⁻¹ en voor het plaatselijke SAT in hoofd en romp over een aaneengesloten middelingsweefsel van 10 g: 10 Wkg⁻¹

10.4 Hoe de toepassing wordt gebruikt

De apparatuur is geautomatiseerd en wordt vanaf afstand bediend door de operatoren. Het basisstation voor mobiele telefoons past zijn outputvermogen aan overeenkomstig het uitgevoerde telefoonverkeer onderhevig aan een maximum dat is vastgelegd in de spectrumvergunningsvoorwaarden. Hierdoor is het voor de eigenaar moeilijk om de werkelijke output op om het even welk tijdstip te voorspellen. De outputfrequenties zijn tevens vastgelegd in de spectrumvergunningsvoorwaarden.

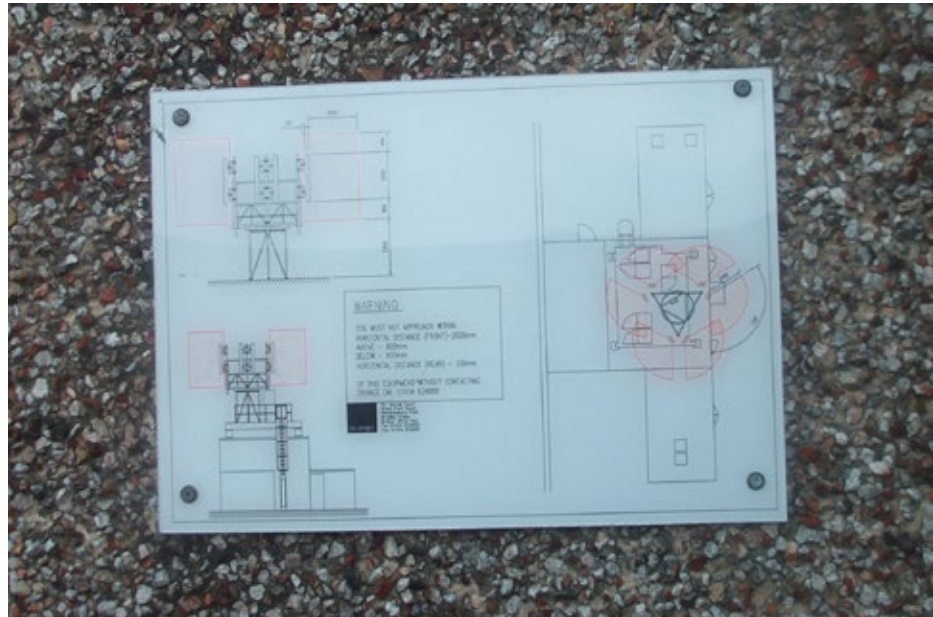
Wijzigingen aan de installatie en onderhoudswerken worden uitgevoerd door onderaannemers die de operatoren hebben aangesteld.

10.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Voor een gedetailleerde theoretische blootstellingsbeoordeling is informatie nodig over verschillende factoren zoals het soort antenne, de kenmerken van de uitzending (bv. frequentie, zendvermogen, signaalparameters, bedrijfscyclus, aantal uitgezonden kanalen); de positie van de werknemer in het stralingsveld; de duur van de blootstelling; en bijdragen van andere bronnen.

Het is tevens mogelijk om metingen van blootstellingen op het dak uit te voeren. Dit vereist evenwel de diensten van een deskundige adviseur die gebruikmaakt van gespecialiseerd gereedschap. De eigenaar was ervan op de hoogte dat het mogelijk was om via internet goedkoop gereedschap te huren of te kopen maar dat dit mogelijk geen betrouwbare resultaten opbracht en gevoelig kon zijn voor andere signalen. De eigenaar was zich er tevens van bewust dat het duur zou zijn om een beroep te doen op de diensten van een adviseur en dat deze diensten slechts een momentopname zouden vormen van de blootstellingsituatie op het tijdstip van de metingen.

Daarom voerde de eigenaar een gewone visuele inspectie van het dak uit om de antennes en hun operatoren te identificeren en markeerde deze op een plan van het dak. Vervolgens werden de operatoren benaderd om ter plaatse te komen, hun antennes te identificeren en aanverwante veiligheidsinformatie te verstrekken. De eigenaar onderzocht tevens het bezoekersregister om na te gaan wie toegang had gekregen tot het dak en probeerde de aard van hun werkzaamheden te achterhalen. Aan de hand van deze informatie werden de plaatsen geïdentificeerd waar werknemers mogelijk toegang hadden tot gevaarlijke veldregio's of verboden gebieden (figuur 10.4). Een goede praktijk bestaat erin dat werknemers niet in de buurt komen van zendantennes en niet te maken hebben met de mogelijke blootstelling van de actieniveaus (AN) en vooral dat zij de zendantennes niet kunnen aanraken.

Figuur 10.4 — Tekening met de omvang van de verboden gebieden op het dak

10.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

Naar aanleiding van de visuele inspectie en het contact met de operatoren stelde de eigenaar een bestand op met relevante veiligheidsinformatie dat vervolgens ter beschikking van de dakwerkers werd gesteld. Dit bevatte een gedetailleerde antenne-inventaris van de volgende informatie: soort antenne (bv. sectorantenne, schotelantenne, vouwdipool), operator, plaats (positie, hoogte, oriëntatie), bedrijfsparameters, omvang van eventueel verboden gebied, installatiedatum (tabel 10.2).

Tabel 10.2 — Door de eigenaar opgestelde inventaris van de dakantennes

Antennetype	Operator	Plaats op dak	Bedrijfsparameters	Verboden gebied	Installatiedatum
Sectorantennes voor mobiele telefoons (6 uit)	Vodafone	Koptoren op dak van liftgebouw 6 m niveau 0°, 120°, 240°	Frequentie 2 110- 2 170 MHz Vermogen 56 dBm per signaal 85° straalbreedte Versterking 17 dBi	2,5 m voor 0,25 m achter 0,3 m boven en onder	Juni 2006
0,3 m schotelantenne	Vodafone	Bevestigingspaal op dak van liftgebouw 5,5 m niveau 220°	Frequentie 26 GHz Vermogen 3 mW 1° straalbreedte Versterking 44,5 dBm	Geen	Juni 2006
Vouwdipool	Pager Telecom	In de buurt van de wandelgang aan toegang tot dak 2 m niveau	Frequentie 138 MHz Vermogen 100 W Omnidirectioneel Versterking 2,15 dBi	2,5 m helemaal rond antenne	Onbekend

10.7 Risicobeoordeling

De eigenaar kende de vereiste om alle risico's te beoordelen voor werknemers die het dak betreden (het kan hierbij gaan om het algemene risico op glijden, struikelen en vallen; rook uit schoorstenen, uitlaten en ventilatieopeningen; alsook de elektromagnetische velden). Er is gebruikgemaakt van de methodologie die was voorgesteld door OIRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA) om het proces te structureren en als voorbereiding op de beoordeling tevens alle informatie die beschikbaar was van de operator of producent van elke geïdentificeerde antenne. Op basis van de kwantitatieve informatie over de elektrische veldsterkte van de antenne of schematische diagrammen van de omvang van eventuele verboden gebieden kon de eigenaar een evaluatie van het risiconiveau uitvoeren. Indien het toegankelijke veld de AN overschreed, was het noodzakelijk om een actieplan op te stellen en ten uitvoer te leggen om de risico's te bestrijden.

Een voorbeeld van een EMV-specifieke risicobeoordeling wordt weergegeven in tabel 10.3.

Tabel 10.3 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor dakantennes

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van radiofrequent veld	Deur naar dak gesloten en sleutel onder beheer	Ramenwassers	✓					✓	Laag	Verplaatsing van antenne semafoonsysteem (vowdipool) weg van wandelgang Er moet worden gezorgd voor een mechanische stop opdat de raamwaskooi niet voor de sectorantennes kan worden geheven Er moeten schriftelijke veiligheidsprocedures worden opgesteld die alle werknemers moeten lezen (en ondertekenen) alvorens zij toegang krijgen tot het dak
	Waarschuwing- en verbodsmeldingen	Dakwerkers	✓					✓	Laag	
	Sectorantennes bevestigd op bovenste delen van liftgebouw en bijbehorende verboden gebieden niet toegankelijk	Airconditioningstechnici	✓					✓	Laag	
	Ladder die toegang geeft tot dak van liftgebouw afgesloten	Verzekeringsspecteurs	✓					✓	Laag	
	Schotelantennes die hoog op palen zijn bevestigd en stralingsbundels niet toegankelijk	Antennemonteurs	✓					✓	Laag	
		Werknemers met een verhoogd risico (zwangere vrouwen)	✓					✓	Laag	
Indirecte effecten van radiofrequent veld (interferentie met medische elektronische apparatuur)	Zie hierboven	Werknemers met een verhoogd risico		✓			✓		Laag	Zie hierboven. Waarschuwing voor personen met medische elektronische apparatuur in schriftelijke veiligheidsprocedure

10.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Uit de visuele inspectie van het dak door de eigenaar bleek het volgende:

- de deur naar het dak was gesloten en de sleutel viel onder het beheer van de veiligheidsbeheerder van het gebouw. Een waarschuwing melding over de aanwezigheid van radiofrequente antennes was aangebracht aan de binnenkant van de deur (figuur 10.5a);
- de sectorantennes voor mobiele telefoons waren bevestigd op de bovenste delen van het liftgebouw en de bijbehorende verboden gebieden waren niet toegankelijk. De waarschuwing meldingen waren bevestigd op de bevestigingspalen (figuur 10.5b) en op de antennebehuizingen (figuur 10.5c);
- de ladder naar het dak van het liftgebouw was afgesloten en er was een waarschuwing (figuur 10.5d);
- de schotelantennes waren hoog op de palen bevestigd en hun stralingsbundels waren niet toegankelijk. (De eigenaar heeft in elke geval schriftelijk bewijs van de operator dat er geen verboden gebieden zijn.)

Figuur 10.5 — Waarschuwing meldingen

a) op de deur naar het dak



b) op de bevestigingspaal van de antenne



c) op de antennebehuizing



d) op de ladder naar het dak van het liftgebouw



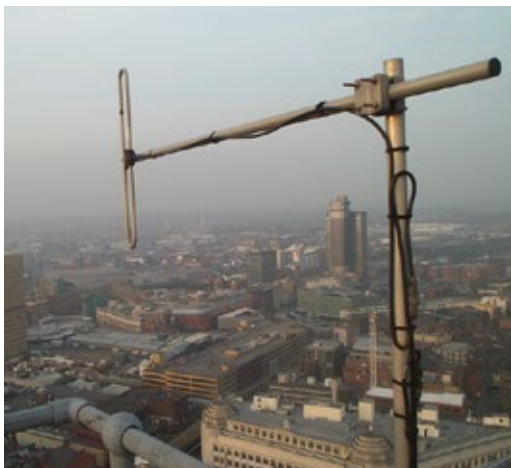
10.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

De eigenaar was niet tevreden met een aantal aspecten van de wijze waarop dakinstallaties werden beheerd en besloot een aantal voorzorgsmaatregelen te treffen, waaronder:

- vereisen dat de operator van een semafoonsysteem de bijbehorende vouwdipoolantenne verplaatst weg van de wandelgang (figuur 10.6a) en een waarschuwingsmelding aanbrengt (figuur 10.6b);
- zorgen voor een mechanische stop opdat de raamwaskooi niet voor de sectorantennes kan worden geheven (figuur 10.6c);
- opstellen van een schriftelijke veiligheidsprocedure die alle werknemers moeten lezen (en ondertekenen) alvorens zij toegang krijgen tot het dak. Dit omvat rampenplannen voor vrij voorspelbare ongevallen en incidenten.

Figuur 10.6

a) semafoonantenne te dicht bij de wandelgang



b) de nieuwe waarschuwingsmelding



c) de raamwaskooi kan niet langer voor de antennes worden geheven



11. WALKIETALKIES

11.1 Werkplek

Dit praktijkvoorbeeld heeft betrekking op een klein bouwbedrijf waarvan de werknemers op bouwterreinen werken. De ploegbaas had gehoord over de nieuwe EMV-richtlijn en vroeg zich af of de werknemers voorzorgsmaatregelen moeten treffen als zij walkietalkies gebruiken.

11.2 Aard van het werk

Werknemers maken ter plaatse contact met elkaar via walkietalkies die werken via de open PMR 446-dienst (Private Mobile Radio) (figuur 11.1). De toestellen kunnen worden gebruikt door alle werknemers ter plaatse.

Figuur 11.1 — Werknemer ter plaatse gebruikt een walkietalkie



Na raadpleging van de instructies van de producent stelde de ploegbaas vast dat de draagbare instrumenten op 446 MHz werkten. In de instructies of EG-conformiteitsverklaring (figuur 11.2) stond echter geen informatie over het daadwerkelijke zendvermogen (ERP) of geschikte gebruiksmethoden.

De ploegbaas vond op internet informatie van de regulator van de dienst. Deze informatie luidde als volgt: „indien draagbaar, moet PMR 446-radioapparatuur beschikken over een integrale antenne, een daadwerkelijk zendvermogen van maximaal 500 mW hebben en voldoen aan ETS 300 296”.

Figuur 11.2 — Bij het toestel verstrekte EG-conformiteitsverklaring

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 Hoe de toepassing wordt gebruikt

Werknemers hadden geen opleiding gekregen over het gebruik van de apparatuur. De ploegbaas voerde een informeel onderzoek van de gebruikspositie uit. Hieruit bleek dat de walkietalkies ofwel voor ofwel langs het gezicht werden gehouden. Ook ging het om korte communicatie tussen werknemers. Deze conversaties waren doorgaans niet langer dan een tiental seconden per transmissie.

11.4 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

Bij de beoordeling van de blootstelling van zenders die zich dicht bij het lichaam bevinden, moet de overeenstemming met GWB via computermodellering worden bepaald. Idealiter gebeurt dit door de producent. Maar als deze gegevens niet beschikbaar zijn, kan een beoordeling worden uitgevoerd door te verwijzen naar gepubliceerde informatie over vergelijkbare toestellen. (Er moet in tabel 3.2 van hoofdstuk 3 van deel 1 van de gids ook worden nagegaan of de apparatuur als prioritair wordt beschouwd overeenkomstig de EMV-richtlijn.)

11.5 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

Na telefonisch contact met diverse overheidsagentschappen kreeg de ploegbaas informatie over gepubliceerde gegevens van een computermodellering die is uitgevoerd voor een vergelijkbaar toestel dat op vergelijkbare frequenties werkt (Dimbylow et al). Hieruit bleek dat het maximale specifieke energieabsorptietempo (SAT) over een aangesloten middelingsweefsel van 10 g gelijk is aan $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$ per watt uitgangsvermogen voor elke mogelijke hanteringspositie in de buurt van het gezicht.

Voor de beoordeling van de GWB voor effecten op de gezondheid voor plaatselijke blootstelling in het hoofd op deze frequentie (10 Wkg^{-1}) moet de blootstelling gemiddeld worden berekend over 6 minuten. Aangezien er tweerichtingsgesprekken plaatsvonden, ging de ploegbaas uit van een maximale bedrijfscyclus voor transmissie van 50 %. De ploegbaas kon uit de modelleringsgegevens afleiden dat om de GWB te overschrijden een toestel nodig was met een daadwerkelijk zendvermogen van meer dan 5 W.

Er was geen informatie over het daadwerkelijke zendvermogen van de walkietalkies beschikbaar bij de producent maar de regulator had reeds gespecificeerd dat de output van de toestellen niet meer dan 0,5 W mocht bedragen. De ploegbaas kon dan ook besluiten dat de blootstelling van de toestellen niet meer zou bedragen dan de GWB voor effecten op de gezondheid in de EMV-richtlijn.

11.6 Risicobeoordeling

Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling blijkt dat het gebruik van de walkietalkies de relevante GWB voor effecten op de gezondheid in de EMV-richtlijn niet overschrijden. Er is evenwel kans op interferentie met medische hulpmiddelen van werknemers. Werknemers met medische hulpmiddelen moeten een individuele risicobeoordeling krijgen indien eventuele door hun medisch adviseur aanbevolen voorzorgsmaatregelen kunnen worden geïdentificeerd en getroffen.

11.7 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

Er waren geen voorzorgsmaatregelen getroffen.

11.8 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

De ploegbaas besloot een aantal eenvoudige maatregelen te treffen:

- werknemers namen deel aan een korte veiligheidssessie met betrekking tot de walkietalkie en aanbevolen posities voor hantering van het toestel;
- bestaande werknemers moesten het melden als zij een verhoogd risico liepen, bv. door een pacemaker;
- alle nieuwe werknemers worden nu gescreend om na te gaan of zij een verhoogd risico lopen.

12. LUCHTHAVENS

De EMV-bronnen in dit praktijkvoorbeeld zijn:

- luchthavenbewakingsradar,
- niet-directioneel baken,
- afstandsmeetapparatuur.

12.1 Werkplek

De radar, het niet-directionele baken (NDB) en de afstandsmeetapparatuur (DME) waren in gebruik bij een internationale luchthaven voor passagiers- en vrachtvervoer. De relevante werkplekken op de luchthaven waren:

- de cabine voor radaruitrusting waarin de radiofrequente generator (RF) was ondergebracht;
- de stalen traliemast waarop de radarantenne was bevestigd;
- de luchtverkeersleidingstoren;
- de cabine voor NDB-uitrusting waarin de RF-generator was ondergebracht;
- het complex waarin de NDB-antenne was geplaatst;
- de brandweerpost van de luchthaven die in de buurt van het NDB lag;
- de DME-cabine waarin de RF-generator was ondergebracht;
- de zone rond de DME-cabine waarop de antenne was bevestigd;

12.2 Aard van het werk

12.2.1 Radar

Het meeste werk aan de radar was uitgevoerd door luchtverkeerstechnici in de cabine van de apparatuur. Deze werknemers moesten ook regelmatig aan de antenne werken. Andere luchthavenmedewerkers in de luchtverkeersgeleidingstoren die zich ongeveer 80 cm van de radar bevond en van gelijke hoogte was, kunnen ook zijn blootgesteld aan RF-straling van de antenne en maakten zich hier zorgen over.

12.2.2 Niet-directioneel baken

Het meeste werk aan het NDB was uitgevoerd door technici in de cabine van de apparatuur. Deze werknemers moesten ook regelmatig het NDB-complex betreden om het NDB af te stellen zodat het voldoet aan de juiste outputspecificaties. Deze instelling werd uitgevoerd in een kast op een paar meter van de antenne. Ook het feit dat het NDB in de buurt van de brandweerpost van de luchthaven lag, leidde tot bezorgdheid bij de brandweerlieden van de luchthaven.

12.2.3 Afstandsmmeetapparatuur

Het meeste werk aan de DME was uitgevoerd door technici in de cabine van de apparatuur. Deze werknemers moesten zelden aan de antenne zelf werken maar andere luchthavenmedewerkers waren bezorgd omdat de antenne zich slechts 2,5 m boven de grond bevond en de toegang niet beperkt was.

12.3 Informatie over de apparatuur die EMV opwekt

12.3.1 Radar

De radar bestond uit een RF-generator die pulsen van RF-straling produceert en een roterende antenne. De RF-generator was geïnstalleerd in een cabine van de apparatuur en de antenne was bevestigd op een stalen traliemast. Het signaal van de RF-generator werd via een rechthoekige golfgeleider naar de antenne gevoerd. Een voorbeeld van een luchthavenbewakingsradar wordt weergegeven in figuur 12.1 en de technische specificaties van de radar worden weergegeven in tabel 12.1.

Figuur 12.1 — Voorbeeld van een luchthavenbewakingsradar



Tabel 12.1 — Technische specificaties van de luchthavenbewakingsradar

Bedrijfsparameter	Waarde
Nominale zendfrequentie	3 GHz
Nominaal piekoutputvermogen	480 tot 580 kW
Nominaal gemiddeld outputvermogen	430 W
Pulslengte	0,75 tot 0,9 μ s
Pulsherhalingsfrequentie	995 Hz
Antennerotatiesnelheid	15 rpm

12.3.2 Niet-directioneel baken

Het NDB bestond uit een RF-generator die een amplitudegemoduleerd RF-signaal van 343 kHz produceert, een signaal met een maximaal vermogen van 100 W en een zelfdragende zender in de vorm van een traliemast van 15 m. De antenne was geïnstalleerd in een complex dat tevens een kast bevatte waarin de afstelapparatuur was ondergebracht. De RF-generator was geïnstalleerd in een cabine voor apparatuur buiten het antennecomplex.

12.3.3 Afstandsmeetapparatuur

De DME bestond uit een RF-generator en een antenne die was bevestigd op de cabine van de uitrusting. De DME zendt pulsen van RF-straling als antwoord op signalen van vliegtuigen die de luchthaven naderen. De RF-signalen worden verzonden over een frequentiebereik van 978 tot 1 213 MHz met een pulslengte van 3,5 μ s. Het interval tussen pulsen ligt tussen 12 en 36 μ s.

12.4 Hoe de toepassingen worden gebruikt

De radar, het NDB en de DME zijn geautomatiseerd en worden vanaf afstand bediend. Wijzigingen aan de apparatuur en regelmatig onderhoud worden uitgevoerd door technici die mogelijk af en toe toegang nodig hebben tot de antennes. De RF-generator wordt in elk geval uitgeschakeld wanneer toegang tot de antenne vereist is.

12.5 Aanpak voor blootstellingsbeoordeling

De metingen van blootstellingen zijn uitgevoerd door een deskundige adviseur met behulp van gespecialiseerd gereedschap (een ribbelgeleiderontvangstantenne in verbinding met een spectrumanalysator om een gedetailleerde beoordeling te verstrekken van de blootstelling van het impulsradarsignaal op specifieke plaatsen en een sonde met drie assen voor het opsporen van RF-gevaar). De metingen werden uitgevoerd op plaatsen die toegankelijk waren voor werknemers terwijl de apparatuur aan het zenden was.

12.5.1 Radar

Door de aard van de radarsignaaltransmissie (het RF-signaal bestaat uit korte pulsen en de antenne roteert) is de blootstelling op geen enkele plaats blijvend. Het was dan ook noodzakelijk om een gedetailleerde blootstellingsbeoordeling uit te voeren met betrekking tot twee grootheden:

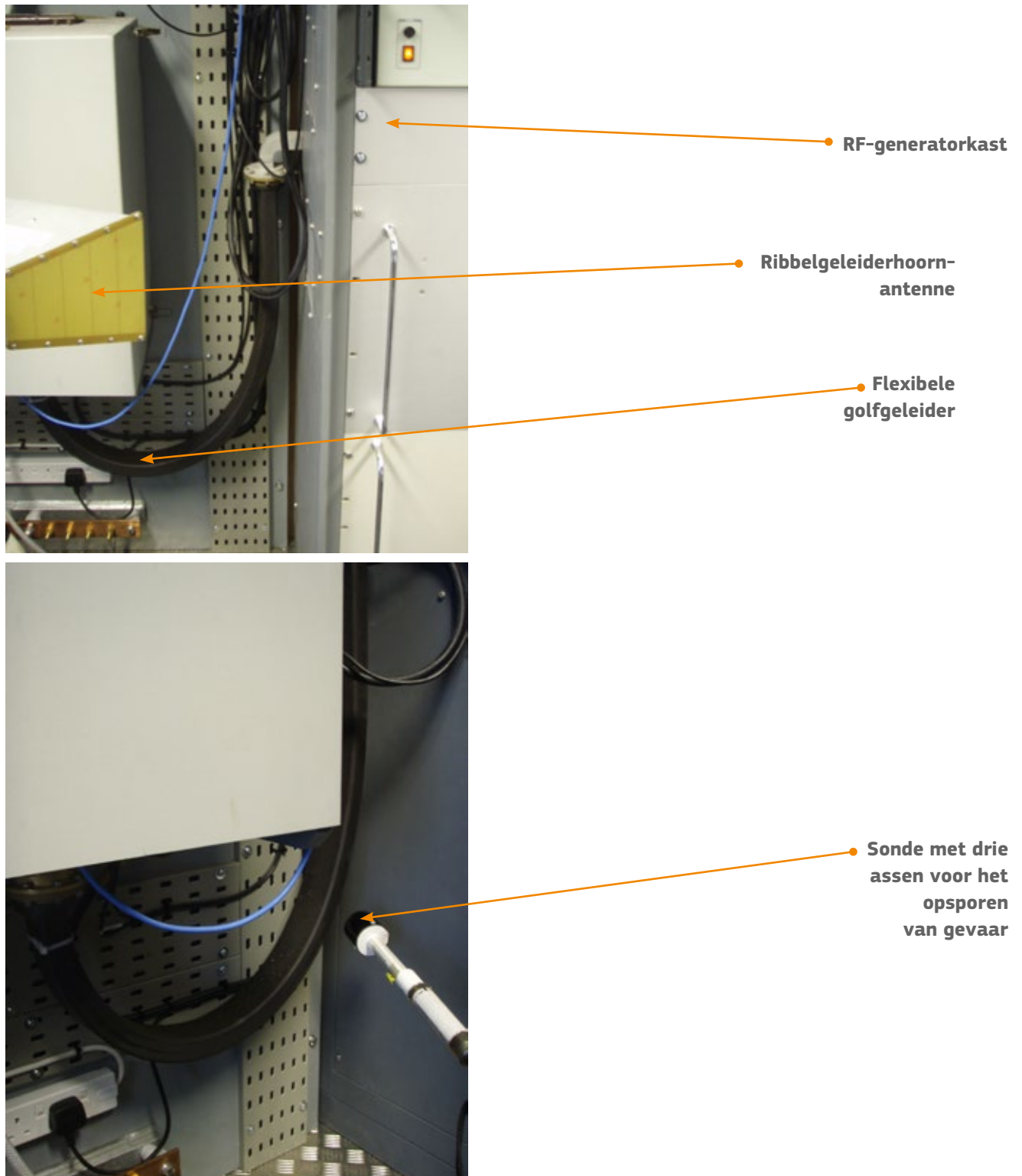
- piekvermogensdichtheid die een meeteenheid van de blootstelling is waarmee een werknemer te maken kan hebben bij elke individuele puls van het RF-signaal;
- gemiddelde vermogensdichtheid die wordt berekend op basis van de piekvermogensdichtheid en een meeteenheid is van de gemiddelde blootstelling over verschillende minuten, rekening houdend met de gepulseerde aard van het radarsignaal en de rotatieperiode van de antenne.

De metingen van de vermogensdichtheid zijn uitgevoerd op vier plaatsen in de luchtverkeersgeleidingstoren via de ribbelgeleiderantenne en spectrumanalysator.

Er zijn tevens metingen uitgevoerd van de elektrische veldsterkte op diverse locaties met behulp van de sonde voor het opsporen van RF-gevaar.

Er zijn metingen uitgevoerd in de cabine van de apparatuur, op de antennenetoren, in de buurt van de golfgeleider (met extra aandacht voor aansluitflenzen en eventuele flexibele golfgeleidersecties (figuur 12.2)), de luchtverkeersgeleidingstoren en andere zones rond de radar die toegankelijk waren voor werknemers, ook die met een verhoogd risico.

Figuur 12.2 — Metingen uitgevoerd rond een flexibele golfgeleider in een cabine voor radarapparatuur



12.5.2 Niet-directioneel baken

Met behulp van de sonde voor het opsporen van RF-gevaar zijn er metingen van de elektrische veldsterkte uitgevoerd op voor werknemers toegankelijke plaatsen rond het NDB, met bijzondere aandacht voor zones die worden gebruikt door luchtverkeerstechnici en de brandweerlieden van de luchthaven.

12.5.3 Afstandsmmeetapparatuur

Met behulp van de sonde voor het opsporen van RF-gevaar zijn er metingen van de elektrische veldsterkte uitgevoerd binnen de cabine van de apparatuur en op het dichtste toegangspunt tot de antenne buiten de cabine. Dit kwam overeen met een werknemer die met zijn hand naar de antenne gericht staat terwijl hij zich op grondniveau bevindt.

12.6 Resultaten van de blootstellingsbeoordeling

De resultaten van de metingen zijn vergeleken met de relevante actieniveaus (AN) en de belangrijke bevindingen van de blootstellingsbeoordeling zijn weergegeven in tabellen 12.2, 12.3 en 12.4. Bij de beoordeling van de blootstelling van werknemers met een verhoogd risico werd een vergelijking gemaakt met de referentieniveaus die worden verstrekt in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) (zie aanhangsel E van deel 1 van de gids).

Tabel 12.2 — Samenvatting van resultaten van blootstellingsbeoordeling radar

Plaats	Gemeten grootheid	Resultaat	Blootstellingsfractie (procent)	
			Relevant actieniveau ^{1,2}	Referentieniveau van 1999/519/EG ³
Dak van luchtverkeersgeleidingstoren	Piekvermogensdichtheid	33 000 Wm ⁻²	66 %	330 %
	Gemiddelde vermogensdichtheid	0,012 Wm ⁻²	0,024 %	0,12 %
Apparatuur cabine	Maximale elektrische veldsterkte	< 0,1 Vm ⁻¹	< 0,1 %	< 0,2 %
10 cm van flexibele golfgeleider buiten apparatuur cabine		29 Vm ⁻¹	21 %	48 %
Positie romp aan dichtste toegang tot antenne op antennenoren		31 Vm ⁻¹	22 %	51 %

¹ Er werd vastgesteld dat er in de EMV-richtlijn geen actieniveaus zijn verstrekt voor de vermogensdichtheid van RF-straling op frequenties onder 6 GHz dat bijzonder relevant is voor gepulseerde RF-signalen en dus verwees de adviseur in overeenstemming met toelichting 15 van de EMV-richtlijn naar de richtsnoeren van de Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (ICNIRP) voor de beoordeling van de blootstelling aan gepulseerde RF-straling van de radar, als volgt:

300 GHz: Beroepsmatig referentieniveau voor piekvermogensdichtheid voor gepulseerde RF-straling voor frequenties in het bereik van 2 tot 300 GHz: 50 000 Wm⁻²
Beroepsmatig referentieniveau voor gemiddelde vermogensdichtheid voor frequenties in het bereik van 2 tot 300 GHz: 50 Wm⁻²

² Actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 2 tot 6 GHz: 140 Vm⁻¹

³ Referentieniveaus van de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG):

Piekvermogensdichtheid voor gepulseerde RF-straling voor frequenties in het bereik van 2 tot 300 GHz: 10 000 Wm⁻²

Gemiddelde vermogensdichtheid voor frequenties in het bereik van 2 tot 300 GHz: 10 Wm⁻²

Elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 2 tot 300 GHz: 61 Vm⁻¹

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op ±2,7 dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met het AN/de RN.

Tabel 12.3 — Samenvatting van resultaten van blootstellingsbeoordeling NDB

Plaats	Maximale elektrische veldsterkte (Vm^{-1})	Blootstellingsfractie (procent)		Referentieniveau van 1999/519/EG ³
		Laag actieniveau ¹	Hoog actieniveau ²	
Apparatuur cabine	100	59 %	17 %	120 %
Bemanningsruimte brandweerpост	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
Omheining van NDB-complex	270	160 %	45 %	310 %

¹ Laag actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: $170 Vm^{-1}$

² Hoog actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 3 kHz tot 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

³ Referentieniveau uit de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) inzake elektrische veldsterkte voor frequenties in het bereik van 150 kHz tot 1 MHz: $87 Vm^{-1}$

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 2,7$ dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met de AN/RN.

Tabel 12.4 — Samenvatting van resultaten van blootstellingsbeoordeling DME

Plaats	Maximale elektrische veldsterkte (Vm^{-1})	Blootstellingsfractie (procent)	
		Laag actieniveau ¹	Referentieniveau van 1999/519/EG ²
Apparatuur cabine	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
2,5 m boven grondniveau, 0,6 m van antenne	14	15 %	33 %

¹ Meest beperkend actieniveau elektrische veldsterkte voor frequenties in het DME-transmissiebereik van 978 tot 1 213 MHz: $94 Vm^{-1}$

² Meest beperkend referentieniveau uit de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) inzake elektrische veldsterkte voor frequenties in het DME-transmissiebereik van 978 kHz tot 1 213 MHz: $43 Vm^{-1}$

NB: De onzekerheid in de metingen werd geraamd op $\pm 2,7$ dB en in overeenstemming met de aanpak inzake gedeeld risico (zie aanhangsel D5 van deel 1 van de gids) werden de resultaten rechtstreeks vergeleken met het AN/de RN.

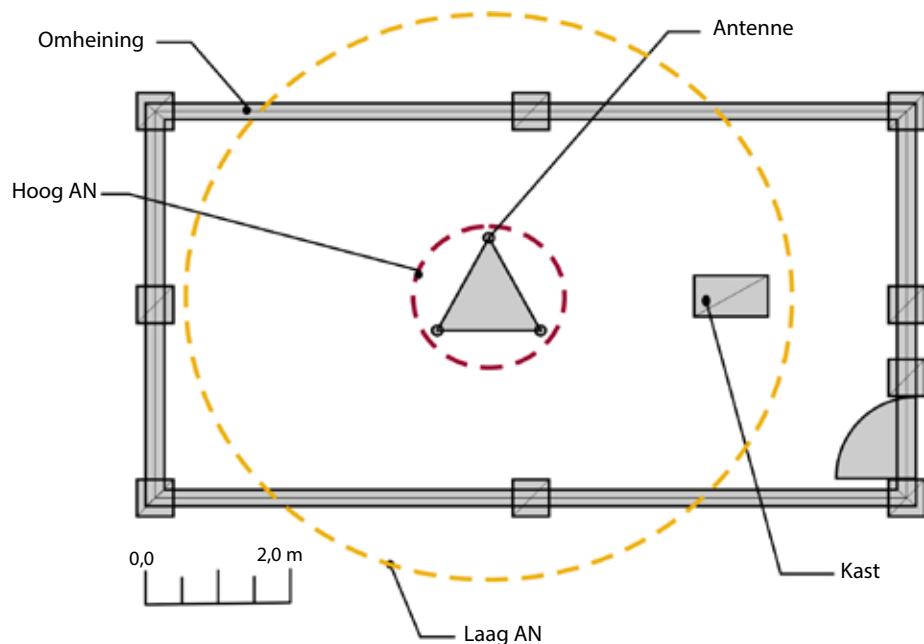
12.6.1 Radar

Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling bleek dat de blootstelling aan RF-straling van de radar lager was dan de AN in de EMV-richtlijn. De beoordeling benadrukte evenwel een aantal zones waar de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus worden overschreden maar het is erg onwaarschijnlijk dat deze zones worden gebruikt door werknemers met een verhoogd risico.

12.6.2 Niet-directioneel baken

Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling bleek dat blootstelling aan RF-straling van het NDB meer bedroeg dan het lage AN voor het elektrische veld (figuur 12.3) en dan de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus in zones buiten de omheining rond het NDB. Deze zones kunnen worden gebruikt door werknemers, met name die met een verhoogd risico.

Figuur 12.3 — Bovenaanzicht dat de omtrekken aangeeft waarbinnen de actieniveaus kunnen worden overschreden rond het niet-directioneel bakken



12.6.3 Afstandsmmeetapparatuur

Uit de resultaten van de blootstellingsbeoordeling bleek dat blootstelling aan RF-straling van de DME minder bedroeg dan het AN en dan de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus in alle toegankelijke zones rond de DME.

12.7 Risicobeoordeling

De exploitant van de luchthaven voerde risicobeoordelingen van de radar, het NDB en de DME uit op basis van de door de adviseur uitgevoerde blootstellingsbeoordeling. Dit gebeurde in overeenstemming met de methodologie die was voorgesteld door OiRA (het online interactieve risicobeoordelingsplatform van EU-OSHA). Uit de risicobeoordeling bleek dat:

- werknemers met een verhoogd risico hinder ondervinden van de radar op het dak van de luchtverkeersgeleidingstoren;
- werknemers, ook die met een verhoogd risico, onbeperkte toegang hadden tot zones rond het NDB waar het lage AN voor effecten op zintuigen was overschreden omdat de omheining te dicht bij de zender was geïnstalleerd;
- het onwaarschijnlijk was dat werknemers hinder ondervinden van de DME.

De exploitant van de luchthaven stelde een actieplan op op basis van de risicobeoordelingen en dit plan werd gedocumenteerd.

Voorbeelden van EMV-specifieke risicobeoordelingen voor de radar, het NDB en de DME worden weergegeven in tabellen 12.5, 12.6 en 12.7.

Tabel 12.6 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor niet-directioneel baken

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van radiofrequent veld	Fysieke preventie van toegang tot zendercomplex door niet-gemachtigde personen	Technici	✓				✓		Laag	De omheining moet worden verplaatst om de volledige zone te bestrijken waarbinnen de elektrische veldsterkte het lage actieniveau overschrijdt
	Een simpele procedure om ervoor te zorgen dat de zender wordt uitgeschakeld wanneer nabije toegang tot de antenne vereist is	Luchthavenmedewerkers	✓				✓		Laag	Er moeten specifieke waarschuwingen worden verstrekt in de veiligheidsinformatie van de vestiging
	Er moeten enkel meldingen om te waarschuwen voor elektrische schok worden aangebracht	Werknemers met een verhoogd risico (waaronder zwangere vrouwen)	✓				✓		Laag	Er moeten meldingen om te waarschuwen voor radiofrequente gevaren worden aangebracht op toegangspunten tot het NDB-complex Er moet een procedure worden opgesteld om de afstelling van het NDB uit te voeren Er moet worden gezorgd voor een RF-veiligheidsbewust makingsopleiding voor technici die het NDB-signaal afstellen
Indirecte effecten van radiofrequent veld (interferentie met medische implantaten)	Er moeten enkel meldingen om te waarschuwen voor elektrische schok worden aangebracht Alle werknemers moeten de exploitant van de luchthaven op de hoogte brengen van medische implantaten	Werknemers met een verhoogd risico		✓			✓		Gemiddeld	Zie hierboven

Tabel 12.7 — EMV-specifieke risicobeoordeling voor afstandsmeetapparatuur

Gevaren	Bestaande preventieve en voorzorgsmaatregelen	Personen met een risico	Ernst			Kans			Risico-evaluatie	Nieuwe preventieve en voorzorgsacties
			Klein	Ernstig	Fataal	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk		
Directe effecten van radiofrequent veld	Een simpele procedure om ervoor te zorgen dat de zender wordt uitgeschakeld wanneer nabije toegang tot de antenne vereist is	Technici	✓			✓			Laag	Geen
		Luchthavenmedewerkers	✓			✓			Laag	
		Werknemers met een verhoogd risico (waaronder zwangere vrouwen)	✓			✓			Laag	
Indirecte effecten van radiofrequent veld (interferentie met medische implantaten)	Alle werknemers moeten de exploitant van de luchthaven op de hoogte brengen van medische implantaten	Werknemers met een verhoogd risico		✓		✓			Laag	Geen

12.8 Reeds getroffen voorzorgsmaatregelen

12.8.1 Radar

Tal van voorzorgs- en beschermingsmaatregelen hadden betrekking op de radar:

- de cabine van de apparatuur en antennenoren bevonden zich in een complex omgeven door een omheining met veilige buitengrens;
- de deur naar de cabine van de apparatuur en het hek naar het complex waren gesloten wanneer er geen toezicht was en toegang tot de sleutels was beperkt tot enkel gemachtigde werknemers;
- de trap naar de antennenoren was gesloten achter een afzonderlijk hek binnen het complex;
- waarschuwingsmeldingen (figuur 12.4) werden aangebracht aan het hek van het radarcomplex en aan het hek van de trap naar de antennenoren;
- vergrendelingen op de RF-generatorkast in de cabine van de uitrusting;
- een simpele procedure om ervoor te zorgen dat de RF-generator wordt uitgeschakeld wanneer toegang tot de antennenoren vereist is;
- een beveiliging om ervoor te zorgen dat de RF-generator wordt uitgeschakeld als de radar niet langer roteert;
- alle werknemers moeten de exploitant van de luchthaven op de hoogte brengen van medische implantaten.

Figuur 12.4 — Waarschuwingsmeldingen op het hek naar het radarcomplex (links) en op het hek naar de antennetoren (rechts)



12.8.2 Niet-directioneel baken

Vóór de door de adviseur uitgevoerde blootstellingsbeoordeling waren er slechts enkele beschermings- en voorzorgsmaatregelen. Deze waren beperkt tot:

- een omheining rond de zender;
- meldingen die waarschuwden voor het risico op elektrische schok waren aangebracht op de omheining rond het NDB;
- een simpele procedure om ervoor te zorgen dat de RF-generator wordt uitgeschakeld wanneer toegang tot de antennetoren vereist is;
- alle werknemers moeten de exploitant van de luchthaven op de hoogte brengen van medische implantaten.

12.8.3 Afstandsmeetapparatuur

Vóór de blootstellingsbeoordeling bestond er een simpele procedure om ervoor te zorgen dat de RF-generator wordt uitgeschakeld telkens als toegang tot de antenne is vereist.

12.9 Bijkomende voorzorgsmaatregelen naar aanleiding van de beoordeling

12.9.1 Radar

De bestaande beschermings- en voorzorgsmaatregelen zorgden ervoor dat blootstellingen van luchthavenmedewerkers doorgaans lager waren dan de relevante AN en de in de aanbeveling van de Raad (1999/519/EG) verstrekte referentieniveaus voor de zone waar de metingen waren uitgevoerd. De enige uitzondering was het dak van de luchtverkeersgeleidingstoren waar werknemers met een verhoogd risico hinder kunnen ondervinden van blootstelling aan de door de radar uitgezonden RF-straling. Het is evenwel onwaarschijnlijk dat dergelijke werknemers toegang tot deze zone moeten hebben.

Naar aanleiding van de blootstellingsbeoordeling legde de exploitant van de luchthaven een aantal kleine aanbevelingen ten uitvoer op basis van het advies van de adviseur:

- er werden waarschuwingmeldingen, met het pictogram zendende antenne en de woorden „Opgelet: niet-ioniserende straling” aangebracht op de deur die toegang geeft tot het dak van de luchtverkeersgeleidingstoren;
- luchthavenmedewerkers werden erop gewezen hoe belangrijk het was om de exploitant van de luchthaven op de hoogte te brengen van medische implantaten;
- waarschuwingen die specifiek verband houden met de niet-ioniserende stralingsgevaaren van de radar waren opgenomen in de veiligheidsinformatie van de vestiging.

Hoewel hier niet ten uitvoer gelegd, loont het de moeite om een bijkomende beschermingsmaatregel die gekend staat als „sector blanking”, waar de radartransmissie bij verminderd vermogen werkt voor een vooraf vastgelegde rotatieregio, te overwegen indien uit een blootstellingsbeoordeling een aanzienlijk risico van blootstelling aan RF-straling van een radar blijkt. Het gaat hierbij om het programmeren van de radar teneinde het vermogen van de RF-straling te verminderen of uit te schakelen gedurende de periode van rotatie tijdens dewelke de antenne gericht is naar de betrokken zone. Het gebruik van „sector blanking” moet evenwel erg zorgvuldig worden bekeken en de voordelen ervan moeten worden afgewogen tegen eventuele risico's die gepaard gaan met het gebrek aan meetgegevens die kunnen voortkomen uit de radartransmissie bij verminderd vermogen.

12.9.2 Niet-directioneel baken

Aangezien de bestaande beschermings- en voorzorgsmaatregelen niet geschikt bleken, zijn een aantal nieuwe maatregelen getroffen.

Naar aanleiding van de blootstellingsbeoordeling legde de exploitant van de luchthaven diverse aanbevelingen ten uitvoer op basis van het advies van de adviseur:

- de omheining rond het NDB werd verder van de zender geplaatst zodat het de zone omvatte waar de elektrische veldsterkte het lage AN overschrijdt. Een alternatief voor het verplaatsen van de omheining is het geven van opleiding aan werknemers die deze zone moeten betreden. Verplaatsing van de omheining was evenwel eenvoudiger en efficiënter;
- er werden waarschuwingmeldingen, met het pictogram zendende antenne en de woorden „Opgelet: niet-ioniserende straling” aangebracht op het hek van het NDB-complex;
- een procedure om de afstelling van het NDB-sigitaal uit te voeren was opgesteld;
- er werd een RF-stralingsbewustmakingsopleiding gegeven aan technici die de afstelling van NDB binnen het complex moeten uitvoeren;
- luchthavenmedewerkers werden erop gewezen hoe belangrijk het was om de exploitant van de luchthaven op de hoogte te brengen van medische implantaten;
- Waarschuwingen die specifiek verband houden met de niet-ioniserende stralingsgevaaren van het NDB waren opgenomen in de veiligheidsinformatie van de vestiging.

12.9.3 Afstandsmeetapparatuur

- Er zijn geen bijkomende beschermings- en voorzorgsmaatregelen getroffen omdat de bestaande maatregelen doeltreffend waren.

“In Richtlijn 2013/35/EG zijn de minimumvoorschriften inzake veiligheid vastgelegd met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van elektromagnetische velden (EMV). Deze praktische gids is opgesteld om werkgevers, in het bijzonder kleine en middelgrote ondernemingen, te helpen begrijpen wat zij moeten doen om te voldoen aan de richtlijn. Hij kan echter ook nuttig zijn voor werknemers, werknemersvertegenwoordigingen en regelgevende instanties in de lidstaten. De gids bestaat uit twee delen en een specifieke gids voor het mkb.

De praktische gids, deel 1, geeft advies over de uitvoering van een risicobeoordeling, alsmede verder advies over de beschikbare opties wanneer werkgevers bijkomende beschermings- of preventiemaatregelen ten uitvoer moeten leggen.

Deel 2 bevat twaalf praktijkvoorbeelden die werkgevers tonen hoe ze beoordelingen moeten maken en die een aantal preventie- en beschermingsmaatregelen illustreren die zij kunnen kiezen en ten uitvoer leggen. De praktijkvoorbeelden worden voorgesteld in de context van algemene werkplekken, maar werden samengesteld op basis van reële werksituaties.

De gids voor het mkb vormt een hulp bij de initiële beoordeling van de risico's van EMV op uw werkplek. Op basis van het resultaat van deze beoordeling helpt hij u te besluiten of het nodig is verdere maatregelen te nemen naar aanleiding van de EMV-richtlijn.

Deze publicatie is verkrijgbaar in elektronische vorm in alle officiële talen van de EU.

U kunt de publicaties downloaden of een gratis abonnement nemen via:

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

Als u regelmatig updates wenst van het directoraat-generaal Werkgelegenheid, Sociale Zaken en Inclusie, kunt u zich opgeven voor de gratis elektronische nieuwsbrief Sociaal Europa op

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



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



https://twitter.com/EU_Social

