



Europese  
Commissie

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

# Elektromagnetische velden

Deel 1: Praktische gids

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 1: Praktische gids

**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, telefoencellen 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 978-92-79-45878-1

doi: 10.2767/92072

© Europese Unie, 2015

Overneming met bronvermelding toegestaan.

## SAMENVATTING

Er is een praktische gids opgesteld om werkgevers, in het bijzonder kleine en middelgrote ondernemingen, te helpen begrijpen wat zij moeten doen om te voldoen aan de EMV-richtlijn (Richtlijn 2013/35/EU — EMV = elektromagnetische velden). In de Europese Unie staan de algemene maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk vermeld in de kaderrichtlijn (Richtlijn 89/391/EEG). De EMV-richtlijn geeft hoofdzakelijk bijkomende details over de wijze waarop de doelstellingen van de kaderrichtlijn voor de specifieke situatie van werken met elektromagnetische velden kunnen worden behaald.

Bij veel activiteiten die op moderne werkplekken worden uitgevoerd, ontstaan er elektromagnetische velden, zoals bij het gebruik van elektrische apparatuur en veel gangbare communicatietoestellen. Toch zijn de blootstellingsniveaus op de meeste werkplekken zeer laag en vormen ze geen risico voor de werknemers. Zelfs op plaatsen waar sterke velden worden opgewekt, nemen zij meestal snel af naarmate de afstand tot de bron ervan groter is, zodat werknemers geen risico lopen wanneer ze niet dicht bij de apparatuur moeten werken. Aangezien de meeste velden worden gegenereerd door elektriciteit, verdwijnen zij wanneer de stroom wordt uitgeschakeld.

Risico's voor werknemers kunnen voortvloeien uit directe effecten van het veld op het lichaam en uit indirecte effecten die het resultaat zijn van de aanwezigheid van voorwerpen in het veld. De directe effecten kunnen niet-thermisch of thermisch van aard zijn. Sommige werknemers hebben een verhoogd risico bij blootstelling aan elektromagnetische velden. Het gaat om werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen, met passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen, met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen en zwangere werknemers.

Om werkgevers te helpen een initiële beoordeling van hun werkplek uit te voeren, bevat de gids een tabel met gangbare werksituaties. In drie kolommen zijn situaties weergegeven waarvoor specifieke beoordelingen nodig zijn voor werknemers met actieve implantaten, andere werknemers die een bijzonder risico lopen en alle werknemers. Deze tabel zou de meeste werkgevers moeten helpen bij de vaststelling dat er geen risico's van EMV op hun werkplekken zijn.

Zelfs voor werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen zal het meestal voldoende zijn ervoor te zorgen dat ze de instructies van het medische team dat verantwoordelijk is voor hun zorg opvolgen. Er is een aanhangsel toegevoegd voor werkgevers die het risico voor werknemers met een verhoogd risico moeten beoordelen.

De laatste kolom in de tabel bevat werksituaties waarvan wordt verwacht dat ze sterke velden opwekken; hiervoor zullen werkgevers meestal een meer gedetailleerde beoordelingsprocedure moeten volgen. Vaak zullen de velden alleen een risico vormen voor werknemers met een verhoogd risico, maar in een aantal gevallen kunnen er risico's van directe of indirecte effecten van EMV voor alle werknemers zijn. In deze gevallen moet de werkgever overwegen bijkomende beschermings- of preventiemaatregelen ten uitvoer te leggen.

De praktische gids geeft advies over de uitvoering van een risicobeoordeling die in overeenstemming moet zijn met een aantal vaak gebruikte risicobeoordelingsprocedures, waaronder de OiRA-tool die wordt verstrekt door het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk.

Tijdens de risicobeoordeling kan het soms nodig zijn dat werkgevers informatie over de velden die op de werkplek aanwezig zijn, vergelijken met de actieniveaus en grenswaarden voor blootstelling zoals vermeld in de EMV-richtlijn. Wanneer de velden op de werkplek laag zijn, zullen dergelijke vergelijkingen meestal niet nodig zijn, en de

gids adviseert werkgevers in de plaats daarvan te vertrouwen op algemene informatie zoals de hierboven vermelde tabellen.

Wanneer het nodig is te vergelijken met actieniveaus of grenswaarden voor blootstelling, worden werkgevers aangemoedigd gebruik te maken van beschikbare informatie van producenten of databanken en waar mogelijk te vermijden hun eigen beoordelingen uit te voeren. Voor de werkgevers die toch hun eigen beoordelingen moeten uitvoeren, geeft de gids advies over methoden en richtsnoeren over specifieke kwesties zoals omgaan met niet-uniforme velden, optelling van multifrequentievelen en toepassing van de gewogen-piekwaardebenadering.

Wanneer werkgevers bijkomende beschermings- of preventiemaatregelen ten uitvoer moeten leggen, biedt de gids verder advies over de beschikbare opties. Het is belangrijk te benadrukken dat er niet één oplossing is voor alle EMV-risico's. Werkgevers moeten alle beschikbare opties overwegen zodat ze de geschikteste oplossing voor hun situatie kiezen.

Het is al een tijd bekend dat het gebruik van beeldvorming door middel van magnetische resonantie (*Magnetic resonance imaging*, MRI) in de gezondheidssector kan leiden tot blootstellingen van werknemers die hoger zijn dan de grenswaarden voor blootstelling vermeld in de EMV-richtlijn. MRI is een belangrijke medische technologie die essentieel is voor de diagnose en behandeling van ziekten. Daarom staat de EMV-richtlijn een voorwaardelijke afwijking van de vereiste toe om te voldoen aan de grenswaarden voor blootstelling. In een aanhangsel van de gids dat is opgesteld in samenspraak met relevante belanghebbenden, vinden werkgevers praktische richtsnoeren over de conformiteit met de voorwaarden voor de afwijking.

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. Veel van de situaties die in de praktijkvoorbeelden worden beoordeeld, gaven aanleiding tot sterke velden. In sommige gevallen bestond het risico alleen voor werknemers met een verhoogd risico die konden worden uitgesloten van het gebied met een sterk veld. In andere gevallen waren er mogelijke risico's voor alle werknemers, maar was het niet nodig dat ze in het gebied aanwezig waren terwijl het sterke veld werd opgewekt.

Naast MRI (hierboven besproken) werden er nog twee situaties geïdentificeerd waarbij werknemers regelmatig worden blootgesteld aan waarden die hoger liggen dan de grenswaarden voor blootstelling.

De meestgebruikte methode was weerstandslas. Deze procedure is gebaseerd op zeer hoge stromen en geeft vaak aanleiding tot magnetische fluxdichtheden die de actieniveaus van de EMV-richtlijn benaderen of overschrijden. Voor handmatige lasprocedures staat de bediener noodzakelijkerwijs dicht bij de bron van het veld. Voor situaties die zijn onderzocht in de praktijkvoorbeelden en elders, werden de lage actieniveaus soms tijdelijk overschreden. In alle gevallen was echter het hoge actieniveau niet overschreden of toonde modelvorming aan dat de grenswaarden voor blootstelling niet waren overschreden. In de meeste gevallen kunnen risico's dan ook worden beheerd door eenvoudige maatregelen, zoals voorlichting en opleiding van werknemers zodat ze de risico's begrijpen en weten hoe ze de blootstellingen tot een minimum kunnen beperken door de apparatuur te gebruiken zoals bedoeld. Toch is het mogelijk dat een minderheid van de handelingen van handmatig weerstandslas kan leiden tot blootstellingen die hoger zijn dan de grenswaarden voor blootstelling vermeld in de EMV-richtlijn. Waarschijnlijk zullen vertegenwoordigers van sectoren waarin deze technologieën worden gebruikt, contact moeten opnemen met de regering van elke lidstaat om een tijdelijke afwijking voor het voortgezette gebruik van deze apparatuur te vragen, zodat er tijd is voor vernieuwing van de apparatuur.

De tweede situatie die aanleiding geeft tot hoge blootstelling was het gebruik van transcraniële magnetische stimulatie in de geneeskunde. Deze procedure is minder gangbaar dan MRI, maar het blijft een belangrijke en veelgebruikte techniek, zowel bij behandeling als bij diagnose. Tijdens de behandeling wordt de applicator meestal boven het hoofd van de patiënt in een gepaste standaard ondersteund. Aangezien de therapeut niet in de nabijheid moet zijn tijdens werking van de apparatuur, zou het eenvoudig moeten zijn om blootstelling van werknemers te beperken. Bij diagnostische toepassingen daarentegen wordt gebruikgemaakt van handmatige manipulatie van de applicator, waardoor de werknemer noodzakelijkerwijs aan hoge waarden wordt blootgesteld. De ontwikkeling van geschikte manipulatieapparatuur met afstandsbediening zou de blootstelling van werknemers kunnen verminderen.

Tot besluit: De gids is modulair opgesteld om de last voor de meerderheid van werkgevers te beperken; zij hoeven alleen de eerste sectie te lezen. Sommige werkgevers zullen rekening moeten houden met werknemers met een verhoogd risico en deze werkgevers zullen ook de tweede sectie moeten lezen. Werkgevers met sterke velden zullen ook de derde sectie moeten lezen en werkgevers met velden die risico's vertonen, zullen ook rekening moeten houden met de laatste sectie. De nadruk ligt in de hele gids op eenvoudige benaderingen, zowel voor beoordelingen als voor preventie- en beschermingsmaatregelen.





# INHOUDSOPGAVE

## SECTIE 1 — ALLE WERKGEVERS

<b>1.</b>	<b>INLEIDING EN DOEL VAN DEZE GIDS</b> .....	<b>12</b>
1.1	Aanwijzingen voor het gebruik van deze gids.....	13
1.2	Inleiding tot de EMV-richtlijn.....	15
1.3	Toepassingsgebied van deze gids.....	15
1.4	Overeenstemming met Richtlijn 2013/35/EU.....	16
1.5	Nationale regelgevingen en bijkomende informatiebronnen.....	17
<b>2.</b>	<b>GEZONDHEIDSEFFECTEN EN VEILIGHEIDSRISICO'S VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN</b> .....	<b>18</b>
2.1	Directe effecten.....	18
2.2	Effecten op lange termijn.....	18
2.3	Indirecte effecten.....	19
<b>3.</b>	<b>BRONNEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN</b> .....	<b>20</b>
3.1	Werknemers met een verhoogd risico.....	21
3.1.1	Werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen (AIMD).....	22
3.1.2	Andere werknemers met een verhoogd risico.....	22
3.2	Beoordelingsvereisten voor veelvoorkomende werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken.....	23
3.2.1	Werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken waarvoor een specifieke beoordeling waarschijnlijk nodig is.....	27
3.3	Niet in dit hoofdstuk vermelde werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken.....	28

## SECTIE 2 — HOE BESLIST U OF U MEER MOET DOEN?

<b>4.</b>	<b>STRUCTUUR VAN DE EMV-RICHTLIJN</b> .....	<b>30</b>
4.1	Artikel 3 — Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus.....	32
4.2	Artikel 4 — Beoordeling van risico's en bepaling van blootstelling.....	32
4.3	Artikel 5 — Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's.....	33
4.4	Artikel 6 — Voorlichting en opleiding van de werknemers.....	33
4.5	Artikel 7 — Raadpleging en deelneming van de werknemers.....	34
4.6	Artikel 8 — Gezondheidstoezicht.....	34
4.7	Artikel 10 — Afwijkingen.....	34
4.8	Samenvatting.....	34
<b>5.</b>	<b>BEOORDELING VAN RISICO'S IN DE CONTEXT VAN DE EMV-RICHTLIJN</b> .....	<b>36</b>
5.1	Online interactief risicobeoordelingsplatform (Online Interactive Risk Assessment Platform, OiRA).....	37
5.2	Stap 1 — Voorbereiding.....	37
5.3	Stap 2 — Identificatie van gevaren en werknemers die risico lopen.....	38
5.3.1	Identificatie van gevaren.....	38
5.3.2	Identificatie van bestaande preventie- en voorzorgsmaatregelen.....	39
5.3.3	Identificatie van werknemers die risico lopen.....	39
5.3.4	Werknemers met een verhoogd risico.....	39

5.4	Stap 3 — Risico's evalueren en prioriteit geven.....	40
5.4.1	Evaluatie van risico.....	40
5.4.1.1	Directe effecten.....	41
5.4.1.2	Indirecte effecten.....	41
5.4.1.3	Werknemers met een verhoogd risico.....	42
5.5	Stap 4 — Beslissen over preventiemaatregelen.....	42
5.6	Stap 5 — Actie ondernemen.....	43
5.7	De risicobeoordeling documenteren.....	43
5.8	Controle en herziening van de risicobeoordeling.....	43

## SECTIE 3 — BEOORDELINGEN VAN CONFORMITEIT

6.	GEBRUIK VAN GRENSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING EN ACTIENIVEAUS.....	46
6.1	Actieniveaus voor directe effecten.....	48
6.1.1	Actieniveaus voor elektrische velden (1 Hz-10 MHz).....	50
6.1.2	Actieniveaus voor magnetische velden (1 Hz-10 MHz).....	51
6.1.3	Actieniveaus voor elektrische en magnetische velden (100 kHz-300 GHz).....	52
6.1.4	Actieniveaus voor geïnduceerde extremiteitstroom (10-110 MHz).....	52
6.2	Actieniveaus voor indirecte effecten.....	52
6.2.1	Actieniveaus voor statische magnetische velden.....	52
6.2.2	Actieniveaus voor contactstroom (tot 110 MHz).....	52
6.3	Grenswaarden voor blootstelling.....	53
6.3.1	Grenswaarden voor blootstelling voor effecten op de zintuigen en gezondheidseffecten.....	53
6.3.2	Grenswaarden voor blootstelling (0-1 Hz).....	54
6.3.3	Grenswaarden voor blootstelling (1 Hz-10 MHz).....	54
6.3.4	Grenswaarden voor blootstelling (100 kHz-300 GHz).....	55
6.4	Afwijkingen.....	55
6.4.1	Afwijking voor MRI.....	56
6.4.2	Militaire afwijking.....	57
6.4.3	Algemene afwijking.....	57
7.	GEBRUIK VAN DATABANKEN EN EMISSIEGEGEVENS VAN PRODUCENT.....	58
7.1	Informatie van producenten gebruiken.....	58
7.1.1	Basis voor beoordeling van de producent.....	59
7.2	Databanken met beoordelingen.....	60
7.3	Door de producenten te verstrekken informatie.....	60
7.3.1	Beoordelingsnormen.....	60
7.3.2	Als er geen relevante norm is.....	61
8.	BEREKENING OF METING VAN BLOOTSTELLING.....	63
8.1	Vereisten van de EMV-richtlijn.....	63
8.2	Beoordelingen van de werkplek.....	63
8.3	Bijzondere gevallen.....	64
8.4	Bijkomende hulp vragen.....	64

## SECTIE 4 — MOET U MEER DOEN?

9.	BESCHERMINGS- EN PREVENTIEMAATREGELEN.....	68
9.1	Preventieprincipes.....	68
9.2	Wegwerken van het gevaar.....	69
9.3	Vervanging door minder gevaarlijke procedures of apparatuur.....	69
9.4	Technische maatregelen.....	70
9.4.1	Afscherming.....	70
9.4.2	Bescherming met platen.....	71

9.4.3	Onderlinge vergrendelingen.....	72
9.4.4	Gevoelige beschermingsapparatuur.....	73
9.4.5	Met twee handen te bedienen bedieningstoestel.....	73
9.4.6	Noodstoppen.....	74
9.4.7	Technische maatregelen om vonkontladingen te voorkomen.....	74
9.4.8	Technische maatregelen om contactstromen te voorkomen.....	75
9.5	<b>Organisatorische maatregelen.....</b>	<b>75</b>
9.5.1	Afbakening en beperking van toegang.....	75
9.5.2	Veiligheidsborden en mededelingen.....	77
9.5.3	Schriftelijke procedures.....	79
9.5.4	Informatie over veiligheid op de site.....	79
9.5.5	Toezicht en beheer.....	80
9.5.6	Instructies en opleiding.....	80
9.5.7	Ontwerp en indeling van de werkplek en de arbeidsplaats.....	81
9.5.8	Aannemen van goede werkmethode.....	82
9.5.9	Preventieve onderhoudsprogramma's.....	84
9.5.10	Restrictie van beweging in statische magnetische velden.....	84
9.5.11	Coördinatie en samenwerking tussen werkgevers.....	84
9.6	<b>Persoonlijke beschermingsmiddelen.....</b>	<b>85</b>
10.	<b>VOORBEREIDING OP NOODSITUATIES.....</b>	<b>86</b>
10.1	Vorbereiding van plannen.....	86
10.2	Reageren op schadelijke incidenten.....	86
11.	<b>RISICO'S, SYMPTOMEN EN GEZONDHEIDSTOEZICHT.....</b>	<b>88</b>
11.1	<b>Risico's en symptomen.....</b>	<b>88</b>
11.1.1	Statische magnetische velden (0-1 Hz).....	88
11.1.2	Laagfrequente magnetische velden (1 Hz-10 MHz).....	89
11.1.3	Laagfrequente elektrische velden (1 Hz-10 MHz).....	89
11.1.4	Hoogfrequente velden (100 kHz-300 GHz).....	89
11.2	<b>Gezondheidstoezicht.....</b>	<b>91</b>
11.3	<b>Medisch onderzoek.....</b>	<b>91</b>
11.4	<b>Documentatie.....</b>	<b>92</b>

## SECTIE 5 — REFERENTIEMATERIAAL

AANHANGSEL A.	Aard van elektromagnetische velden.....	94
AANHANGSEL B.	Gezondheidseffecten van elektromagnetische velden.....	98
AANHANGSEL C.	Grootheden en eenheden van elektromagnetische velden.....	103
AANHANGSEL D.	Beoordeling van de blootstelling.....	110
AANHANGSEL E.	Indirecte effecten en werknemers met een verhoogd risico.....	155
AANHANGSEL F.	Richtsnoeren in verband met MRI.....	162
AANHANGSEL G.	Vereisten van andere Europese teksten.....	172
AANHANGSEL H.	Europese en internationale normen.....	178
AANHANGSEL I.	Informatiebronnen.....	180
AANHANGSEL J.	Verklarende woordenlijst en afkortingen.....	184
AANHANGSEL K.	Bibliografie.....	188
AANHANGSEL L.	Richtlijn 2013/35/EU.....	190



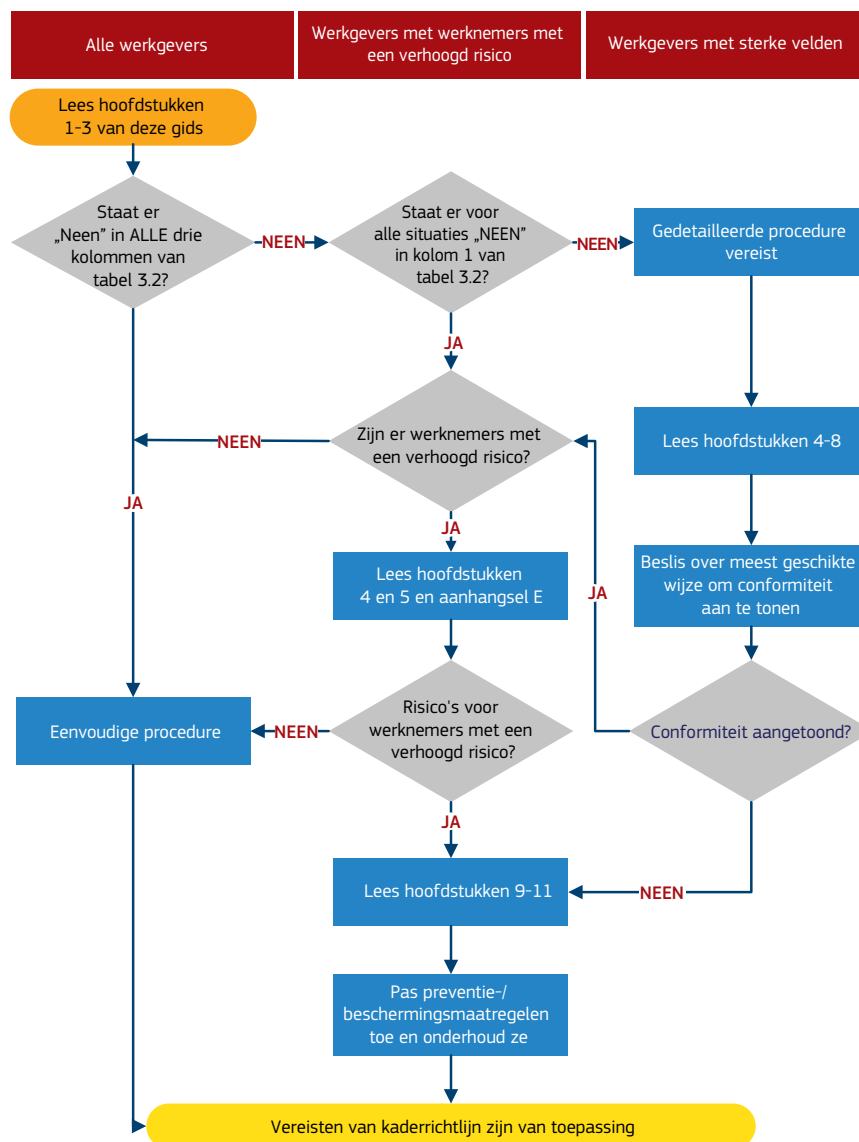
Sectie 1

# ALLE WERKGEVERS

# 1. INLEIDING EN DOEL VAN DEZE GIDS

De aanwezigheid van elektromagnetische velden (EMV) die vallen onder de EMV-richtlijn (Richtlijn 2013/35/EU), is onvermijdelijk in de ontwikkelde wereld omdat zij ontstaan telkens als elektriciteit wordt gebruikt. Het merendeel van de werknemers wordt blootgesteld aan veldsterktes die geen schadelijke effecten veroorzaken. Op sommige werkplekken kunnen veldsterktes evenwel een risico vormen en de EMV-richtlijn is dan ook opgesteld om de veiligheid en gezondheid van werknemers in deze situaties te waarborgen. Werkgevers hebben het voornamelijk moeilijk om te herkennen of zij al dan niet verdere specifieke maatregelen moeten treffen.

**Figuur 1.1 — Overzicht van het gebruik van deze gids**



## 1.1 Aanwijzingen voor het gebruik van deze gids

Deze gids is hoofdzakelijk gericht op werkgevers en in het bijzonder op kleine en middelgrote ondernemingen. Hij kan evenwel ook nuttig zijn voor werknemers, werknemersvertegenwoordigers en regelgevende instanties in lidstaten.

Deze gids 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. Als dit zo is, biedt hij u praktisch advies over maatregelen die u kunt nemen.

De gids is ontworpen om u te helpen inzien hoe het werk dat u uitvoert, mogelijk valt onder de EMV-richtlijn. Hij is niet wettelijk bindend en vormt geen interpretatie van specifieke wettelijke vereisten waaraan u mogelijk moet voldoen. De gids moet dan ook in samenhang met de EMV-richtlijn (zie aanhangsel L), de kaderrichtlijn (Richtlijn 89/391/EEG) en relevante nationale wetgeving worden gelezen.

De EMV-richtlijn legt de minimumvoorschriften inzake veiligheid vast met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van elektromagnetische velden. Er zijn evenwel slechts weinig werkgevers die de EMV-niveaus op hun werkplek moeten berekenen of meten. Meestal zijn de risico's die gepaard gaan met het uitgevoerde werk laag en kan dit ook vrij eenvoudig worden vastgesteld. Deze gids is ontworpen opdat werkgevers die reeds aan de regelgeving voldoen, dit ook snel kunnen vaststellen zonder de volledige gids te moeten lezen.

De procedure voor het gebruik van deze gids is geïllustreerd in het stroomschema in figuur 1.1. Deze gids is opgedeeld in vier secties.

1. De eerste sectie (hoofdstukken 1 tot en met 3) is bedoeld voor alle lezers en bevat een algemene inleiding, instructies over het gebruik van deze gids, een overzicht van de belangrijkste veiligheids- en gezondheidseffecten en een verklaring van bronnen van EMV. Merk op dat hoofdstuk 3 een lijst van algemene apparatuur, activiteiten en situaties bevat waarvan wordt verondersteld dat de EMV zo zwak zijn dat werkgevers geen verdere maatregelen hoeven te nemen. Aan de hand van deze tabel zouden de meeste werkgevers al moeten kunnen besluiten dat zij hun verplichtingen nakomen, in de veronderstelling dat zij voldoen aan de vereisten van de kaderrichtlijn. Voor die werkgevers heeft deze gids zijn doel bereikt; zij moeten verder niets meer ondernemen.
2. De tweede sectie (hoofdstukken 4 en 5) is bedoeld voor de werkgevers die niet konden besluiten dat ze niets meer moeten doen. Deze werkgevers moeten een beter inzicht krijgen in de vereisten van de EMV-richtlijn en moeten een specifieke EMV-risicobeoordeling uitvoeren. Voor een aantal onder hen is dit het geval omdat ze werknemers met een verhoogd risico voor EMV hebben aangesteld. Afhankelijk van het resultaat van de beoordeling kunnen de werkgevers meteen naar de vierde sectie worden doorverwezen. Voor andere werkgevers zijn de EMV mogelijk sterk genoeg om risico's voor alle werknemers te vormen. Deze werkgevers moeten ook de derde sectie lezen.
3. De derde sectie (hoofdstukken 6, 7 en 8) is bedoeld voor werkgevers die moeten bepalen of de actieniveaus (AN), en in bepaalde gevallen grenswaarden voor blootstelling (GWB), zullen worden overschreden. Vaak zullen zij kunnen aantonen dat dit niet het geval is en dat de bestaande arbeidspraktijken aanvaardbaar zijn. Deze werkgevers hebben evenwel nog steeds behoefte aan een meer gedetailleerde risicobeoordeling en een betere raming van blootstellingen. Voor velen zal het voldoende zijn tot hoofdstuk 7 te lezen, maar sommige werkgevers zullen het nuttig vinden ook hoofdstuk 8 te lezen.
4. De vierde sectie (hoofdstukken 9, 10 en 11) is bedoeld voor de kleine minderheid van werkgevers die blootstellingen boven een GWB of andere te verminderen risico's vaststellen. Deze werkgevers zullen wijzigingen moeten doorvoeren om werknemers te beschermen. Deze werkgevers zouden de eerdere hoofdstukken van deze gids al gelezen moeten hebben.

Deze gids is bedoeld om u een logisch stappenplan te laten volgen voor de beoordeling van het risico voor werknemers veroorzaakt door elektromagnetische velden.

### **Tabel 1.1 — Stappenplan voor de beoordeling van risico's van elektromagnetische velden**

Indien alle risico's van elektromagnetische velden op de werkplek laag zijn, zijn er geen verdere maatregelen vereist.  
Werkgevers zullen willen registreren dat zij hun werkplek hebben geëvalueerd en tot deze conclusie zijn gekomen.

Indien de risico's van elektromagnetische velden niet laag zijn of het risico onbekend is, moeten werkgevers een procedure volgen om het risico te beoordelen en indien nodig gepaste voorzorgsmaatregelen treffen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de vereisten van de EMV-richtlijn, terwijl hoofdstuk 5 een voorgestelde methode voor de beoordeling van risico's van EMV uitlegt. Mogelijk is de conclusie dat er geen aanzienlijk risico is. In dit geval moet de beoordeling worden geregistreerd en loopt de procedure hier ten einde.

In hoofdstuk 6 wordt het gebruik van grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus verklaard. Hierin worden ook de afwijkingen besproken.

Als hulpmiddel bij de risicobeoordeling in het algemeen en meer specifiek om de naleving van de actieniveaus of grenswaarden voor blootstelling te beoordelen, hebben werkgevers mogelijk informatie nodig over het EMV-niveau. Dit kan worden verkregen via databanken of producenten (hoofdstuk 7) of het kan nodig zijn om berekeningen of metingen uit te voeren (hoofdstuk 8).

Hoofdstuk 9 geeft een overzicht van preventie- en beschermingsmaatregelen waar dit nodig is om het risico te beperken.

Hoofdstuk 10 bevat richtsnoeren over het voorbereid zijn op noodsituaties, terwijl hoofdstuk 11 advies geeft over risico's, symptomen en toezicht op gezondheid.

De hoofdstukken van deze gids werden zo kort mogelijk gehouden om de last voor werkgevers die hem gebruiken zo klein mogelijk te houden. De aanhangsels van deze gids geven bijkomende informatie voor werkgevers en anderen die betrokken zijn bij de risicobeoordelingsprocedure (tabel 1.2):

### **Tabel 1.2 — Aanhangsels van deze gids**

A — Aard van EMV

B — Gezondheidseffecten van EMV

C — Grootheden en eenheden van EMV

D — Beoordeling van de blootstelling

E — Indirecte effecten en werknemers met een verhoogd risico

F — Richtsnoeren in verband met MRI

G — Vereisten van andere Europese teksten

H — Europese en internationale normen

I — Informatiebronnen

J — Verklarende woordenlijst, afkortingen en symbolen van stroomschema's

K — Bibliografie

L — Richtlijn 2013/35/EU



## 1.2 Inleiding tot de EMV-richtlijn

Alle werkgevers zijn verplicht om enerzijds de risico's te beoordelen die voortkomen uit de werkzaamheden die zij (laten) uitvoeren en om anderzijds beschermings- of voorzorgsmaatregelen te treffen om de vastgestelde risico's te beperken. Deze verplichtingen zijn een vereiste van de kaderrichtlijn. De EMV-richtlijn is opgesteld om werkgevers te helpen voldoen aan hun algemene verplichtingen krachtens de kaderrichtlijn en dit voor het specifieke geval van EMV op de werkplek. Aangezien werkgevers reeds voldoen aan de vereisten van de kaderrichtlijn, komen zij er meestal achter dat zij reeds volledig voldoen aan de EMV-richtlijn en verder niets hoeven te ondernemen.

Elektromagnetische velden worden in de EMV-richtlijn gedefinieerd als statische elektrische, statische magnetische en tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden met frequenties tot 300 GHz. Deze terminologie wordt in deze gids alleen gebruikt wanneer dit een duidelijk voordeel biedt.

Elektromagnetische velden worden geproduceerd door veel verschillende soorten bronnen die werknemers op de werkplek kunnen tegenkomen. Zij worden gegenereerd en gebruikt in het kader van vele werkactiviteiten, zoals productieprocessen, onderzoek, communicatie, medische toepassingen, stroomopwekking, -overdracht en -distributie, radio- en televisie-uitzendingen, ruimte- en zeenavigatie en beveiliging. Elektromagnetische velden kunnen ook bijkomstig zijn, zoals de velden die worden gegenereerd in de buurt van kabels die elektriciteit naar gebouwen leiden of voortkomen uit het gebruik van elektrische apparatuur en toestellen. Aangezien de meeste velden worden gegenereerd door elektriciteit, verdwijnen zij wanneer de stroom wordt uitgeschakeld.

De EMV-richtlijn bestrijkt de vastgestelde directe en indirecte effecten die door elektromagnetische velden worden veroorzaakt. Veronderstelde gezondheidseffecten op lange termijn komen niet aan bod in de richtlijn (zie sectie 2.2). De directe effecten zijn onderverdeeld in niet-thermische effecten, zoals stimulering van spieren, zenuwen of zintuigen, en thermische effecten, zoals opwarming van weefsel (zie sectie 2.1). Indirecte effecten ontstaan wanneer de aanwezigheid van een object in een elektromagnetisch veld een gevaar voor de veiligheid of de gezondheid kan opleveren (zie sectie 2.3).

## 1.3 Toepassingsgebied van deze gids

Deze gids is bestemd om praktisch advies te geven om werkgevers te helpen voldoen aan de EMV-richtlijn. Hij is bedoeld voor alle bedrijven waar werknemers in contact kunnen komen met elektromagnetische velden. Hoewel de EMV-richtlijn geen enkele specifieke soort werkzaamheden of technologieën uitsluit, zullen de velden in veel werkplekken zo zwak zijn dat er geen risico is. Deze gids verstrekt een lijst van algemene werkzaamheden, apparatuur en werkplekken waarvan wordt verwacht dat velden zo zwak zijn dat werkgevers geen verdere maatregelen hoeven te nemen. Deze gids gaat niet verder in op kwesties van elektromagnetische compatibiliteit, die elders worden besproken.

De EMV-richtlijn vereist dat werkgevers rekening houden met werknemers met een verhoogd risico, in het bijzonder werknemers die een actief of passief geïmplanteerd medisch hulpmiddel, zoals een pacemaker, dragen, werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, zoals een insulinepomp, en zwangere werknemers. Deze gids verstrekt advies in deze situaties.

Er zijn een aantal potentiële blootstellingsscenario's die uiterst specifiek of erg ingewikkeld zijn en deze vallen dan ook niet binnen het toepassingsgebied van deze gids. Het is mogelijk dat sommige sectoren met specifieke blootstellingsscenario's hun eigen richtsnoeren met betrekking tot de EMV-richtlijn opstellen en deze moeten indien gepast worden geraadpleegd (zie aanhangsel I). Werkgevers met ingewikkelde blootstellingsscenario's moeten meer advies over de beoordeling inwinnen (zie hoofdstuk 8 en aanhangsel I).

## 1.4 Overeenstemming met Richtlijn 2013/35/EU

Deze gids is opgesteld om te voldoen aan artikel 14 van de EMV-richtlijn. Tabel 1.3 toont hoe de artikelen van de EMV-richtlijn verband houden met de hoofdstukken van deze gids.

**Tabel 1.3 — Overeenstemming tussen artikelen van de EMV-richtlijn en de secties van deze gids**

Artikelen en richtsnoeren	Sectie in de gids
<b>Artikel 2: Definities</b>	
Achtergrondinformatie	Aanhangsels A, B
Grootheden en eenheden die in de EMV-richtlijn worden gebruikt	Aanhangsel C
Termen en afkortingen	Aanhangsel J
<b>Artikel 3: Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus</b>	
Beperking van de blootstelling	Sectie 6.3
Toepassing van actieniveaus	Secties 6.1, 6.2
Vereiste maatregelen	Secties 9.4, 9.5
<b>Artikel 4: Beoordeling van risico's en bepaling van blootstelling</b>	
Risicobeoordeling	Hoofdstuk 5
Indirecte effecten en werknemers met een verhoogd risico	Secties 5.3, 5.4 en aanhangsel E
Beoordeling van blootstelling aan de hand van beschikbare informatie	Hoofdstuk 7
Beoordeling van blootstelling door meting of berekening	Hoofdstuk 8 en aanhangsel D
<b>Artikel 5: Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's</b>	
Preventieprincipes	Sectie 9.1
Technische maatregelen	Sectie 9.4
Organisatorische maatregelen	Sectie 9.5
Persoonlijke beschermingsmiddelen	Sectie 9.6
<b>Artikel 6: Voorlichting en opleiding van de werknemers</b>	
Voorlichting van de werknemers	Sectie 9.5 en aanhangsel E
Opleiding van de werknemers	Sectie 9.5 en aanhangsels A, B
<b>Artikel 7: Raadpleging en deelneming van de werknemers</b>	
Raadpleging en deelneming van de werknemers	Hoofdstuk 4
<b>Artikel 8: Gezondheidstoezicht</b>	
Symptomen	Sectie 11.1
Gezondheidstoezicht	Sectie 11.2
Medisch onderzoek	Sectie 11.3
<b>Artikel 10: Afwijkingen</b>	
Afwijkingen	Sectie 6.4 en aanhangsel F

## 1.5 Nationale regelgevingen en bijkomende informatiebronnen

De toepassing van deze gids staat niet noodzakelijk gelijk aan overeenstemming met de bindende vereisten inzake bescherming tegen magnetische velden in de verschillende EU-lidstaten. De wettelijke bepalingen waarmee de lidstaten Richtlijn 2013/35/EU hebben omgezet, hebben steeds prioriteit. Deze gaan mogelijk verder dan de minimale vereisten van de EMV-richtlijn waarop deze gids is gebaseerd. Meer informatie kan worden verkregen bij de nationale regelgevende instanties vermeld in aanhangsel I.

Als een verdere hulp bij de tenuitvoerlegging van de vereisten van de EMV-richtlijn, kunnen producenten hun producten ontwerpen om toegankelijke EMV te minimaliseren. Zij kunnen ook informatie verstrekken over de velden en risico's die gepaard gaan met de apparatuur bij normaal gebruik. Het gebruik van informatie van de producent wordt verder besproken in hoofdstuk 7.

Bijkomende informatiebronnen worden gegeven in de aanhangsels van deze gids. In het bijzonder aanhangsel I bevat details van nationale organisaties en handelsverenigingen, terwijl aanhangsel J een woordenlijst, een lijst van afkortingen en een verklaring van de symbolen van de stroomschema's in deze gids bevat. Aanhangsel K bevat een bibliografie van nuttige publicaties.

## 2. GEZONDHEIDSEFFECTEN EN VEILIGHEIDSRISICO'S VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Het soort effect dat elektromagnetische velden op mensen hebben, is grotendeels afhankelijk van de frequentie en intensiteit. In sommige situaties kunnen andere factoren, zoals de golfvorm, ook een belangrijke rol spelen. Sommige velden veroorzaken stimulering van zintuigen, zenuwen en spieren, terwijl andere velden opwarming veroorzaken. De door opwarming veroorzaakte effecten worden door de EMV-richtlijn *thermische effecten* genoemd, terwijl alle andere effecten *niet-thermische effecten* worden genoemd. Meer details over gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden staan vermeld in aanhangsel B.

Het is belangrijk te weten dat al deze effecten een drempel hebben waaronder er geen risico is en dat blootstelling onder de drempel op geen enkele manier cumulatief is. De door blootstelling veroorzaakte effecten zijn van voorbijgaande aard omdat zij beperkt zijn tot de duur van de blootstelling en stoppen of afnemen zodra de blootstelling stopt. Dit betekent dat er geen verder gezondheidsrisico is nadat de blootstelling is gestopt.

### 2.1 Directe effecten

Directe effecten zijn veranderingen in een persoon als gevolg van blootstelling aan een elektromagnetisch veld. De EMV-richtlijn houdt enkel rekening met goed begrepen effecten die zijn gebaseerd op bekende mechanismen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen effecten op de zintuigen en effecten op de gezondheid, die als ernstiger worden beschouwd.

De directe effecten zijn:

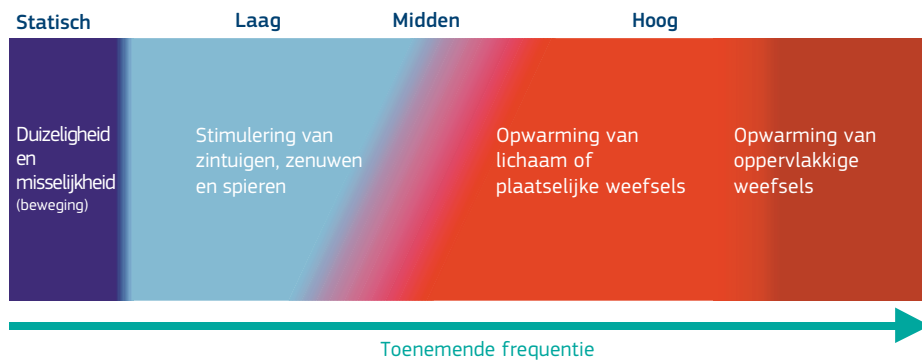
- duizeligheid en misselijkheid door statische magnetische velden (doorgaans gepaard met beweging, maar kunnen ook optreden bij stilstand);
- effecten op zintuigen, zenuwen en spieren van laagfrequente velden (maximaal 100 kHz);
- opwarming van het volledige lichaam of delen ervan als gevolg van hoogfrequente velden (10 MHz en meer); boven een paar GHz is opwarming steeds meer beperkt tot het lichaamsoppervlak;
- effecten van middenfrequenties (100 kHz-10 MHz) op zenuwen, spieren en opwarming.

Deze concepten worden weergegeven in figuur 2.1. Zie aanhangsel B voor meer informatie over directe effecten.

### 2.2 Effecten op lange termijn

De EMV-richtlijn heeft geen betrekking op veronderstelde effecten op lange termijn van blootstelling aan elektromagnetische velden omdat er op dit moment geen sluitend wetenschappelijk bewijs bestaat van een causaal verband. Mocht een dergelijk sluitend wetenschappelijk bewijs echter worden geleverd, dan zal de Europese Commissie overwegen hoe die effecten het beste kunnen worden aangepakt.

**Figuur 2.1 — De effecten van EMV in verschillende frequentiegebieden (frequentie-intervallen zijn niet op schaal)**



## 2.3 Indirecte effecten

Er kunnen ongewenste effecten ontstaan door de aanwezigheid van objecten in het veld, wat leidt tot een gevaar voor de veiligheid of gezondheid. Contact met stroomvoerende geleiders valt niet binnen het toepassingsgebied van de EMV-richtlijn.

De indirecte effecten zijn:

- interferentie met medische elektronische apparatuur en andere hulpmiddelen;
- interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen of apparatuur, zoals pacemakers of defibrillators;
- interferentie met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, zoals insulinepompen;
- interferentie met passieve implantaten (kunstgewrichten, pennen, draden of platen van metaal);
- effecten op granaatscherven, lichaamspiercings, tatoeages en bodyart;
- risico op rondvliegende losse ferromagnetische voorwerpen in een statisch magnetisch veld;
- onbedoeld in werking stellen van detonators;
- brand of explosies als gevolg van de ontbranding van brandbaar of explosief materiaal;
- elektrische schokken of verbranding door contactstromen wanneer een persoon een geleidend object in een elektromagnetisch veld aanraakt en slechts een van hen de grond raakt.

Hoofdstuk 5 en aanhangsel E geven meer informatie over indirecte effecten en de wijze waarop deze risico's op de werkplek kunnen worden beheerd.



### Hoofdboodschap: effecten van EMV

EMV op de werkplek kunnen leiden tot directe of indirecte effecten. Directe effecten komen voort uit een interactie tussen de velden en het lichaam en kunnen zowel niet-thermisch als thermisch zijn. Indirecte effecten ontstaan door de aanwezigheid van een object in het veld, wat leidt tot een gevaar voor de veiligheid of gezondheid.

### 3. BRONNEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Iedereen in onze moderne samenleving wordt blootgesteld aan elektrische en magnetische velden van diverse bronnen, zoals elektrische apparatuur, radio- en televisie-uitzendingen en communicatietoestellen (figuur 3.1). Aanhangsel A bevat meer informatie over de aard van elektromagnetische velden. De meeste bronnen van elektromagnetische velden zowel thuis als op de werkplek produceren uiterst lage blootstellingsniveaus. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat de meest voorkomende werkactiviteiten leiden tot blootstellingen die de in de EMV-richtlijn vastgelegde actieniveaus of grenswaarden voor blootstelling overschrijden.

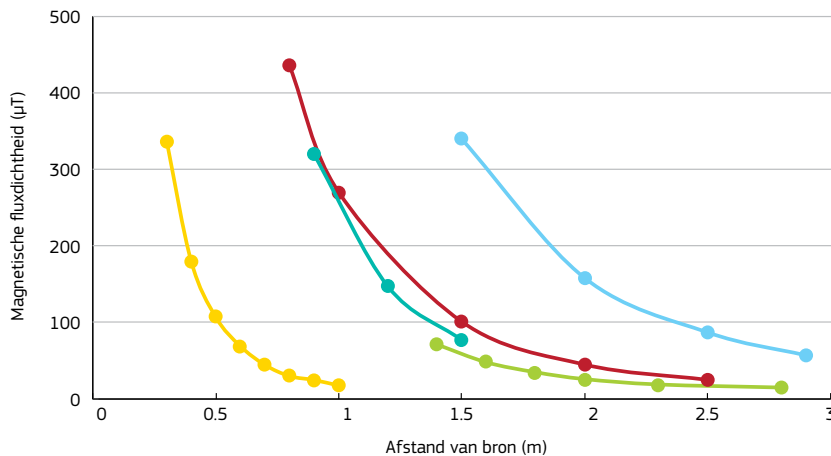
**Figuur 3.1 — Schematische voorstelling van elektromagnetisch spectrum met een aantal typische bronnen**



Doel van dit hoofdstuk is werkgevers informatie geven over de EMV-bronnen die kunnen worden teruggevonden in de werkomgeving om hen te helpen beslissen of een verdere beoordeling van de risico's van EMV noodzakelijk is. De omvang en grootte van geproduceerde elektromagnetische velden zijn afhankelijk van de spanning, de stroomsterkte en de frequentie die de apparatuur nodig heeft om te werken of genereert, samen met het ontwerp van de apparatuur. Sommige apparatuur kan ontworpen zijn om doelbewust externe elektromagnetische velden te genereren. In dit geval kan kleine apparatuur met laag vermogen leiden tot aanzienlijke externe elektromagnetische velden. Doorgaans is een verdere beoordeling nodig voor apparatuur die hoge stroomsterkten of hoge spanningen gebruikt of ontworpen is om elektromagnetische straling uit te zenden. Aanhangsel C verstrekt meer informatie over gangbare grootheden en eenheden die worden gebruikt om elektromagnetische velden te beoordelen. Advies over risicobeoordeling in de context van de EMV-richtlijn is terug te vinden in hoofdstuk 5.

De grootte van een elektromagnetisch veld zal snel afnemen op basis van de afstand van de bron ervan (figuur 3.2). De blootstelling van werknemers kan worden beperkt indien het mogelijk is om toegang te beperken tot de ruimten in de buurt van de apparatuur wanneer de apparatuur in werking is. Denk er bovendien aan dat elektromagnetische velden die niet door een permanente magneet of supergeleidende magneet worden gegenereerd, normaal gezien verdwijnen zodra de apparatuur wordt uitgeschakeld.

**Figuur 3.2 — Afname van de magnetische fluxdichtheid met afstand voor een reeks bronnen met netstroomfrequentie: puntlasmachine (●—●); 0,5 m demagnetisatiespoel (●—●); 180 kW inductieoven (●—●); 100 kVA naadlasmachine (●—●); 1 m demagnetisatiespoel (●—●)**



Het vervolg van dit hoofdstuk helpt werkgevers een onderscheid te maken tussen apparatuur, activiteiten en situaties waarvan het onwaarschijnlijk is dat zij een gevaar vormen en waarbij beschermings- of voorzorgsmaatregelen nodig kunnen zijn om werknemers te beschermen.

### 3.1 Werknemers met een verhoogd risico

Sommige groepen werknemers (zie tabel 3.1) worden beschouwd als werknemers met een verhoogd risico bij elektromagnetische velden. Het is mogelijk dat deze werknemers niet voldoende beschermd zijn door de in de EMV-richtlijn vastgelegde AN. Het is dan ook nodig dat werkgevers hun blootstelling afzonderlijk van de blootstelling van andere werknemers in acht nemen.

Werknemers met een verhoogd risico zijn normaal gezien voldoende beschermd door te voldoen aan de referentieniveaus die zijn vastgelegd in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad (zie aanhangsel E). Voor een zeer kleine minderheid bieden zelfs deze referentieniveaus echter niet voldoende bescherming. Deze personen zullen gepast advies hebben gekregen van hun behandelend arts en op basis van dit advies kan de werkgever bepalen of de persoon risico loopt op de werkplek.

**Tabel 3.1 — Werknemers met een verhoogd risico zoals bepaald in de EMV-richtlijn**

Werknemers met een verhoogd risico	Voorbeelden
Werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen (AIMD)	Pacemakers, defibrillators, cochlea-implantaten, hersenstamimplantaten, binnenoorprothesen, neurostimulators, netvliescodeurs, geïmplanteerde medicatiepompen
Werknemers die passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen met metaal	Kunstgewrichten, pennen, platen, schroeven, chirurgische klemmen, stents, hartkleprothesen, annuloplastiekringen, metalen geïmplanteerde voorbehoedsmiddelen en behuizingen van AIMD
Werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen	Externe hormoonpompjes
Zwangere werknemers	

NB: Bij het nagaan of werknemers een verhoogd risico hebben, moeten werkgevers rekening houden met de frequentie, het niveau en de duur van de blootstelling.

### 3.1.1 Werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen (AIMD)

En groep werknemers met een verhoogd risico bestaat uit werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen (AIMD). De reden hiervoor is dat sterke elektromagnetische velden de normale werking van deze actieve implantaten kunnen verstoren. Producenten van hulpmiddelen zijn wettelijk verplicht om ervoor te zorgen dat hun producten redelijk bestand zijn tegen interferentie en dat zij stelselmatig worden getest voor veldsterktes die in de openbare omgeving kunnen optreden. Veldsterktes tot en met de in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad vermelde referentieniveaus mogen dan ook geen schadelijk effect hebben op de werking van deze hulpmiddelen. Veldsterktes boven deze referentieniveaus *op de positie van het hulpmiddel of bijbehorende prikkelgeleiders* (indien aanwezig) kunnen evenwel leiden tot een storing en dit vormt dan weer een risico voor de dragers van de hulpmiddelen.

Hoewel voor een aantal in deze gids behandelde werksituaties sterke velden nodig zijn, zijn deze in de meeste gevallen erg plaatselijk. Het risico kan dan ook worden beheerst door ervoor te zorgen dat het sterke veld niet wordt gegenereerd in de onmiddellijke omgeving van het implantaat. Zo kan het veld dat door een mobiele telefoon wordt geproduceerd, leiden tot interferentie met een pacemaker indien de telefoon dicht bij het hulpmiddel wordt gehouden. Personen met pacemakers kunnen desalniettemin mobiele telefoons gebruiken zonder risico te lopen. Zij moeten er alleen voor zorgen dat zij de telefoon uit de buurt van hun borstkas houden.

Kolom 3 van tabel 3.2 bevat die situaties waarin een specifieke beoordeling nodig is voor werknemers die actieve implantaten dragen omdat sterke velden kunnen worden gegenereerd in de onmiddellijke omgeving van het hulpmiddel of bijbehorende prikkelgeleiders (indien aanwezig). Het resultaat van deze beoordeling houdt vaak in dat de werknemer zich gewoon moet houden aan de instructies die hij heeft gekregen van het medische team dat het implantaat heeft geplaatst.

Indien werknemers of andere personen met actieve implantaten toegang tot de werkplek hebben, moet de werkgever nagaan of een meer gedetailleerde beoordeling nodig is. In het kader hiervan moet worden opgemerkt dat voor een aantal in tabel 3.2 vermelde werksituaties een onderscheid wordt gemaakt tussen een persoon die een activiteit zelf uitvoert en de activiteit die plaatsvindt op de werkplek. Het is onwaarschijnlijk dat de laatste situatie leidt tot een sterk veld in de onmiddellijke omgeving van het implantaat en een beoordeling is dan ook doorgaans niet nodig.

Een paar situaties (zoals inductiesmelten) genereren zeer sterke velden. In deze gevallen is de zone waarbinnen de referentieniveaus uit Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad mogen worden overschreden, over het algemeen veel groter. Dit houdt in dat de beoordeling waarschijnlijk ingewikkelder zal zijn (zie aanhangsel E) en het mogelijk nodig is om toegangsbeperkingen in te voeren.

### 3.1.2 Andere werknemers met een verhoogd risico

Voor de andere groepen werknemers met verhoogd risico (zie tabel 3.1) houden erg plaatselijke sterke velden doorgaans geen risico in. Deze werknemers lopen juist een risico indien werkactiviteiten velden kunnen genereren die de referentieniveaus uit Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad overschrijden binnen zones die meer algemeen toegankelijk zijn. Veelvoorkomende situaties waarin dit waarschijnlijk voorkomt, staan vermeld in kolom 2 van tabel 3.2 en vereisen specifieke beoordelingen.

Wanneer een beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico vereist is, moeten werkgevers aanhangsel E raadplegen.





### Hoofdboodschap: werknemers met een verhoogd risico

Werknemers met actieve implantaten kunnen risico lopen door sterke velden op de werkplek. Deze velden zijn vaak erg plaatselijk en risico's kunnen doorgaans voldoende worden gecontroleerd door toepassing van een aantal eenvoudige voorzorgsmaatregelen op basis van het advies van het behandelingsteam van de werknemer.

Hoewel sterke velden verhoogde risico's kunnen inhouden voor andere groepen werknemers (die met passieve implantaten, op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen en zwangere vrouwen) is dat enkel waarschijnlijk in een beperkt aantal situaties (zie tabel 3.2).

## 3.2 Beoordelingsvereisten voor veelvoorkomende werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken

Tabel 3.2 vermeldt veelvoorkomende werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken en geeft via een indicatie aan of beoordelingen waarschijnlijk zijn vereist voor:

- werknemers met actieve implantaten;
- andere werknemers met een verhoogd risico;
- werknemers zonder verhoogd risico.

De gegevens in deze tabel zijn gebaseerd op de vraag of een situatie waarschijnlijk leidt tot veldsterktes die de referentieniveaus uit Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad overschrijden en, indien dit het geval is, of deze velden waarschijnlijk erg plaatselijk zijn of niet.

Tabel 3.2 is gebaseerd op het gebruik van apparatuur overeenkomstig recente normen, die correct is onderhouden en wordt gebruikt zoals bedoeld door de producent. Indien het werk het gebruik omvat van erg oude apparatuur die niet aan de normen voldoet of slecht onderhouden is, zijn de richtsnoeren in tabel 3.2 mogelijk niet van toepassing.

Indien voor een activiteit op een werkplek in alle drie kolommen „Neen” staat, is het niet nodig om een specifieke beoordeling met betrekking tot de EMV-richtlijn uit te voeren omdat er geen risico van EMV wordt verwacht. In deze situaties zijn normaal gezien geen verdere maatregelen vereist. Het is evenwel nodig om een algemene risicobeoordeling uit te voeren die voldoet aan de vereisten van de kaderrichtlijn. Werkgevers moeten blijven letten op gewijzigde omstandigheden zoals vereist door de kaderrichtlijn en moeten de behoefte aan een specifieke EMV-beoordeling evalueren in het kader van eventuele vastgestelde wijzigingen.

Voor werkplekken zonder toegang voor werknemers met actieve implantaten of andere werknemers met een verhoogd risico, op voorwaarde dat er in alle *relevante* kolommen „Neen” staat, is het tevens niet nodig om een specifieke beoordeling met betrekking tot de EMV-richtlijn uit te voeren. Het is nog steeds nodig om een algemene risicobeoordeling uit te voeren zoals vereist door de kaderrichtlijn. Werkgevers moeten ook blijven letten op gewijzigde omstandigheden en met name de mogelijkheid van toegang tot ruimten door werknemers met een verhoogd risico.



### Hoofdboodschap: EMV-beoordelingen

Indien de werkplek enkel in tabel 3.2 vermelde situaties bevat waarbij in alle relevante kolommen „Neen” staat, is het normaal gezien niet nodig om een specifieke EMV-beoordeling uit te voeren. Een algemene risicobeoordeling in overeenstemming met de vereisten van de kaderrichtlijn blijft nodig en werkgevers moeten blijven letten op gewijzigde omstandigheden.

**Tabel 3.2 — Vereisten voor specifieke EMV-beoordelingen met betrekking tot veelvoorkomende werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken**

Soort apparatuur of werkplek	Beoordeling vereist voor		
	Werknemers zonder verhoogd risico*	Werknemers met een verhoogd risico (uitgezonderd die met actieve implantaten)**	Werknemers met actieve implantaten***
	(1)	(2)	(3)
<b>Draadloze communicatie</b>			
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Telefoons, mobiel — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Telefoons, mobiel — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
<b>Kantoor</b>			
Audiovisuele apparatuur (bv. televisies, dvd-spelers)	Neen	Neen	Neen
Audiovisuele apparatuur met radiofrequente zenders	Neen	Neen	Ja
Communicatieapparatuur en bedrade netwerken	Neen	Neen	Neen
Computer- en IT-apparatuur	Neen	Neen	Neen
Ventilatorkachels, elektrisch	Neen	Neen	Neen
Ventilatoren, elektrisch	Neen	Neen	Neen
Kantoorapparatuur (bv. kopieermachines, papierversnipperaars, elektrische nietmachines)	Neen	Neen	Neen
Telefoons (vaste lijn) en faxtoestellen	Neen	Neen	Neen
<b>Infrastructuur (gebouwen en terreinen)</b>			
Alarmsystemen	Neen	Neen	Neen
Basisstationantennes, binnen de aangegeven verboden zone van de operator	Ja	Ja	Ja
Basisstationantennes, buiten de aangegeven verboden zone van de operator	Neen	Neen	Neen
Tuingereedschap (elektrisch) — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Tuingereedschap (elektrisch) — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Verwarmingsapparatuur (elektrisch) voor verwarming van ruimten	Neen	Neen	Neen
Huishoudelijke en professionele toestellen, bv. koelkast, wasmachine, wasdroger, afwasmachine, oven, broodrooster, magnetron, strijkijzer, mits zij geen zendapparatuur bevatten zoals WLAN, bluetooth of mobiele telefoons	Neen	Neen	Neen
Verlichtingsapparatuur, bv. terreinverlichting en bureaulampen	Neen	Neen	Neen
Verlichtingsapparatuur, energievoorziening via RF of microgolven	Ja	Ja	Ja
Werkplekken die publiek toegankelijk zijn en voldoen aan de referentieniveaus vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad	Neen	Neen	Neen

Beveiliging			
Artikelbeveiligingssystemen en RFID (radiofrequency identification)	Neen	Neen	Ja
Erasers, tape of harde schijf	Neen	Neen	Ja
Metaaldetectors	Neen	Neen	Ja
Elektriciteitsvoorziening			
Elektrisch circuit waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van 100 A of minder — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz. — blootstelling aan magnetische velden	Neen	Neen	Neen
Elektrisch circuit waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van meer dan 100 A — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz. — blootstelling aan magnetische velden	Ja	Ja	Ja
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van 100 A of minder voor het individuele circuit — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz. — blootstelling aan magnetische velden	Neen	Neen	Neen
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van meer dan 100 A voor het individuele circuit — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz. — blootstelling aan magnetische velden	Ja	Ja	Ja
Elektrische installaties, met een fasestroom van meer dan 100 A — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz. — blootstelling aan magnetische velden	Ja	Ja	Ja
Elektrische installaties, met een fasestroom van 100 A of minder — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators, enz. — blootstelling aan magnetische velden	Neen	Neen	Neen
Aggregaten en noodaggregaten — werk aan	Neen	Neen	Ja
Omvormers, inclusief die op fotovoltaïsche systemen	Neen	Neen	Ja
Bovengrondse ongeïsoleerde geleider met een spanning van maximaal 100 kV of bovenleiding van maximaal 150 kV, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden	Neen	Neen	Neen
Bovengrondse ongeïsoleerde geleider met een spanning van meer dan 100 kV of bovenleiding van meer dan 150 kV <sup>(1)</sup> , boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden	Ja	Ja	Ja
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders van eender welke spanning — blootstelling aan magnetische velden	Neen	Neen	Neen
Ondergronds of geïsoleerd kabelcircuit, met eender welke spanning — blootstelling aan elektrische velden	Neen	Neen	Neen
Windturbines, werk aan	Neen	Ja	Ja
Lichte industrie			
Booglasprocessen, handmatig (inclusief MIG, MAG, TIG) bij het volgen van goede praktijken en wanneer de kabel niet op het lichaam rust	Neen	Neen	Ja
Acculaders, industrieel	Neen	Neen	Ja
Acculaders, groot professioneel	Neen	Neen	Ja
Coating- en verfapparatuur	Neen	Neen	Neen

<sup>(1)</sup> Voor bovenleidingen van meer dan 150 kV is de elektrische veldsterkte doorgaans maar niet altijd lager dan het referentieniveau vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad.

Controleapparatuur zonder radiozenders	Neen	Neen	Neen
Coronaoppervlakbehandelingsapparatuur	Neen	Neen	Ja
Diëlektrische verwarming	Ja	Ja	Ja
Diëlektrisch lassen	Ja	Ja	Ja
Elektrostatistische verfapparatuur	Neen	Ja	Ja
Smeltovens, weerstandsverhitting	Neen	Neen	Ja
Lijmpistolen (draagbaar) — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Lijmpistolen — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Hittepistolen (draagbaar) — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Hittepistolen — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Hydraulische laadplatformen	Neen	Neen	Neen
Inductieverhitting	Ja	Ja	Ja
Inductieverhittingssystemen, geautomatiseerd, foutopsporing en reparatie in dichte nabijheid van de EMV-bron	Neen	Ja	Ja
Inductieve verzegelingsapparatuur	Neen	Neen	Ja
Inductief solderen	Ja	Ja	Ja
Machinegereedschap (bv. kolomboren, slijpmachines, draaibanken, freesbanken, zagen)	Neen	Neen	Ja
Magnetische deeltjesinspectie (scheurdetectie)	Ja	Ja	Ja
Magnetisator/demagnetisator, industrieel (inclusief tape-erasers)	Ja	Ja	Ja
Meetapparatuur en -instrumenten zonder radiozenders	Neen	Neen	Neen
Microgolfverhitting en -droging, in houtbewerkingsectoren (drogen van hout, vormen van hout, lijmen van hout)	Ja	Ja	Ja
RF-plasmatoestellen inclusief vacuümdepositie en sputteren	Ja	Ja	Ja
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap bv. boren, schuurmachines, cirkelzagen en slijpers) — gebruik van	Neen	Neen	Ja
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap) — werkplekken met	Neen	Neen	Neen
Lassystemen, geautomatiseerd, foutopsporing, reparatie en opleiding in dichte nabijheid van EMV-bron	Neen	Ja	Ja
Weerstandslas, handmatig (puntlassen, naadlassen)	Ja	Ja	Ja
<b>Zware industrie</b>			
Elektrolyse, industrieel	Ja	Ja	Ja
Ovens, boogsmelten	Ja	Ja	Ja
Ovens, inductiesmelten (kleinere ovens hebben doorgaans hogere toegankelijke velden dan grote ovens)	Ja	Ja	Ja
<b>Bouw</b>			
Bouwapparatuur (bv. betonmolens, trilmachines, hefwerktuigen enz.) — werk in dichte nabijheid	Neen	Neen	Ja
Microgolfdrogen, in bouwindustrie	Ja	Ja	Ja
<b>Medisch</b>			
Medische apparatuur die geen EMV gebruikt voor diagnose of behandeling	Neen	Neen	Neen
Medische apparatuur die EMV gebruikt voor diagnose en behandeling (bv. kortegolfdiathermie, transcraniële magnetische stimulatie)	Ja	Ja	Ja

Vervoer			
Motorvoertuigen en fabriek — werk in dichte nabijheid van starter, wisselstroomdynamo, ontstekingsystemen	Neen	Neen	Ja
Radar, luchtverkeersleiding, militair, weer en lange afstanden	Ja	Ja	Ja
Treinen en trams, elektrisch aangedreven	Ja	Ja	Ja
Diversen			
Acculaders, inductieve of nabijheidskoppeling	Neen	Neen	Ja
Acculaders, niet-inductieve koppeling ontworpen voor huishoudelijk gebruik	Neen	Neen	Neen
Omroepzenders en -apparatuur (radio en tv: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Ja	Ja	Ja
Apparatuur die statische magnetische velden genereert > 0,5 millitesla, elektrisch gegenereerd of op basis van permanente magneten (bv. magneetplaten, -tafels en -banden, hefmagneten, magneethouders, -naamplaatjes, -badges)	Neen	Neen	Ja
Op de Europese markt gebrachte apparatuur overeenkomstig Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad of geharmoniseerde EMV-normen	Neen	Neen	Neen
Hoofdtelefoons die sterke magnetische velden produceren	Neen	Neen	Ja
Inductiekookapparatuur, professioneel	Neen	Neen	Ja
Niet-elektrische apparatuur van alle soorten uitgezonderd apparatuur met permanente magneten	Neen	Neen	Neen
Draagbare apparatuur (op accu) zonder radiofrequente zenders	Neen	Neen	Neen
Radio's, zending en ontvangst (bv. walkietalkies, autoradio's)	Neen	Neen	Ja
Zenders, op accu	Neen	Neen	Ja

*Opmerking:* \* Beoordeling vereist met betrekking tot geldende actieniveaus of grenswaarden voor blootstelling (zie hoofdstuk 6).

\*\* Beoordeling met betrekking tot referentieniveaus van de aanbeveling van de Raad (zie sectie 5.4.1.3 en aanhangsel E).

\*\*\* Plaatselijke persoonlijke blootstelling kan de referentieniveaus uit de aanbeveling van de Raad overschrijden — hiermee moet rekening worden gehouden in de risicobeoordeling die moet worden gebaseerd op de informatie die wordt verstrekt door het gezondheidszorgteam dat verantwoordelijk is voor implantatie van het hulpmiddel en/of verdere behandeling (zie sectie 5.4.1.3 en aanhangsel E).

### 3.2.1 Werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken waarvoor een specifieke beoordeling waarschijnlijk nodig is

Werkplekken met of in de buurt van apparatuur die werkt met hoge stroomsterkte of hoge spanning kunnen zones hebben met sterke magnetische velden. Dit is ook vaak het geval voor apparatuur die ontworpen is om doelbewust elektromagnetische straling met hoog vermogen uit te zenden. Het is mogelijk dat deze sterke velden de in de EMV-richtlijn vermelde actieniveaus of grenswaarden voor blootstelling overschrijden of onaanvaardbare risico's vertonen via indirecte effecten.

Kolom 1 van tabel 3.2 vermeldt situaties die kunnen leiden tot sterke velden die normaal gezien een specifieke EMV-beoordeling vereisen. Deze tabel is opgesteld vanuit het uitgangspunt dat bestaande meetgegevens voor voorbeelden van deze situaties aangeven dat velden sterk genoeg zijn om in de buurt te komen van relevante actieniveaus en in sommige gevallen om deze te overschrijden. Daarom houdt „Ja” in kolom 1 niet in dat het toegankelijke veld een grenswaarde voor blootstelling zeker zal overschrijden. Het betekent eerder dat het onmogelijk is zeker te zijn dat altijd aan de grenswaarde voor blootstelling zal worden voldaan, rekening houdend met het variatiebereik dat waarschijnlijk op de werkplek kan optreden. Het wordt dan ook aangeraden om een beoordeling uit te voeren die specifiek is voor elke werkplek.

Er wordt benadrukt dat tabel 3.2 voorbeelden geeft van situaties die vaak voorkomen op de werkplek. Het mag niet worden beschouwd als een limitatieve opsomming en er bestaan mogelijk andere gespecialiseerde apparaten of ongebruikelijke processen die niet zijn opgenomen. De lijst vormt dan ook een middel om werkgevers te helpen met de identificatie van de soorten situaties die waarschijnlijk verdere gedetailleerde beoordeling vereisen.

### **3.3 Niet in dit hoofdstuk vermelde werkactiviteiten, apparatuur en werkplekken**

Indien werkgevers op hun werkplekken situaties vaststellen die niet vallen onder de vermeldingen in tabel 3.2, moeten zij in de eerste plaats zo veel mogelijk informatie verzamelen uit handleidingen en andere documenten die zij bezitten. Vervolgens moeten zij nagaan of er informatie beschikbaar is van externe bronnen zoals producenten van de apparatuur en brancheverenigingen (zie hoofdstuk 7 van deze gids).

Als het niet mogelijk is om elders informatie over EMV te vergaren, kan het nodig zijn om een beoordeling uit te voeren op basis van metingen of berekeningen (zie hoofdstuk 8).

Sectie 2

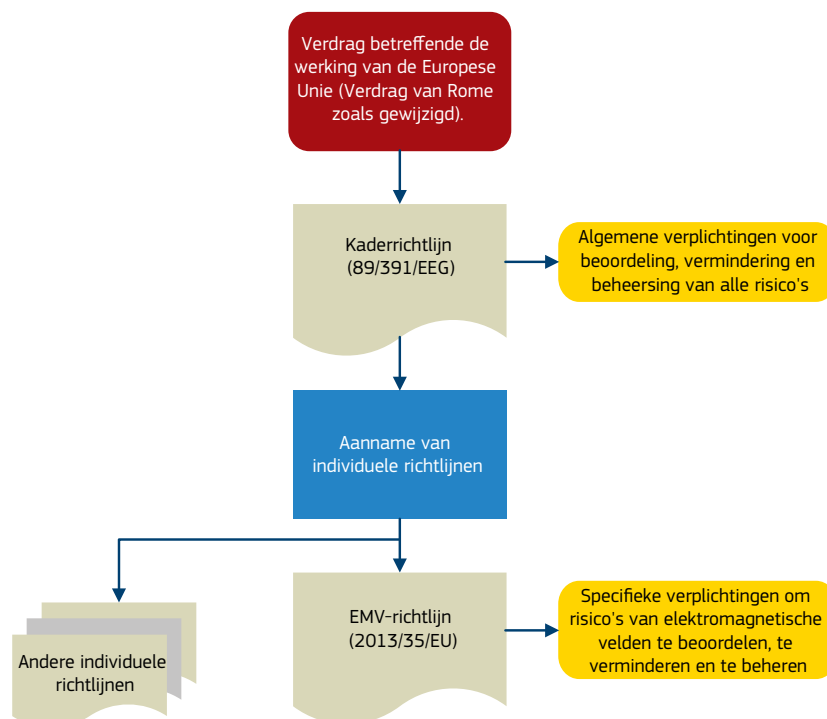
# HOE BESLIST U OF U MEER MOET DOEN?

## 4. STRUCTUUR VAN DE EMV-RICHTLIJN

De volledige tekst van de EMV-richtlijn (2013/35/EU) is terug te vinden in aanhangsel L van deze gids. Dit hoofdstuk legt uit hoe en waarom de EMV-richtlijn is ingevoerd en bevat een samenvatting van de belangrijkste vereisten ervan.

Het Verdrag van Rome (nu het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie) heeft tot doelstelling maatregelen ten uitvoer te leggen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk. Om deze doelstelling te behalen, maakt het de invoering mogelijk van richtlijnen die minimale vereisten vastleggen. In 1989 werd de kaderrichtlijn (89/391/EEG) ingevoerd als overkoepelende richtlijn op dit gebied. De kaderrichtlijn legt algemene vereisten vast voor beoordeling en vermindering van risico's, voorbereiding op noodsituaties, voorlichting, deelneming en opleiding van werknemers, verplichtingen van werknemers, en gezondheidstoezicht. Zij voorziet ook de invoering van individuele richtlijnen, die hoofdzakelijk bijkomende details geven over hoe de doelstellingen van de kaderrichtlijn in specifieke situaties kunnen worden behaald. De EMV-richtlijn is de twintigste individuele richtlijn. Figuur 4.1 illustreert hoe zij in het bredere wetgevende landschap past.

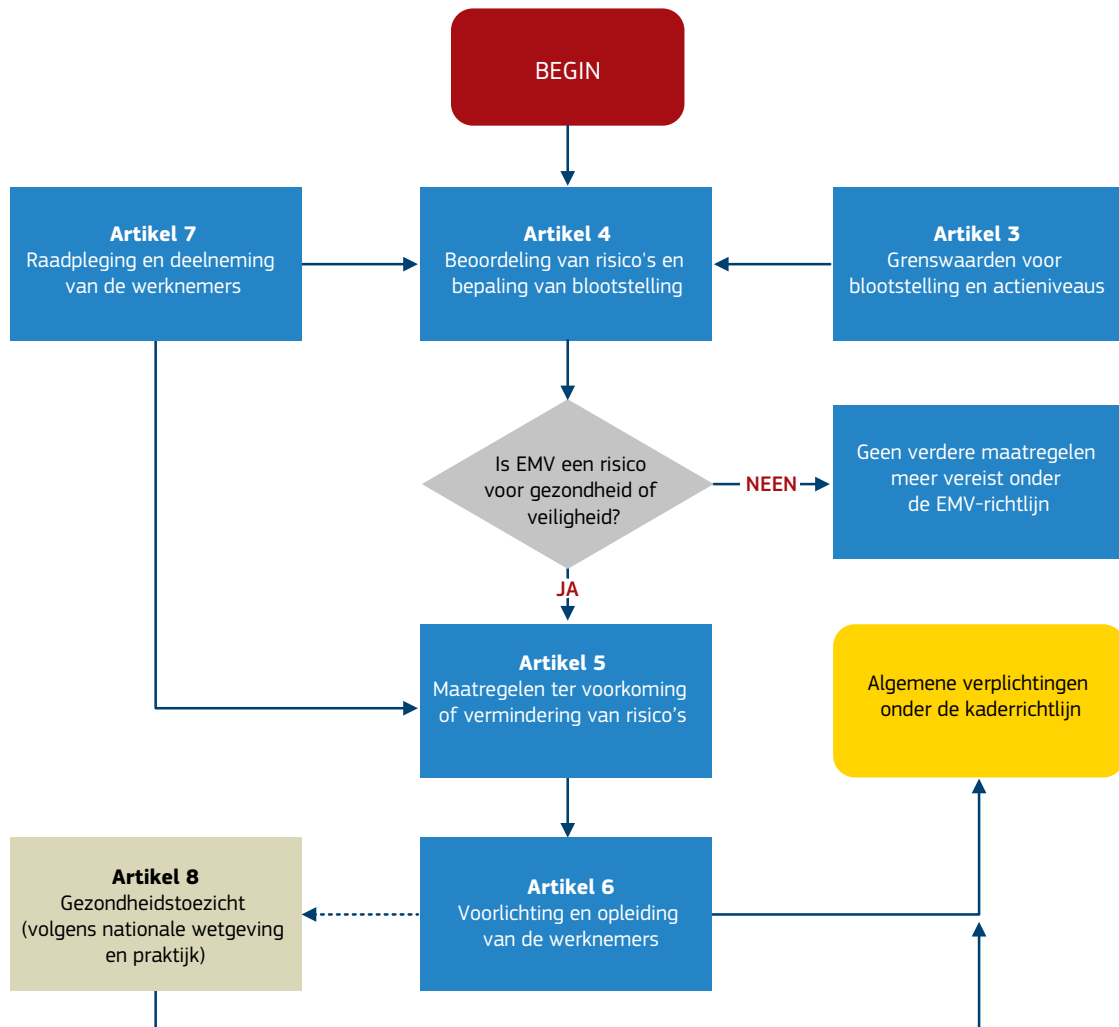
**Figuur 4.1 — Schematische weergave van wetgevend landschap voor EMV-richtlijn**





Figuur 4.2 geeft een overzicht van de belangrijkste artikelen van de EMV-richtlijn die relevant zijn voor werkgevers en toont hoe ze met elkaar in interactie staan.

**Figuur 4.2 — Schema van interactie tussen artikelen van de EMV-richtlijn**



Zoals hierboven verklaard, is de EMV-richtlijn bedoeld om werkgevers te helpen voldoen aan hun verplichtingen krachtens de kaderrichtlijn voor de specifieke situatie van werk waarbij werknemers aan EMV worden blootgesteld. Hieruit vloeit voort dat veel van de vereisten van de EMV-richtlijn dezelfde zijn als deze in de meer algemene kaderrichtlijn. Beide richtlijnen moeten dan ook samen worden gebruikt. De EMV-richtlijn spitst zich vooral toe op het beoordelen van risico's die voortvloeien uit elektromagnetische velden op de werkplek en vervolgens indien nodig het nemen van maatregelen om deze risico's te beperken. Een van de gevolgen van de koppeling tussen beide richtlijnen is evenwel dat de meeste werkgevers die al aan hun verplichtingen krachtens de kaderrichtlijn voldoen, wellicht vaststellen dat ze weinig meer moeten doen om te voldoen aan de EMV-richtlijn.

De EMV-richtlijn heeft tot doel *minimale* vereisten in te voeren voor gezondheid en veiligheid in verband met werken met EMV. Overeenkomstig het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie kunnen afzonderlijke lidstaten kiezen of ze de bestaande wetgeving behouden of een nieuwe wetgeving invoeren met vereisten die strenger zijn dan deze van de EMV-richtlijn.

## 4.1 Artikel 3 — Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus

Artikel 3 beperkt de blootstelling door grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor effecten op de zintuigen en gezondheidseffecten vast te leggen. Deze zijn opgenomen in bijlage II (niet-thermische effecten) en bijlage III (thermische effecten) bij de EMV-richtlijn. De GWB voor gezondheidseffecten moeten altijd in acht worden genomen. De GWB voor effecten op de zintuigen mogen evenwel tijdelijk worden overschreden op voorwaarde dat de werknemers informatie krijgen en dat andere maatregelen worden genomen zoals vermeld in artikel 3.



### Hoofdboodschap: Definities

Veel termen die in de EMV-richtlijn worden gebruikt, zijn gedefinieerd in artikel 2. Sommige termen, zoals „tijdelijk” en „gerechtvaardigd”, zijn echter niet gedefinieerd en kunnen verschillend worden gebruikt afhankelijk van de context. Wanneer termen niet uitdrukkelijk zijn gedefinieerd in de EMV-richtlijn zullen lidstaten ze definiëren bij de tenuitvoerlegging, hetzij in wetgeving, hetzij op een andere wijze.

In de meeste gevallen zijn de GWB vermeld in termen van interne lichaamsgrootheden die niet direct kunnen worden gemeten of eenvoudig kunnen worden berekend. Daarom voert artikel 3 actieniveaus (AN) in, die zijn bepaald in termen van externe veldgrootheden die gemakkelijker door meting of berekening kunnen worden bepaald. De AN zijn gedefinieerd in bijlagen II en III bij de EMV-richtlijn. Wanneer de AN niet worden overschreden, kan ervan worden uitgegaan dat de blootstellingen voldoen aan de GWB en is verdere beoordeling niet nodig. In bepaalde omstandigheden kan het aanvaardbaar zijn bepaalde AN te overschrijden; de regels hiervoor staan vermeld in artikel 3.

De praktische toepassing van AN en GWB is gecompliceerd en wordt verder besproken in hoofdstuk 6 van deze gids.

## 4.2 Artikel 4 — Beoordeling van risico's en bepaling van blootstelling

De eerste stap bij de creatie van een veiliger werkplek bestaat erin de aanwezige risico's te beoordelen. Hoofdstuk 5 van deze gids geeft meer informatie over de beoordeling van risico's van EMV op de werkplek. Dit omvat een bespreking van de kwesties waarmee rekening moet worden gehouden om aan artikel 4 te voldoen. Het is belangrijk op te merken dat het niet voldoende is gewoon aan te tonen dat aan de AN of GWB is voldaan, aangezien dit mogelijk niet voldoende is om werknemers met een verhoogd risico op gepaste wijze te beschermen of om veiligheidsrisico's door indirecte effecten te vermijden.

Bij de beoordeling van risico's van EMV op de werkplek moet worden bepaald welke velden aanwezig zijn. Daarom vereist artikel 4 ook dat werkgevers EMV op de werkplek identificeren en beoordelen. Het stelt werkgevers echter ook in staat rekening te houden met informatie die door anderen wordt verstrekt, zodat zij zelf velden kunnen beoordelen wanneer het niet mogelijk is conformiteit op een andere wijze aan te tonen.

De aanvaardbaarheid van het gebruik van gegevens van producenten of uit databanken met algemene beoordelingen is belangrijk omdat dit voor de meeste werkgevers vanuit de eenvoudigste manier is om EMV op de werkplek te beoordelen. Het gebruik van door anderen verstrekte informatie wordt verder besproken in hoofdstuk 7 van deze gids en wordt geïllustreerd in een aantal praktijkvoorbeelden in deel 2.

Zelfs wanneer werkgevers zelf velden moeten beoordelen, biedt artikel 4 hen de keuze om dit door meting of door berekening te doen. Door deze flexibiliteit kunnen werkgevers de eenvoudigste benadering voor hun specifieke situatie kiezen. Er zijn veel factoren die de te volgen benadering beïnvloeden; deze worden verder besproken in hoofdstuk 8 van deze gids. Bijkomende richtsnoeren zijn dan weer terug te vinden in aanhangsel D.

### 4.3 Artikel 5 — Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's

Als de AN niet zijn overschreden en andere effecten kunnen worden uitgesloten, moeten werkgevers geen verdere maatregelen nemen dan ervoor te zorgen dat zij aan hun verplichtingen krachtens de kaderrichtlijn blijven voldoen. Dit omvat een periodieke controle van de risicobeoordeling om te verzekeren dat ze relevant blijft.

Wanneer AN worden overschreden, wil de werkgever wellicht de conformiteit met de GWB en de afwezigheid van andere veiligheidsrisico's van EMV aantonen als dit mogelijk is. In sommige gevallen kan het evenwel gemakkelijker en goedkoper zijn maatregelen in te voeren om de risico's te voorkomen dan conformiteit met de GWB aan te tonen. Wat andere aspecten van de EMV-richtlijn betreft, moeten de algemene benaderingen voor het vermijden en beperken van risico's de benaderingen van de kaderrichtlijn volgen. De meeste werkgevers hebben een aantal opties en de meest geschikte optie zal afhangen van hun specifieke situatie. De meest gangbare benaderingen worden besproken in hoofdstuk 9 van deze gids. Hieronder vallen maatregelen die specifiek zijn voor risico's van EMV.

Zoals vermeld in sectie 4.1 hiervoor staat artikel 3 toe dat lage AN of GWB voor effecten op de zintuigen onder bepaalde voorwaarden tijdelijk worden overschreden. Artikel 5 vermeldt de voorzorgen die in deze situaties moeten worden genomen.

Zelfs wanneer AN niet worden overschreden, moet de werkgever er rekening mee houden dat dit mogelijk niet voldoende bescherming biedt voor werknemers met een verhoogd risico of dat veiligheidsrisico's van indirecte effecten niet worden vermeden. Ook hier zijn vaak meerdere opties mogelijk om deze risico's te beheren; deze worden ook verder besproken in hoofdstuk 9.

### 4.4 Artikel 6 — Voorlichting en opleiding van de werknemers

Net als bij andere aspecten van de EMV-richtlijn lopen de vereisten van artikel 6 in grote lijnen gelijk met overeenstemmende artikelen in de kaderrichtlijn. Wanneer risico's zijn geïdentificeerd, moet de gepaste voorlichting en opleiding worden verstrekt. Er wordt evenwel erkend dat veel werknemers niet vertrouwd zijn met de aard van de gevaren die met EMV, mogelijke symptomen of concepten zoals GWB en AN worden geassocieerd. Deze moeten dan ook specifiek aan bod komen in opleidingen. Werknemers moeten ook specifieke informatie krijgen over de resultaten van beoordelingen van hun specifieke werkplek.

Het is ook belangrijk dat de risico's in perspectief worden geplaatst. Werknemers moeten zich er altijd van bewust zijn dat veel van de bronnen van elektromagnetische velden op de werkplek geen risico voor hun gezondheid of veiligheid vormen. Veel apparatuur, zoals mobiele telefoons of hefwerktuigen, kan namelijk bijdragen tot hun welzijn of hun werk veel gemakkelijker maken. Voorlichting en opleiding worden verder besproken in hoofdstuk 9 van deze gids.

## 4.5 Artikel 7 — Raadpleging en deelneming van de werknemers

Artikel 7 van de EMV-richtlijn verwijst rechtstreeks naar artikel 11 van de kaderrichtlijn.

## 4.6 Artikel 8 — Gezondheidstoezicht

Artikel 8 van de EMV-richtlijn bouwt verder op de vereisten van artikel 14 van de kaderrichtlijn. Lidstaten krijgen specifiek toestemming om deze vereisten aan te passen aan de systemen waarover zij al beschikken, waardoor de praktische tenuitvoerlegging van dit artikel wellicht van land tot land zal verschillen. Meer richtsnoeren over gezondheidstoezicht worden in hoofdstuk 11 van deze gids verstrekt.

## 4.7 Artikel 10 — Afwijkingen

Artikel 10 staat een niet-discretionaire en twee discretionaire afwijkingen toe. Een afwijking is een versoepeling van een wetgevende vereiste. In dit geval betekent het dat werkgevers in specifieke omstandigheden niet aan een aantal vereisten van de EMV-richtlijn moeten voldoen, op voorwaarde dat werknemers nog steeds op gepaste wijze zijn beschermd.

De niet-discretionaire afwijking heeft te maken met de installatie, het testen, het gebruik, de ontwikkeling, het onderhoud van, of onderzoek in verband met het gebruik van MRI-apparatuur in de gezondheidssector. De afwijking staat toe dat blootstellingen de GWB overschrijden als aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze voorwaarden worden verder besproken in aanhangsel F van deze gids, samen met richtsnoeren voor werkgevers over hoe zij conformiteit kunnen aantonen.

De eerste discretionaire afwijking staat lidstaten toe het gebruik van een alternatief systeem van bescherming te gebruiken voor personeel dat werkt in militaire installaties, betrokken is bij militaire activiteiten of deelneemt aan gezamenlijke internationale militaire oefeningen. Deze afwijking is onderworpen aan de voorwaarde dat nadelige gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's worden voorkomen.

De tweede discretionaire afwijking is een algemene afwijking die lidstaten de mogelijkheid biedt toe te staan dat GWB tijdelijk worden overschreden in specifieke sectoren of voor specifieke activiteiten onder bepaalde voorwaarden.

De afwijkingen worden verder besproken in sectie 6.4 van deze gids.

## 4.8 Samenvatting

De EMV-richtlijn is bedoeld om werkgevers te helpen de vereisten van de kaderrichtlijn met betrekking tot de specifieke risico's die met EMV worden geassocieerd na te leven. De meeste werkgevers zullen al voldoen aan hun verplichtingen krachtens de kaderrichtlijn, waardoor ze ook voldoen aan hun verantwoordelijkheden krachtens de EMV-richtlijn. Voor bepaalde werkplekken waar de velden sterker zijn, is het mogelijk dat werkgevers meer gedetailleerde beoordelingen moeten uitvoeren en bijkomende voorzorgen moeten nemen om de risico's te vermijden of te verminderen. Werkgevers zullen hun werknemers ook voorlichting en opleiding moeten bieden, werknemers betrekken bij het beheer van risico's en de nationale praktijken in verband met gezondheidstoezicht volgen.

MRI in de gezondheidssector is onderworpen aan een niet-discretionaire afwijking. Andere afwijkingen geven lidstaten de mogelijkheid een alternatief beschermingssysteem voor militaire activiteiten te bieden en toe te staan dat GWB in andere sectoren tijdelijk worden overschreden onder bepaalde voorwaarden.

## 5. BEOORDELING VAN RISICO'S IN DE CONTEXT VAN DE EMV-RICHTLIJN

Beoordeling van risico's is een basisvereiste van de kaderrichtlijn en dit komt tot uiting in artikel 4 van de EMV-richtlijn. Het artikel beschrijft een aantal specifieke kwesties waarmee rekening moet worden gehouden bij de beoordeling van risico's van EMV. Dit hoofdstuk geeft richtsnoeren over hoe de beoordeling van risico's van elektromagnetische velden moet worden benaderd. Individuele werkgevers kunnen het advies aanpassen zodat het past in hun bestaande risicobeoordelingssystemen.

Over het algemeen zijn er geen vaste regels over de wijze waarop een risicobeoordeling moet worden uitgevoerd, hoewel het altijd nuttig is bij nationale autoriteiten na te gaan of er specifieke nationale vereisten zijn. Een gestructureerde benadering van risicobeoordeling is meestal de meest doeltreffende, aangezien hiermee gevaren en werknemers die risico lopen systematisch kunnen worden geïdentificeerd. Zo kan ervoor worden gezorgd dat er geen risico's onbedoeld over het hoofd worden gezien. De complexiteit van de beoordeling hangt af van de aard van de te beoordelen taken, maar de ervaring doet vermoeden dat het in de meeste situaties het best is ze zo eenvoudig mogelijk te houden.

Omdat er geen vaste regels voor de uitvoering van risicobeoordelingen zijn, kan de gebruikte terminologie variëren. In dit hoofdstuk worden de termen en definities gebruikt die door het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk worden aanbevolen (tabel 5.1).

**Tabel 5.1 — Termen en definities die in deze gids worden gebruikt in verband met risicobeoordeling**

<b>Gevaar</b>	De intrinsieke eigenschap of mogelijkheid van iets dat schade kan berokkenen.
<b>Risico</b>	De waarschijnlijkheid dat de mogelijkheid om schade te berokkenen zal worden bereikt onder de voorwaarden voor gebruik en/of blootstelling, en de mogelijke omvang van de schade.
<b>Risicobeoordeling</b>	De procedure van evaluatie van het risico voor gezondheid en veiligheid van werknemers tijdens het werk, voortvloeiend uit de omstandigheden van de aanwezigheid van een gevaar op de werkplek.

Bij een volledige risicobeoordeling moet rekening worden gehouden met alle gevaren die de werkzaamheden met zich meebrengen. Ten behoeve van deze richtsnoeren wordt echter alleen het gevaar van EMV besproken. In de praktijkvoorbeelden in deel 2 van deze gids staat een aantal voorbeelden van EMV-specifieke risicobeoordelingen. Voor sommige toepassingen geeft de producent van het product voldoende informatie om te besluiten dat het risico naar behoren wordt beheerd. Daarom hoeft de risicobeoordelingsprocedure niet bijzonder duur te zijn. De beoordeling moet worden bijgehouden volgens de nationale wetgeving en praktijk.

Risicobeoordeling is de verantwoordelijkheid van het management, maar moet worden uitgevoerd in overleg met de werknemers, die op de hoogte moeten worden gebracht van het resultaat van de beoordeling.

## 5.1 Online interactief risicobeoordelingsplatform (Online Interactive Risk Assessment Platform, OiRA)

In een initiatief om micro- en kleine ondernemingen bij te staan, heeft het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk het online interactieve risicobeoordelingsplatform (OiRA) ontwikkeld. Dit platform wordt gehost op een hiervoor opgerichte website ([www.oiraproject.eu](http://www.oiraproject.eu)) die toegang biedt tot OiRA-tools. Ze zijn gratis ter beschikking en zijn ontworpen om werkgevers te helpen om stap voor stap een risicobeoordelingsprocedure in te voeren. Aangezien de tools sectorspecifiek zijn, helpen ze werkgevers te identificeren wat de meest gangbare gevaren in hun sectoren zijn.

De OiRA-procedure bestaat uit vier grote fasen, zoals weergegeven in tabel 5.2 hieronder.

**Tabel 5.2 — Fasen van de OiRA-procedure**

<b>Vorbereiding</b>	Hier krijgt u een overzicht van de specifieke beoordeling die u gaat beginnen. U kunt de beoordeling verder aanpassen aan de specifieke aard van uw activiteiten.
<b>Identificatie</b>	OiRA stelt een reeks mogelijke gezondheids- en veiligheidsgevaren of problemen voor die op uw werkplek kunnen voorkomen. Door de verklaringen/vragen met ja of nee te beantwoorden, geeft u aan of deze gevaren of problemen aanwezig zijn. U kunt ook een vraag onbeantwoord laten om ze later te beantwoorden.
<b>Evaluatie</b>	Hier kunt u het risiconiveau bepalen van elk van de punten die u in de fase „Identificatie” als „moet worden aangepakt” hebt geïdentificeerd.
<b>Actieplan</b>	In de vierde fase van de beoordeling kunt u beslissen welke stappen u zult nemen om de risico's die u eerder hebt geïdentificeerd aan te pakken en welke middelen u hiervoor nodig hebt. Op basis hiervan zal in de volgende stap automatisch een verslag worden aangemaakt.

De richtsnoeren hieronder volgen de OiRA-procedure en kunnen nuttig zijn voor wie OiRA-tools gebruikt. Het is evenwel geweten dat niet alle werkgevers de OiRA-tools willen gebruiken. Sommige werkgevers hebben al beoordelingsystemen, terwijl anderen arbomanagementsystemen zoals OHSAS 18001 toepassen. Het advies in dit hoofdstuk is dan ook bedoeld om relevant te zijn in al deze situaties.

## 5.2 Stap 1 — Vorbereiding

De eerste stap in elke risicobeoordeling bestaat erin informatie te verzamelen over de werkzaamheden, met:

- een beschrijving van de werkzaamheden;
- de persoon die de werkzaamheden uitvoert;
- de manier waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd;
- de apparatuur die wordt gebruikt om de werkzaamheden uit te voeren.

Overleg met werknemers en observatie van werkzaamheden zijn in deze fase uiterst belangrijk. De wijze waarop werkzaamheden in de praktijk worden uitgevoerd, kan verschillend zijn van hoe ze in theorie worden uitgevoerd.

Het is ook belangrijk ervoor te zorgen dat de beoordeling zowel betrekking heeft op routinehandelingen als op niet-routineuze of periodieke handelingen. Deze handelingen zijn onder meer:

- schoonmaak;
- onderhoud;
- onderhoud;
- reparaties;
- nieuwe installaties;
- inbedrijfstelling;
- ontmanteling.

## 5.3 Stap 2 — Identificatie van gevaren en werknemers die risico lopen

### 5.3.1 Identificatie van gevaren

De eerste stap naar de identificatie van EMV-gevaren is activiteiten en apparatuur identificeren die elektromagnetische velden op de werkplek opwekken. Het is nuttig deze lijst te vergelijken met tabel 3.2 van hoofdstuk 3, want in veel gevallen is de aard van een activiteit of het ontwerp van apparatuur zodanig dat er slechts zwakke velden worden opgewekt. Dergelijke zwakke velden zijn niet gevaarlijk, zelfs wanneer er meerdere activiteiten of apparatuur in de nabije omgeving zijn.

De EMV-richtlijn erkent dat sommige werkplekken die open zijn voor het publiek al zijn beoordeeld in verband met de aanbeveling van de Raad betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden (1999/519/EG). Indien dergelijke werkplekken voldoen aan Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad en gezondheids- en veiligheidsrisico's kunnen worden uitgesloten, moeten er geen bijkomende beoordelingen van blootstelling worden uitgevoerd. Er wordt verondersteld dat aan deze voorwaarden is voldaan als:

- apparatuur bedoeld voor openbaar gebruik wordt gebruikt zoals bedoeld;
- apparatuur voldoet aan productrichtlijnen die strengere veiligheidsniveaus bepalen dan deze van de EMV-richtlijn;
- geen andere apparatuur wordt gebruikt.

Tabel 3.2 van hoofdstuk 3 is ook nuttig voor de identificatie van activiteiten en apparatuur waarvoor wellicht een gedetailleerde beoordeling nodig is.

Sommige bronnen wekken sterkere velden op die bij normaal gebruik niet toegankelijk zijn vanwege de behuizing van de apparatuur of de bewaking van arbeidszones. In deze situaties is het belangrijk na te gaan of werknemers toegang kunnen hebben tot sterke velden tijdens onderhoud, servicing of reparaties.

Producenten en installateurs van apparatuur moeten er rekening mee houden dat bij het testen van gedeeltelijk gemonteerde apparatuur de werknemers kunnen worden blootgesteld aan sterke velden die normaal gezien niet toegankelijk zijn.



### 5.3.2 Identificatie van bestaande preventie- en voorzorgsmaatregelen

Op de meeste werkplekken is al een reeks preventie- en voorzorgsmaatregelen van kracht om werkplekrisico's weg te werken of te verminderen. Dergelijke maatregelen zijn mogelijk specifiek ingevoerd in verband met elektromagnetische velden. In andere gevallen kunnen ze zijn ingevoerd in verband met andere gevaren, maar dienen ze ook om toegang tot EMV te beperken.

Daarom is het belangrijk bestaande preventie- en voorzorgsmaatregelen te identificeren als input voor de risicobeoordelingsprocedure.

### 5.3.3 Identificatie van werknemers die risico lopen

Er moet worden nagegaan wie schade zou kunnen ondervinden van de vastgestelde gevaren. Hierbij moet rekening worden gehouden met alle werknemers op de werkplek. De werknemers die werkzaamheden uitvoeren of apparatuur gebruiken die sterke velden opwekken, zijn gemakkelijk te identificeren. Het is evenwel belangrijk rekening te houden met de werknemers die andere taken uitoefenen of met andere apparatuur werken, maar die ook aan de velden kunnen worden blootgesteld. Zo toont de beoordeling van velden van de tafelpuntlasmachine in het praktijkvoorbeeld van de productiewerkplaats (deel 2 van deze gids) aan dat het veld niet het sterkst is bij de positie van de bediener, maar eerder naast de apparatuur. Als de lasmachine naast een aangeduide doorgang is opgesteld, kunnen andere werknemers die voorbijkomen worden blootgesteld aan sterkere velden dan de bediener.

Het is ook belangrijk rekening te houden met risico's voor mensen die geen rechtstreekse werknemers zijn maar die toch op de werkplek aanwezig kunnen zijn. Het kan gaan om bezoekers, onderhoudstechnici, andere contractanten en leveranciers.

### 5.3.4 Werknemers met een verhoogd risico

Er moet rekening worden gehouden met werknemers met een verhoogd risico en de EMV-richtlijn identificeert specifiek vier groepen werknemers die tot deze categorie behoren (zie tabel 3.1 voor meer details):

- werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen;
- werknemers die passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen dragen;
- werknemers die op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen dragen;
- zwangere werknemers.

Werknemers die tot een van deze groepen behoren, kunnen een verhoogd risico hebben bij blootstelling aan elektromagnetische velden ten opzichte van de algemene groep werknemers en voor hen moet een specifieke risicobeoordeling worden uitgevoerd (zie sectie 5.4.1.3 hieronder). Soms kan hierbij blijken dat het risico aanvaardbaar blijft, maar in andere gevallen kan het nodig zijn hun arbeidsomstandigheden aan te passen om het risico te verminderen.

## 5.4 Stap 3 — Risico's evalueren en prioriteit geven

### 5.4.1 Evaluatie van risico

Risico-evaluatie kan betrekking hebben op verschillende graden van complexiteit: van een eenvoudige beoordeling of een risico laag, gemiddeld of hoog is tot een hoogkwantitatieve analyse. De eenvoudige evaluatie is meestal geschikt wanneer alle velden laag zijn, zoals wanneer alle werkzaamheden en apparatuur een „Neen” in *alle* kolommen van tabel 3.2 krijgen. Wanneer echter wordt verwacht dat velden sterker zijn, zal de evaluatie wellicht complexer zijn en kan ze een element van kwantitatieve beoordeling bevatten om de omvang van het gevaar vast te stellen.

Bij de evaluatie van het risico moet rekening worden gehouden met zowel de ernst van een gevaarlijke gebeurtenis als de waarschijnlijkheid dat deze gebeurtenis zich voordoet.

De toegekende graad van ernst moet het verwachte resultaat van de gevaarlijke gebeurtenis weerspiegelen. Er is een reeks mogelijke resultaten van variërende ernst mogelijk van interacties van elektromagnetische velden op de werkplek. Voorbeelden van een aantal mogelijke resultaten zijn hieronder weergegeven. In de praktijk is de toekenning van de graad van ernst een kwestie voor de beoordeling van de beoordelaar en zal ze worden beïnvloed door de sterkte van het toegankelijke veld en andere plaatselijke omstandigheden.

**Tabel 5.3 — Voorbeelden van mogelijke resultaten en graden van ernst die voortvloeien uit interacties van EMV op de werkplek**

Resultaat	Ernst
Gevoelens van duizeligheid en misselijkheid Waarneming van lichtflitsen (fosfenen) Tintelend gevoel of pijn (stimulatie van zenuwen) Kleine toename van weefseltemperatuur Effecten op het gehoor door microgolven	Klein
Rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden Interferentie met geïmplanteerde medische hulpmiddelen Sterke toename van weefseltemperatuur	Ernstig
Ontbranding van ontvlambare atmosferen Inwerkingstelling van detonators	Fataal

Bij de beoordeling van de waarschijnlijkheid moet rekening worden gehouden met een reeks factoren zoals toegang tot het veld en de aard van de uitgevoerde taken. Vaak is toegang tot sterke velden beperkt om andere redenen, zoals mechanische of elektrische gevaren. In deze omstandigheden is het niet nodig verdere beperkingen aan te brengen. Bij de beoordeling van de waarschijnlijkheid moet ook rekening worden gehouden met de werkprocedure. Zo kan een inductieoven op volledig vermogen werken tijdens de initiële opwarmingsfase, maar tijdens dit deel van de cyclus mogen werknemers meestal niet in de nabijheid van de oven komen. Later, zodra de last is gesmolten, kan de oven op een lager vermogen werken, waardoor de velden veel lager zijn.

Bij de evaluatie van het risico moet rekening worden gehouden met bestaande preventie- of voorzorgsmaatregelen die al zijn ingevoerd (zie sectie 5.3.2).

Elektromagnetische velden kunnen aanleiding geven tot risico's door zowel directe als indirecte interacties en deze risico's moeten afzonderlijk worden geëvalueerd. Bovendien kunnen sommige werknemers een verhoogd risico hebben (zie sectie 5.3.4 hierboven) en moeten de risico's voor deze werknemers specifiek worden geëvalueerd.



### Hoofdboodschap: evaluatie van risico

De evaluatie van het risico hoeft niet complex te zijn en werkgevers kunnen tabel 3.2 gebruiken om te beslissen over het vereiste detailniveau. Bij de beoordeling moet rekening worden gehouden met zowel de ernst van een gevaarlijke gebeurtenis als de waarschijnlijkheid dat deze gebeurtenis zich voordoet.

#### 5.4.1.1 Directe effecten

Bij de beoordeling van risico's die voortvloeien uit directe interacties van elektromagnetische velden met werknemers moet rekening worden gehouden met de kenmerken van toegankelijke velden. De belangrijkste factoren die de omvang van een gevaar beïnvloeden, zijn de aanwezige frequentie (of frequenties) en de veldsterkte. Ook andere factoren, zoals golfvorm, ruimtelijke uniformiteit en wijzigingen in veldsterkte in de tijd, kunnen evenwel belangrijk zijn.

De sleutel tot dit aspect van de beoordeling is bepalen of werknemers kunnen worden blootgesteld aan waarden boven de GWB (zie hoofdstuk 6). Wanneer de grenswaarden voor blootstelling niet kunnen worden overschreden, is er geen gevaar voor directe effecten.

Over het algemeen kunnen GWB voor tijdsafhankelijke velden met frequenties tussen 1 Hz en 6 GHz niet gemakkelijk worden gemeten of berekend; de meeste werkgevers vinden het gemakkelijker te beoordelen of de toegankelijke velden de actieniveaus (AN) voor directe effecten overschrijden. Wanneer de actieniveaus niet worden overschreden, kunnen ook de GWB niet worden overschreden.

De EMV-richtlijn vereist van werkgevers niet dat zij berekeningen of metingen uitvoeren om te bepalen of actieniveaus niet worden overschreden, tenzij deze informatie niet op een andere wijze beschikbaar is. Veel werkgevers zullen vaststellen dat ze voor al hun werkzaamheden en apparatuur een „Neen” kunnen invullen in de drie kolommen van tabel 3.2. Als dit het geval is, worden de actieniveaus niet overschreden, zelfs wanneer meerdere werkzaamheden of apparaten dicht bij elkaar staan. Zelfs wanneer werkzaamheden of apparatuur niet in tabel 3.2 vermeld staan, kan informatie die bevestigt dat de actieniveaus niet worden overschreden elders beschikbaar zijn (zie hoofdstuk 7).

Wanneer werkgevers niet met onmiddellijk beschikbare informatie kunnen aantonen dat zij voldoen aan AN of GWB, kunnen ze een meer gedetailleerde beoordeling uitvoeren (zie hoofdstuk 8) of overwegen of ze maatregelen zullen invoeren om de toegang tot de velden te beperken (zie hoofdstuk 9).

#### 5.4.1.2 Indirecte effecten

Elektromagnetische velden kunnen veiligheids- en gezondheidsrisico's inhouden door interactie met voorwerpen in het veld. De EMV-richtlijn vereist dat deze risico's ook worden beoordeeld, afzonderlijk van de risico's van directe effecten.

De EMV-richtlijn identificeert een aantal indirecte effecten die mogelijk moeten worden beoordeeld:

- interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen, inclusief pacemakers en andere implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen;
- het risico op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden;
- inwerkingstelling van elektrische ontstekingen (detonators);

- branden en explosies ingevolge de ontbranding van ontvlambaar materiaal door vonken ten gevolge van inductievelden, contactstroom of vonkontladingen;
- contactstromen.

Veel van deze indirecte effecten treden alleen op in specifieke situaties en voor de meeste werkgevers bestaat de eerste stap erin na te gaan of het waarschijnlijk is dat risico's zich op hun werkplek zullen voordoen.

De EMV-richtlijn legt AN vast om werkgevers bij te staan bij de beoordeling van risico's voor twee van deze indirecte effecten: het risico op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden en contactstromen. Als het AN niet is overschreden, is het risico laag en zijn er geen bijkomende preventie- of voorzorgsmaatregelen vereist.

Voor de resterende indirecte effecten zijn er geen AN, maar Europese normen geven bijkomende richtsnoeren over de beoordeling van risico's. Dit wordt verder besproken in aanhangsel E van deze gids.

### 5.4.1.3 Werknemers met een verhoogd risico

Voor werknemers met een verhoogd risico (zie tabel 3.1) is de beoordeling meestal gecompliceerder. Voor deze werknemers bieden de AN voor directe effecten mogelijk geen gepaste bescherming en is een afzonderlijke beoordeling nodig.

Werknemers met medische implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen hebben mogelijk specifieke informatie over veilige veldsterktes gekregen. Als dit zo is, biedt deze informatie beoordelingscriteria en heeft zij voorrang op meer algemene informatie die beschikbaar is. Zo wordt bij de beoordeling betreffende de drager van een pacemaker in het praktijkvoorbeeld met RF-plasmatoestellen (deel 2) gebruikgemaakt van de gegevens van de producent.

Wanneer er geen specifieke informatie beschikbaar is met betrekking tot medische implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen en voor zwangere werknemers, moeten werkgevers rekening houden met de richtsnoeren in aanhangsel E van deze gids.



#### Hoofdboodschap: te bekijken punten

Bij de beoordeling van risico's van EMV moeten werkgevers rekening houden met risico's van zowel directe als indirecte effecten. Sommige werknemers hebben een verhoogd risico bij blootstelling aan EMV (zie tabel 3.1) en ook hiermee moet rekening worden gehouden.

## 5.5 Stap 4 — Beslissen over preventiemaatregelen

Als de risico's zijn geïdentificeerd, bestaat de eerste stap erin zich af te vragen of ze kunnen worden weggewerkt. Zou het mogelijk zijn de veldsterkte te verlagen tot een niveau dat geen risico vormt of is het mogelijk toegang tot het veld te voorkomen?

Waar mogelijk moeten beslissingen over preventiemaatregelen worden genomen in de ontwerp- of aankoopfase van nieuwe processen of apparatuur.

Hoofdstuk 9 van deze gids bevat richtsnoeren in verband met de preventie- en beschermingsmaatregelen die kunnen worden genomen om de risico's van elektromagnetische velden tot een minimum te beperken. Collectieve bescherming moet altijd voorrang krijgen op persoonlijke bescherming.

## 5.6 Stap 5 — Actie ondernemen

Als het nodig is actie te ondernemen, is het belangrijk prioriteiten te stellen bij de tenuitvoerlegging van preventie- of beschermingsmaatregelen. De prioriteit moet worden toegekend op basis van de omvang van het risico en de ernst van het resultaat als een gevaarlijke gebeurtenis zich voordoet. Het kan zijn dat het niet haalbaar is om alle nieuwe maatregelen meteen in te voeren. In dit geval moet worden beoordeeld of een aantal tijdelijke maatregelen kunnen worden ingevoerd waardoor de werkzaamheden kunnen worden voortgezet totdat de permanente preventiemaatregelen zijn ingevoerd. Men kan ook beslissen de werkzaamheden stil te leggen totdat de nieuwe maatregelen zijn ingevoerd.

## 5.7 De risicobeoordeling documenteren

Het is belangrijk de resultaten van de risicobeoordeling te registreren. De belangrijkste elementen van de risicobeoordeling, zoals de geïdentificeerde gevaren, de werknemers die mogelijk een risico lopen en het resultaat van de beoordeling, moeten hierin worden vermeld. Wanneer werknemers met een verhoogd risico zijn geïdentificeerd, moet ook dit worden geregistreerd. De vereisten voor nieuwe preventie- of voorzorgsmaatregelen moeten worden gedocumenteerd, samen met afspraken voor latere herziening van de beoordeling.

## 5.8 Controle en herziening van de risicobeoordeling

Het is belangrijk de risicobeoordeling regelmatig te herzien om te bepalen of ze geschikt was en of de preventie- of beschermingsmaatregelen doeltreffend waren. Bij deze herziening moet rekening worden gehouden met de resultaten van routinecontroles van de toestand van de apparatuur, aangezien elke beschadiging een invloed kan hebben op de besluiten van de risicobeoordeling. Het is ook van groot belang de risicobeoordeling te herzien als de gebruikte apparatuur wijzigt of als de arbeidspraktijken veranderen.

Werkgevers moeten ook onthouden dat de status van werknemers kan veranderen. Zo kan een werknemer een medisch implantaat krijgen of zwanger worden. Een dergelijke wijziging moet de aanleiding zijn voor een herziening van de risicobeoordeling om te bepalen of ze nog steeds geschikt is.

Wanneer werknemers tijdelijk worden blootgesteld aan waarden die hoger zijn dan de lage AN voor magnetische velden (tabel B2 van bijlage II bij de EMV-richtlijn) of een van de GWB voor effecten op zintuigen, kunnen ze symptomen van voorbijgaande aard gewaarworden. Voorbeelden van deze symptomen zijn:

- duizeligheid of misselijkheid door blootstelling aan statische en laagfrequente magnetische velden;
- zintuiglijke waarneming zoals lichtflitsen (fosfenen) of geringe wijzigingen in de hersenfuncties door blootstelling aan laagfrequente EMV;
- zintuiglijke waarneming zoals effecten op het gehoor door microgolven door blootstelling aan gepulste radiofrequente velden onder specifieke omstandigheden (zie sectie B5).

Wanneer werknemers dergelijke symptomen melden, moet de werkgever dit nagaan en indien nodig de risicobeoordeling bijwerken. Dit kan leiden tot de keuze van bijkomende preventie- of beschermingsmaatregelen.



Sectie 3

# BEOORDELINGEN VAN CONFORMITEIT

## 6. GEBRUIK VAN GRENSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING EN ACTIENIVEAUS

Zoals in hoofdstuk 2 besproken, kan blootstelling aan elektromagnetische velden verschillende effecten hebben, afhankelijk van de frequentie. Als gevolg hiervan geeft de EMV-richtlijn grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor:

- Niet-thermische effecten (0-10 MHz) in bijlage II.
- Thermische effecten (100 kHz-300 GHz) in bijlage III.

Dit betekent dat het meestal nodig is de frequentie (of frequenties) van het elektromagnetische veld te kennen voordat de juiste GWB kan worden gekozen. In sommige gevallen overlappen de twee bereiken elkaar. Zo kunnen in het middenfrequentiegebied (100 kHz-10 MHz) zowel thermische als niet-thermische effecten optreden, wat betekent dat met beide GWB rekening moet worden gehouden.

Voor frequenties tussen 1 Hz en 6 GHz worden GWB gedefinieerd in termen van grootheden in het lichaam die niet gemakkelijk kunnen worden gemeten of berekend. De EMV-richtlijn geeft daarom ook actieniveaus (AN) die zijn weergegeven in externe veldgrootheden die relatief gemakkelijk te meten of te berekenen zijn. Deze AN zijn van de GWB afgeleid aan de hand van behoudende veronderstellingen, waardoor conformiteit met het relevante AN altijd conformiteit met de overeenstemmende GWB verzekert. Het is evenwel mogelijk een AN te overschrijden en toch te voldoen aan de GWB. In sectie 6.1 wordt hier verder op ingegaan. Figuur 6.1 illustreert de procedure om te beslissen of conformiteit met AN of GWB moet worden beoordeeld.

De vergelijking met AN of GWB vormt een input voor de risicobeoordelingsprocedure. Als conformiteit met AN niet kan worden aangetoond, kunnen werkgevers beslissen om in de plaats daarvan aan de hand van de GWB te beoordelen. Een dergelijke beoordeling is evenwel wellicht complexer en dus duurder. In veel gevallen kan het mogelijk zijn bijkomende maatregelen in te voeren om conformiteit met hetzij AN, hetzij GWB te verwezenlijken. Zodra de werkgever conformiteit heeft aangetoond of alle haalbare opties voor bijkomende maatregelen heeft uitgeput, moet hij doorgaan met de risicobeoordelingsprocedure (zie hoofdstuk 5).

Een volledige beoordeling van de blootstelling van werknemers en vergelijking met de GWB kan complex zijn en buiten het toepassingsgebied van deze gids vallen. Meer informatie over beoordelingen is terug te vinden in aanhangsel D van deze gids. Het hoofddoel van de informatie in dit hoofdstuk is verklaren hoe het systeem van GWB en AN in de praktijk werkt, zodat werkgevers kunnen beslissen of ze het zelf uitvoeren of hiervoor gespecialiseerde hulp inroepen.

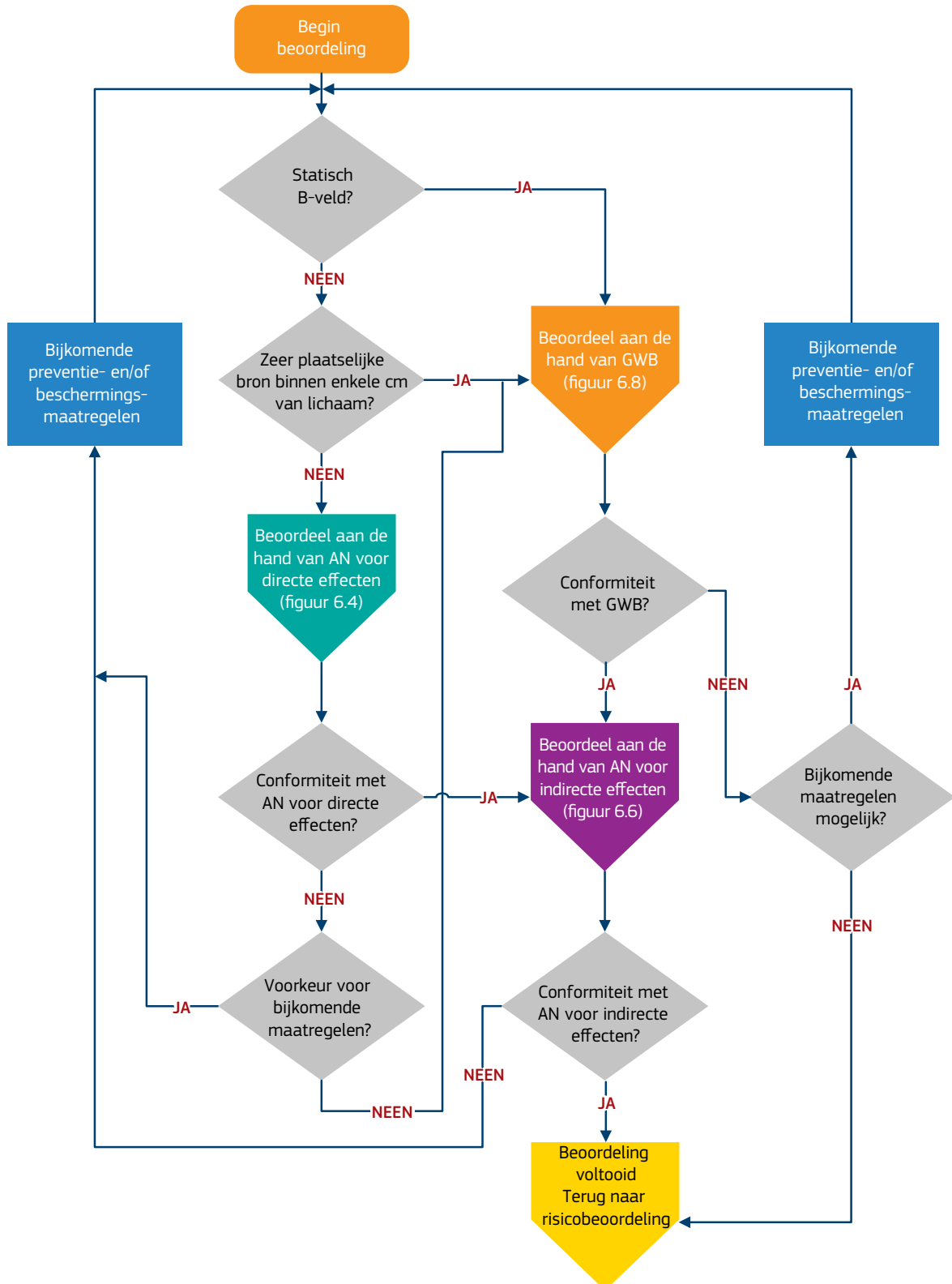
De richtlijn definieert een aantal verschillende AN, waarvan meerdere tegelijkertijd kunnen worden toegepast. De AN houden verband met directe of indirecte effecten. Bij lage frequenties kunnen elektrische en magnetische velden als afzonderlijk worden beschouwd (de zogenaamde quasistatische benadering) en beide induceren elektrische velden in het lichaam. Bij lage frequenties zijn er dus AN voor elektrische en magnetische velden. Er zijn ook AN voor contactstroom.

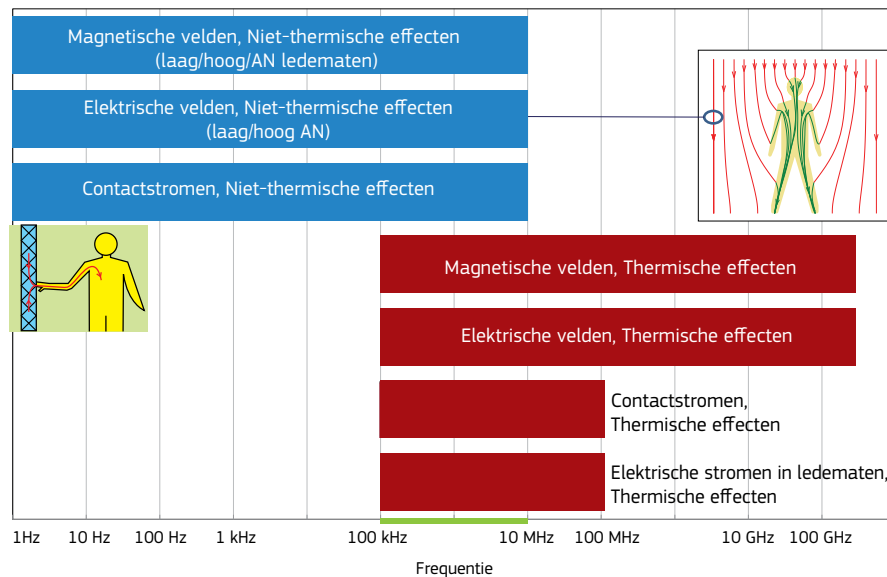
Naarmate de frequentie toeneemt, raken de velden nauwer gekoppeld en verandert de interactie met het lichaam, wat leidt tot energieafzetting die thermische effecten veroorzaakt. Voor deze frequenties zijn er AN voor elektrische en magnetische velden. Bij frequenties boven 6 GHz is er een bijkomend AN voor vermogensdichtheid, dat



verband houdt met zowel de elektrische als de magnetische veldsterktes. Er zijn ook AN voor geïnduceerde elektrische stromen in ledematen, die ook verband houden met thermische effecten, en voor contactstromen. Het systeem van AN is geïllustreerd in figuur 6.2.

**Figuur 6.1 — Procedure om te beslissen of conformiteit met AN of GWB moet worden beoordeeld**



**Figuur 6.2 — Frequentiebereik waarvoor verschillende AN van toepassing zijn.**

Blauwe balken duiden op niet-thermische effecten en rode balken duiden op thermische effecten. Wanneer het frequentiebereik in het groen is aangeduid, is conformiteit met zowel niet-thermische effecten (elektrisch veld, magnetisch veld en contactstromen) als thermische effecten (elektrisch en magnetisch veld) vereist

De GWB en de verwante AN zijn gebaseerd op de richtsnoeren die de Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (ICNIRP) heeft gepubliceerd. Meer informatie over de onderliggende redenen is terug te vinden in deze richtsnoeren, die beschikbaar zijn op [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org) (zie Informatiebronnen in aanhangsel I).

De EMV-richtlijn vereist dat lidstaten de GWB ten uitvoer leggen in hun nationale wetgeving. Werkgevers zijn dan ook juridisch verplicht ze in acht te nemen. De EMV-richtlijn bevat bepalingen die het mogelijk maken dat de AN door de Commissie worden herzien als dit nodig is.



### Hoofdboodschap: actieniveaus en grenswaarden voor blootstelling

Voor de meeste werkgevers is het eenvoudiger conformiteit met actieniveaus dan met grenswaarden voor blootstelling aan te tonen, hoewel de afstanden voor conformiteit voor de eerste groter kunnen zijn dan voor de laatste. Actieniveaus worden ook gegeven voor een aantal, maar niet voor alle indirecte effecten. Actieniveaus en grenswaarden voor blootstelling geven meestal niet voldoende bescherming voor werknemers met een verhoogd risico.

## 6.1 Actieniveaus voor directe effecten

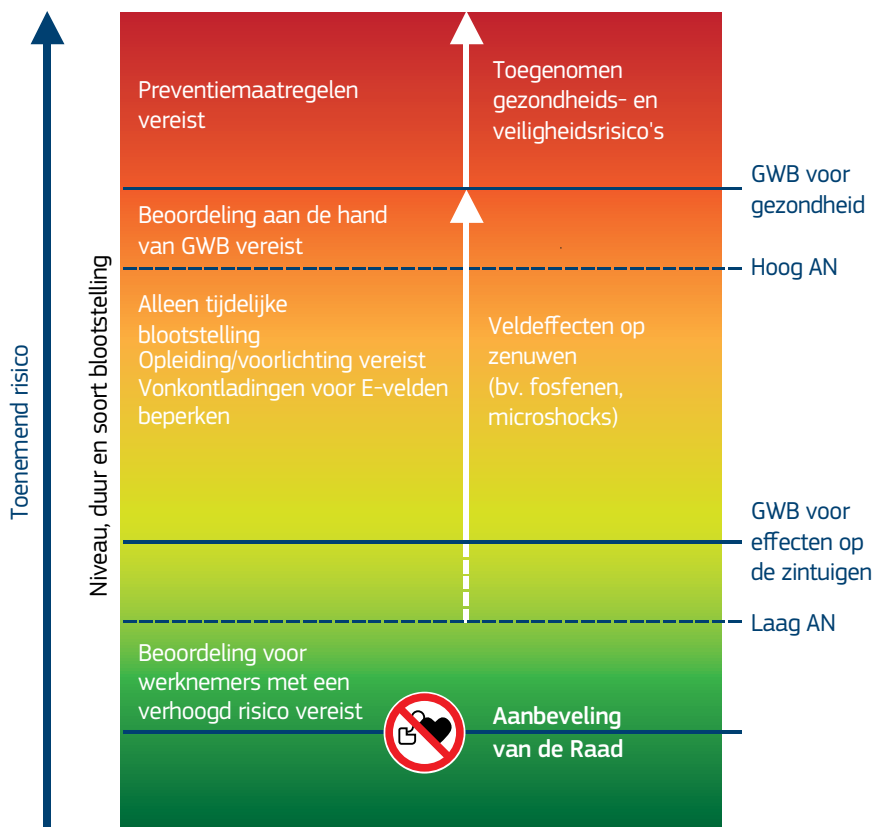
Zoals hierboven vermeld, zijn de AN voor directe effecten afgeleid van de overeenstemmende GWB door gebruik te maken van computermodellen en uitgaande van de ergste scenario's van interacties. Dit betekent dat conformiteit met de AN ook conformiteit met de overeenstemmende GWB garandeert. Toch is het in veel situaties mogelijk de AN te overschrijden en toch te voldoen aan de overeenstemmende GWB. Het verband tussen de AN en GWB is weergegeven in figuur 6.3. Voor de meeste werkgevers en in de meeste situaties bieden AN voor directe effecten een relatief eenvoudige manier om conformiteit met de onderliggende GWB aan te tonen.

Alle AN zijn gespecificeerd voor velden die niet zijn verstoord door de aanwezigheid van het lichaam van de werknemer.

Als het niet mogelijk is conformiteit met de AN aan te tonen, hebben werkgevers de keuze om preventie- en beschermingsmaatregelen te nemen of om conformiteit met de GWB direct te beoordelen. Bij deze beslissing moeten werkgevers er rekening mee houden dat het resultaat van een beoordeling aan de hand van de GWB toch een vereiste kan zijn om preventie- en beschermingsmaatregelen te nemen.

De procedure voor de selectie van actieniveaus voor directe effecten is weergegeven in het stroomschema in figuur 6.4.

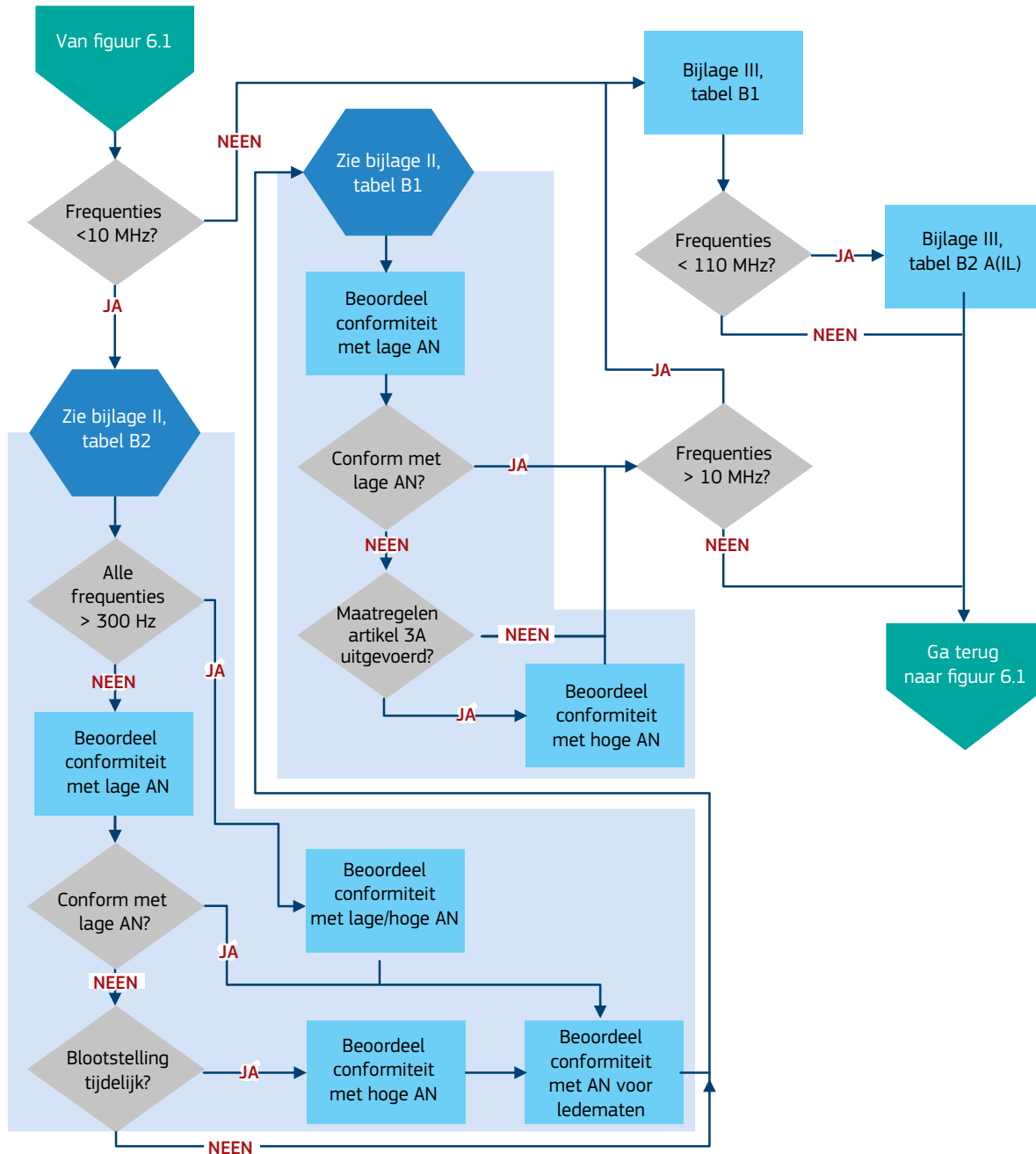
**Figuur 6.3 — Schema van het verband tussen grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus**



### 6.1.1 Actieniveaus voor elektrische velden (1 Hz-10 MHz)

De EMV-richtlijn definieert twee AN voor laagfrequente elektrische velden, lage en hoge. Het concept van lage en hoge AN is geïllustreerd in figuur 6.3 hierboven. Conformiteit met de lage AN zorgt ervoor dat geen van de van toepassing zijnde GWB zullen worden overschreden en dat hinderlijke vonkontladingen in de werkomgeving worden vermeden.

**Figuur 6.4 — Stroomschema voor selectie van AN voor directe effecten**  
„Bijlage” verwijst naar de bijlagen van de richtlijn inzake elektromagnetische velden



Op voorwaarde dat de elektrische veldsterktes niet hoger zijn dan het lage AN, wordt geen van de van toepassing zijnde GWB overschreden. Als de elektrische veldsterktes evenwel het lage AN overschrijden, zal conformiteit met het hoge AN op zich niet voldoende zijn om hinderlijke vonkontladingen te voorkomen. In deze situatie is het dan ook nodig bijkomende technische, organisatorische en, indien nodig, persoonlijke beschermingsmaatregelen te nemen om vonkontladingen te voorkomen.

### 6.1.2 Actieniveaus voor magnetische velden (1 Hz-10 MHz)

De EMV-richtlijn definieert drie AN voor laagfrequente magnetische velden: laag, hoog en ledematen.

De lage AN zijn afgeleid van de GWB voor effecten op de zintuigen (zie sectie 6.3.1), zodat conformiteit betrekking heeft op GWB voor effecten op de zintuigen en GWB voor gezondheidseffecten. Lage AN hebben dezelfde waarde als hoge AN voor frequenties boven 300 Hz.

Conformiteit met de hoge AN garandeert conformiteit met de GWB voor gezondheidseffecten, waarvan ze zijn afgeleid, maar verzekeren geen conformiteit met de GWB voor effecten op de zintuigen bij frequenties lager dan 300 Hz. De EMV-richtlijn staat toe dat de lage AN worden overschreden, op voorwaarde dat kan worden aangetoond dat de GWB voor effecten op de zintuigen niet worden overschreden, of als ze worden overschreden, dat dit slechts tijdelijk is. Los daarvan mogen de GWB voor gezondheidseffecten niet worden overschreden. Bovendien moeten werknemers op de hoogte worden gebracht van mogelijke voorbijgaande symptomen en gewaarwordingen. Wanneer voorbijgaande symptomen worden gemeld, moet de werkgever, indien nodig, actie ondernemen om de risicobeoordeling en preventiemaatregelen bij te werken.

Conformiteit met de AN voor ledematen verzekert conformiteit met de GWB voor gezondheidseffecten, waarvan ze zijn afgeleid. De AN voor ledematen houden rekening met een zwakkere koppeling van het veld in de ledematen en zijn dan ook minder beperkend dan de hoge AN. Het gebruik van de AN voor ledematen is alleen gerechtvaardigd wanneer blootstelling van het lichaam bij dezelfde veldsterkte onwaarschijnlijk is. Het gebruik ervan is dan ook gerechtvaardigd wanneer een werknemer een gereedschap dat EMV opwekt vasthoudt, maar niet als het gereedschap dicht bij het lichaam wordt gehouden wanneer het in gebruik is (figuur 6.5). Wanneer beoordeling van blootstelling van ledematen aan de hand van het actieniveau voor ledematen wordt uitgevoerd, wordt meestal ook de blootstelling van het lichaam aan de hand van de lage of hoge AN beoordeeld.

**Figuur 6.5 — Werknemer die een elektrisch gereedschap dicht bij het lichaam houdt. In deze situatie is blootstelling van het lichaam en de ledematen gelijk en zal conformiteit met de lage/hoge AN beperkend zijn.**



### 6.1.3 Actieniveaus voor elektrische en magnetische velden (100 kHz–300 GHz)

Voor frequenties tussen 100 kHz en 6 GHz definieert de EMV-richtlijn AN voor elektrische veldsterktes en magnetische fluxdichtheid, die zijn afgeleid van de GWB voor gezondheidseffecten. Aangezien de onderliggende GWB tijdgemiddelde waarden zijn, moet het kwadraat van de AN worden berekend als gemiddelde over een periode van zes minuten.

Voor frequenties hoger dan 6 GHz definieert de EMV-richtlijn AN voor elektrische veldsterkte, magnetische fluxdichtheid en vermogensdichtheid. De AN voor vermogensdichtheid worden gemiddeld over 20 cm<sup>2</sup> van het blootgestelde oppervlak, op voorwaarde dat het ruimtelijk maximum, herleid tot een gemiddelde over 1 cm<sup>2</sup>, niet meer bedraagt dan 20 maal de waarde van het AN. De AN voor vermogensdichtheid worden ook berekend als gemiddelden over een willekeurige periode van zes minuten voor frequenties tot 10 GHz, en over een willekeurige periode van  $68/f^{1.05}$  minuten voor hogere frequenties (f is de frequentie in GHz). Hierboven daalt de middelingstijd naarmate de frequentie stijgt, op basis van de geleidelijk kortere doordringingsdiepte.

Voor frequenties boven 6 GHz worden de AN voor elektrische veldsterkte en magnetische fluxdichtheid afgeleid van de GWB voor vermogensdichtheid. Hoewel dit niet expliciet in de EMV-richtlijn vermeld staat, moeten voor de consistentie de voorwaarden voor ruimtelijke en tijdsmiddeling voor AN ook van toepassing zijn op  $[AN(E)]^2$  en  $[AN(B)]^2$  bij frequenties boven 6 GHz.

### 6.1.4 Actieniveaus voor geïnduceerde extremiteitstroom (10–110 MHz)

De EMV-richtlijn specificeert AN voor de grootte van de radiofrequente stroom die wordt geïnduceerd in de ledematen van een werknemer die aan een radiofrequent veld wordt blootgesteld. Aangezien dit AN verband houdt met de opwarming van weefsels, moet het kwadraat van het AN worden berekend als gemiddelde over een periode van zes minuten.

## 6.2 Actieniveaus voor indirecte effecten

De EMV-richtlijn specificeert dat AN bescherming bieden tegen een aantal indirecte effecten die met EMV worden geassocieerd. De procedure voor de selectie van actieniveaus voor indirecte effecten is weergegeven in het stroomschema in figuur 6.6.

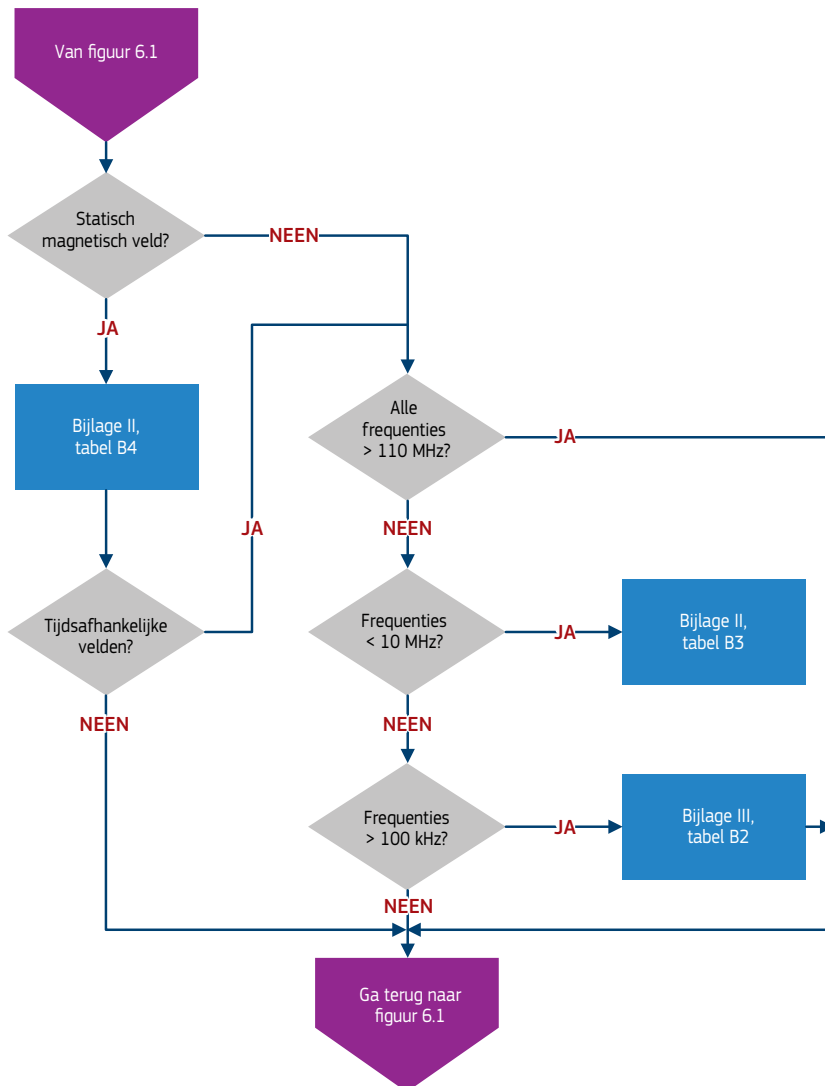
### 6.2.1 Actieniveaus voor statische magnetische velden

Een AN van 0,5 mT wordt gespecificeerd om interferentie met de werking van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen te beperken. De EMV-richtlijn geeft ook een AN van 3 mT om het risico op aangetrokken en rondvliegende voorwerpen in het strooiveld van bronnen van hoge fluxdichtheid (> 100 mT) te beperken.

### 6.2.2 Actieniveaus voor contactstroom (tot 110 MHz)

De EMV-richtlijn specificeert AN voor stationaire contactstroom om het risico op schokken en brandwonden te beperken wanneer een persoon een geleidend voorwerp in een veld aanraakt en alleen de persoon of alleen het voorwerp geaard is.

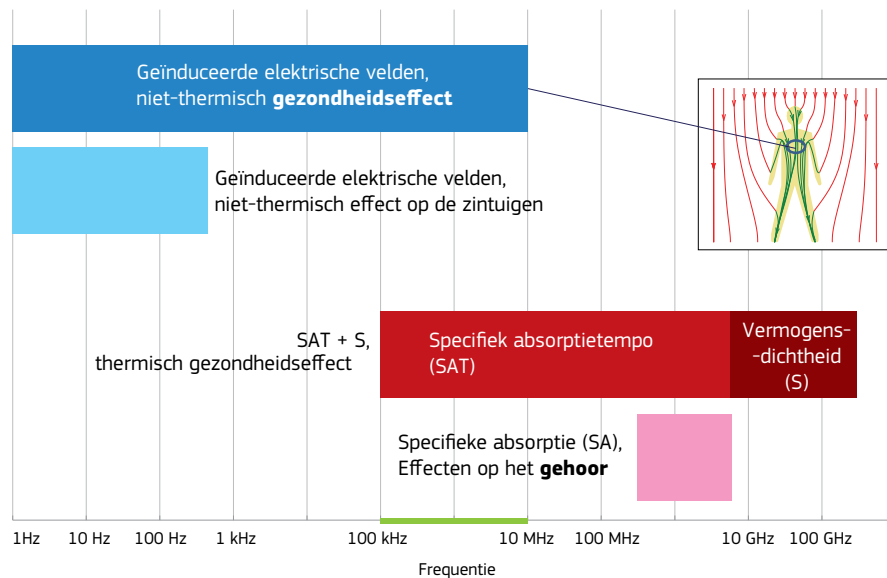
**Figuur 6.6 — Stroomschema voor selectie van AN voor indirecte effecten „Bijlage” verwijst naar de bijlagen van de richtlijn inzake elektromagnetische velden**



## 6.3 Grenswaarden voor blootstelling

### 6.3.1 Grenswaarden voor blootstelling voor effecten op de zintuigen en gezondheidseffecten

De EMV-richtlijn definieert afzonderlijke GWB voor effecten op de zintuigen en gezondheidseffecten (figuur 6.7). De GWB voor effecten op de zintuigen zijn alleen van toepassing op specifieke frequentiegebieden (0-400 Hz en 0,3-6 GHz). Voor lage frequenties gebeurt waarneming van het veld bij blootstellingsniveaus die lager zijn dan de niveaus die gezondheidseffecten veroorzaken. De GWB voor thermische effecten op de zintuigen is gebaseerd op het vermijden van de effecten van microgolven op het gehoor, die alleen in bepaalde omstandigheden voorkomen (zie aanhangsel B). GWB voor gezondheidseffecten zijn dan weer van toepassing op alle frequenties. Over het algemeen is het toegestaan de GWB voor effecten op de zintuigen voor korte periodes te overschrijden als aan bepaalde voorwaarden is voldaan.

**Figuur 6.7 — Frequentiebereik waarvoor verschillende GWB worden gebruikt.**

Blauwe balken duiden op niet-thermische effecten en rode balken duiden op thermische effecten.

### 6.3.2 Grenswaarden voor blootstelling (0-1 Hz)

GWB voor het frequentiegebied van 0-1 Hz zijn gedefinieerd in termen van externe magnetische fluxdichtheid (tabel A1 van bijlage II bij de EMV-richtlijn). De GWB voor effecten op de zintuigen zijn zo ingesteld dat ze duizeligheid en andere waarnemingseffecten voorkomen. Deze komen meestal voort uit elektrische velden die in weefsels worden geïnduceerd wanneer het lichaam beweegt in een sterk statisch magnetisch veld, hoewel er nu enig bewijs is dat ze ook kunnen optreden wanneer er geen beweging is. Voor een gecontroleerde werkomgeving, waar de beweging in het veld beperkt is en werknemers zijn voorgelicht, kan het toegestaan zijn de GWB voor effecten op de zintuigen tijdelijk te overschrijden, op voorwaarde dat dit door de praktijk of de procedure is gerechtvaardigd. In dit geval mogen de blootstellingen niet groter zijn dan de GWB voor gezondheidseffecten.

### 6.3.3 Grenswaarden voor blootstelling (1 Hz-10 MHz)

GWB voor het frequentiegebied van 1 Hz-10 MHz zijn gedefinieerd in termen van interne elektrische veldsterktes in het lichaam (tabel A2 en A3 van bijlage II bij de EMV-richtlijn).

Voor frequenties tot 400 Hz zijn er zowel GWB voor effecten op de zintuigen als GWB voor gezondheidseffecten. De GWB voor effecten op de zintuigen zijn bedoeld om netvliesfosfenen en geringe, voorbijgaande wijzigingen in de hersenfuncties te voorkomen. Ze zijn dan ook alleen van toepassing op de weefsels van het centrale zenuwstelsel in het hoofd van de blootgestelde werknemer.

De GWB voor gezondheidseffecten zijn van toepassing voor alle frequenties tussen 1 Hz en 10 MHz en zijn bedoeld om stimulatie van de perifere en centrale zenuwen te voorkomen. Deze GWB zijn dan ook van toepassing op alle weefsels van het lichaam van een blootgestelde werknemer.



### 6.3.4 Grenswaarden voor blootstelling (100 kHz-300 GHz)

Voor frequenties in het bereik van 100 kHz-6 GHz is de graad van opwarming door blootstelling afhankelijk van het tempo waarmee de energie in de weefsels wordt geabsorbeerd. Dit wordt gedefinieerd door het specifieke energieabsorptietempo (SAT), dat wordt gebruikt om de GWB voor gezondheidseffecten te specificeren, met afzonderlijke waarden voor blootstellingen van het hele lichaam en plaatselijke blootstellingen (tabel A1 van bijlage III bij de EMV-richtlijn). De waarden voor blootstelling van het hele lichaam beschermen tegen warmtestress en „zonnesteek” en worden toegepast op de SAT-waarden gemiddeld over het hele lichaam. De plaatselijke waarden beschermen tegen hitteschade aan specifieke weefsels en worden toegepast op de SAT-waarden gemiddeld over 10 g aaneengesloten (of verbonden) weefsel. Zowel SAT's voor het hele lichaam als plaatselijke SAT's worden gemiddeld over een periode van zes minuten.

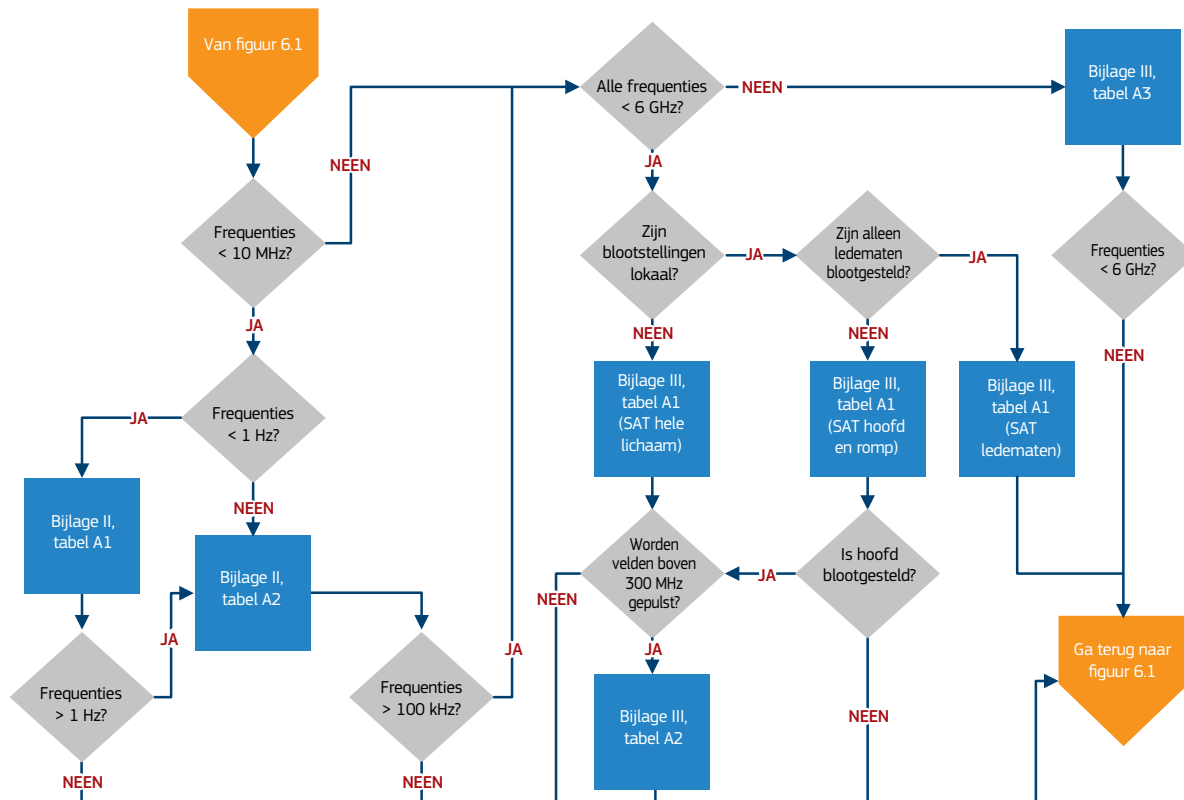
Voor frequenties in het bereik 300 MHz-6 GHz zijn er ook GWB voor effecten op de zintuigen die bedoeld zijn om de effecten van microgolven op het gehoor die voortvloeien uit de blootstelling aan gepulste velden te voorkomen (tabel A2 van bijlage III bij de EMV-richtlijn). Deze zijn weergegeven in termen van specifieke absorptie (SA) gemiddeld over 10 g in het hoofd.

Doordringing van EMV in het lichaam neemt af met de frequentie in het radiofrequente gebied, zodat voor frequenties boven 6 GHz het veld voor het grootste deel aan het oppervlak van het lichaam wordt geabsorbeerd. Dit betekent dat het voor deze frequenties veel relevanter is de vermogensdichtheid op het lichaamsoppervlak te beperken dan het tempo waarbij energie in een massa weefsel wordt geabsorbeerd. De vermogensdichtheid wordt gemiddeld over 20 cm<sup>2</sup>, met een grens voor het maximum gemiddeld over 1 cm<sup>2</sup>. Voor frequenties in het bereik 6-10 GHz wordt de vermogensdichtheid gemiddeld over een periode van zes minuten. Hierboven daalt de middelingstijd naarmate de frequentie stijgt, op basis van de geleidelijk kortere doordringingsdiepte (tabel A3 van bijlage III bij de EMV-richtlijn).

## 6.4 Afwijkingen

Artikel 10 van de EMV-richtlijn kent een voorwaardelijke afwijking van artikel 3 (GWB en AN) toe voor drie situaties. Artikel 10 doet geen afbreuk aan de algemene verplichting van werkgevers onder artikel 5, lid 1, om ervoor te zorgen dat risico's van EMV op de werkplek worden weggewerkt of tot een minimum beperkt.

De eerste afwijking, in verband met het gebruik van MRI-apparatuur in de gezondheidssector, is niet-discretionair. Over de andere afwijkingen kunnen de lidstaten zelf beslissen.

**Figuur 6.8 — Stroomschema voor keuze van GWB**

### 6.4.1 Afwijking voor MRI

Blootstellingen in verband met de installatie, het testen, het gebruik, de ontwikkeling, het onderhoud van, of onderzoek in verband met MRI voor patiënten in de gezondheidssector mogen de GWB overschrijden onder de volgende voorwaarden:

- i) de risicobeoordeling heeft aangetoond dat de GWB zijn overschreden;
- ii) gezien de stand van de techniek zijn alle technische en/of organisatorische maatregelen toegepast;
- iii) de omstandigheden rechtvaardigen de overschrijding van de GWB naar behoren;
- iv) er is rekening gehouden met de specifieke kenmerken van de werkplek, de apparatuur of de arbeidspraktijken;
- v) de werkgever toont aan dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's, en hij verzekert dat de instructies van de producent voor veilig gebruik worden gevolgd.

Meer richtsnoeren voor werkgevers in verband met conformiteit met de afwijking voor MRI is terug te vinden in aanhangsel F van deze gids.

### 6.4.2 Militaire afwijking

Lidstaten kunnen de tenuitvoerlegging van equivalente beschermingssystemen voor werknemers in operationele militaire installaties of werknemers die betrokken zijn bij militaire activiteiten toestaan. Deze afwijking is onderworpen aan de voorwaarde dat nadelige gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's worden voorkomen.

### 6.4.3 Algemene afwijking

Lidstaten kunnen toestaan dat GWB tijdelijk worden overschreden in specifieke sectoren en voor specifieke activiteiten buiten het toepassingsgebied van de andere twee afwijkingen als de omstandigheden naar behoren zijn gerechtvaardigd. Opdat de omstandigheden naar behoren zijn gerechtvaardigd, moet aan de volgende voorwaarden zijn voldaan:

- i) de risicobeoordeling heeft aangetoond dat de GWB zijn overschreden;
- ii) gezien de stand van de techniek zijn alle technische en/of organisatorische maatregelen toegepast;
- iii) er is rekening gehouden met de specifieke kenmerken van de werkplek, de apparatuur of de arbeidspraktijken;
- iv) de werkgever toont aan dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's, onder meer met behulp van vergelijkbare, meer specifieke en internationaal erkende normen en richtsnoeren.

## 7. GEBRUIK VAN DATABANKEN EN EMISSIEGEGEVENS VAN PRODUCENT

Informatie over blootstellingen is mogelijk beschikbaar bij de producenten van apparatuur. Bovendien kunnen overheidsinstanties, beroepsorganisaties of handelsverenigingen databanken met algemene blootstellingsbeoordelingen opstellen en bijwerken. Als dit soort informatie beschikbaar en relevant is, beschikken werkgevers over zeer eenvoudige middelen om conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen. De meeste werkgevers zullen dan ook eerst deze optie onderzoeken alvorens ze blootstellingen gaan beoordelen door meting of berekening.

### 7.1 Informatie van producenten gebruiken

Het is belangrijk dat werkgevers erkennen dat hun verantwoordelijkheden onder de EMV-richtlijn verband houden met de totale blootstelling van de werknemer en niet met de blootstelling aan één specifiek apparaat. Bij de beoordeling wordt dan ook rekening gehouden met blootstelling van alle bronnen in de werkomgeving. Wanneer producenten informatie verstrekken, zal dit evenwel betrekking hebben op het specifieke apparaat dat zij vervaardigen.

Voor de meeste apparaten dalen de veldsterktes zeer snel naarmate de afstand van de bron groter wordt (zie figuur 3.2). Dit betekent dat in veel gevallen de blootstelling van werknemers zal worden gedomineerd door één of in het slechtste geval een paar apparaten in de onmiddellijke omgeving van de arbeidsplaats. Werkgevers zullen dan ook vaak informatie willen over de manier waarop dat veld verzwakt naarmate de afstand van de apparatuur groter wordt. Wanneer werkgevers vaststellen dat werknemers aan meerdere bronnen worden blootgesteld, moeten zij ook rekening houden met velden die worden opgewekt door bijhorende installaties zoals toevoerkabels, elektriciteitstoevoer en schakel- en verdeeltoestellen.

Hoewel informatie van producenten een eenvoudige oplossing kan bieden voor het probleem van de beoordeling van blootstelling moeten werkgevers ze toch met enige omzichtigheid gebruiken. Er zijn veel redenen waarom producenten informatie over EMV in verband met hun apparatuur verstrekken. Zo kan een producent informatie verstrekken over de veldsterktes die apparatuur opwekt omdat dit belangrijk is voor de werking ervan en aldus deel uitmaakt van de specificatie. De informatie kan ook worden verstrekt om conformiteit met vereisten voor elektromagnetische compatibiliteit van Europese productrichtlijnen (zie aanhangsel G) aan te tonen. Hoewel deze informatie relevant kan zijn voor veiligheidsproblemen door interferentie, is ze niet erg nuttig voor de beoordeling van blootstelling.

De nuttigste informatie vanuit het standpunt van de werkgever is een beoordeling van typische blootstellingen van de werknemer bij normaal gebruik van de apparatuur, samen met een indicatie van de manier waarop velden verzwakken naarmate de afstand toeneemt. Ook een indicatie van veldsterktes in verhouding tot de actieniveaus op verschillende toegankelijke posities rond de apparatuur kan werkgevers in staat stellen hun eigen beoordeling van conformiteit tijdens gebruik uit te voeren.



### Hoofdboodschap: informatie van databanken en producenten

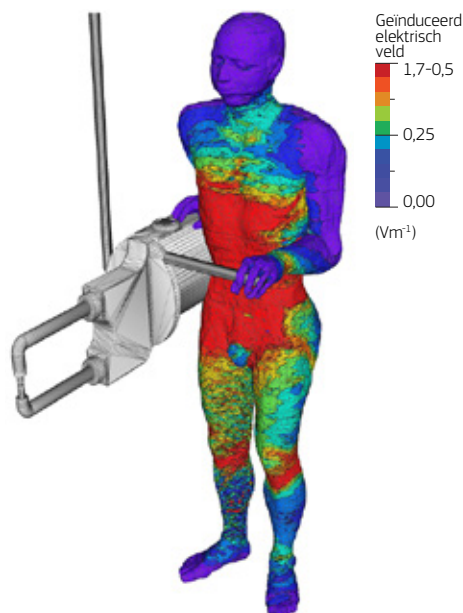
Wanneer informatie van databanken en producenten beschikbaar is, is het voor werkgevers veel gemakkelijker om conformiteit aan te tonen dan wanneer zij een specifieke beoordeling moeten uitvoeren. Leveranciers van machines zijn wettelijk verplicht ervoor te zorgen dat emissies niet gevaarlijk zijn voor personen (zie aanhangsel H). Ze moeten ook informatie verstrekken over overblijvende risico's en waarschijnlijke emissies die schade kunnen berokkenen aan personen, ook personen met geïmplanteerde medische hulpmiddelen.

#### 7.1.1 Basis voor beoordeling van de producent

Sommige producenten publiceren beoordelingen van hun apparatuur aan de hand van gestandaardiseerde procedures. Veel meetnormen zijn echter opgesteld vanuit emissie-oogpunt en niet zozeer vanuit het oogpunt van menselijke blootstelling. Deze emissienormen zijn opgesteld om gestandaardiseerde procedures te verstrekken voor laboratoriumproeven van het niveau van EMV die door specifieke soorten elektrische toestellen worden opgewekt. Ze zijn toegespitst op de veldwaarde op een bepaald punt in de ruimte en zijn nuttig om verschillende toestellen of toepassingen met elkaar te vergelijken. Ze kunnen evenwel van gering belang zijn bij de beoordeling van blootstelling met betrekking tot AN of GWB bij normaal gebruik.

Zo beveelt de momenteel geharmoniseerde norm voor conformiteitsproeven van lasapparatuur de meting aan van velden op 20 cm van de laskabel, aangezien dit leidt tot een meer reproduceerbare meting. In de dagelijkse praktijk kan de kabel echter in contact komen met het lichaam van de werknemer en kan hij dicht bij gevoelige weefsels in het hoofd van de werknemer komen. Figuur 7.1 illustreert een puntlaspistool dat dicht bij het lichaam van een werknemer wordt gehouden, ruim binnen de gespecificeerde 20 cm. Het is duidelijk dat dit zwakke punt in latere edities van de norm zal worden aangepakt.

**Figuur 7.1 — Verspreiding van geïnduceerd elektrisch veld in een menselijk model bij blootstelling aan een draagbaar puntlaspistool. Dit is een voorbeeld waarbij de bron van het elektromagnetisch veld aanzienlijk minder dan 20 cm van het lichaam is verwijderd**



*NB:* Het voorbeeld in deze figuur wordt alleen ter illustratie gegeven en mag niet naar een specifieke situatie worden geëxtrapoleerd.

Het illustreert dat het belangrijk is om, alvorens gebruik te maken van gegevens die de producenten publiceren, te begrijpen welke norm werd toegepast en voor welke doeleinden de gegevens zijn opgesteld.

## 7.2 Databanken met beoordelingen

Databanken met algemene beoordelingen voor specifieke sectoren kunnen erg nuttig zijn. Deze beoordelingen kunnen zijn uitgevoerd door overheidsinstanties, beroepsorganisaties of handelsverenigingen. In alle gevallen is de eerste overweging individuele werkgevers de tijd en uitgaven te besparen om specifieke beoordelingen uit te voeren. Wanneer het om standaardapparatuur en -arbeidspraktijken gaat, is dit een pragmatische, kostenefficiënte benadering.

Wanneer werkgevers het gebruik van informatie uit databanken overwegen, moeten zij nagaan of de apparatuur wordt gebruikt zoals bedoeld, zowel in de beoordeling in de databank als op hun eigen werkplek. Bovendien is het mogelijk dat de informatie van de beoordeling niet relevant is als de apparatuur veel ouder of jonger is of niet behoorlijk is onderhouden.

De Europese Commissie heeft meegewerkt aan de ontwikkeling van een softwarepakket dat bedoeld is om werkgevers te helpen bij de uitvoering van beoordelingen van las- en aanverwante procedures. Meer informatie over dit project is beschikbaar op de website van EMF weld ([www.emfweld.com](http://www.emfweld.com)).

## 7.3 Door de producenten te verstrekken informatie

Producenten die apparatuur leveren die binnen het toepassingsgebied van de machinerichtlijn valt (zie aanhangsel G) hebben specifieke verplichtingen betreffende de verstrekking van informatie. Om meer bepaald te voldoen aan de essentiële vereisten moeten producenten informatie verstrekken over eventuele overblijvende risico's en beschermingsmaatregelen die de gebruiker moet nemen.

Meer specifiek: wanneer machines wellicht niet-ioniserende straling zullen opwekken die schadelijk kan zijn, vooral voor mensen met medische implantaten, moet de producent informatie over de emissie verstrekken voor de bediener en ook voor alle anderen die eventueel worden blootgesteld.

### 7.3.1 Beoordelingsnormen

Normencommissies werken actief aan de opstelling van normen om producenten te begeleiden bij de procedure van de beoordeling van emissies in verband met de AN en de GWB zoals vermeld in de EMV-richtlijn. In sommige gevallen vermelden deze normen ook hoe de resultaten van de beoordeling moeten worden gemeld aan kopers van de apparatuur.

De eerste stap die elke producent moet nemen, is dan ook nagaan of er een relevante norm is gepubliceerd die verband houdt met de huidige EMV-richtlijn. Als er een relevante norm bestaat die advies geeft over de melding van resultaten van beoordelingen, moet de producent hem volgen.

Producenten kunnen ook beslissen bijkomende informatie te verstrekken die niet in de norm vermeld staat wanneer zij van mening zijn dat dit nuttig is voor een koper.

### 7.3.2 Als er geen relevante norm is

Als er geen relevante norm is om de producent te begeleiden, moet de volgende beoordelingsinformatie kopers in staat stellen gepaste beoordelingen op hun eigen werkplekken uit te voeren.

De eerste drie punten moeten de koper achtergrondinformatie geven over de te verwachte effecten en over hoe de beoordeling werd uitgevoerd. Voor de koper is het vooral belangrijk te weten of de bedrijfsomstandigheden voor de beoordeling een correcte weergave zijn van de manier waarop hij de apparatuur zal gebruiken.

De volgende twee informatiepunten zijn nuttig om te weten wat de waarschijnlijke blootstelling van bedieners is en of ze beperkingen moeten invoeren of opleidingen voor het personeel moeten voorzien.

De laatste twee informatiepunten kunnen worden gebruikt voor een eenvoudige beoordeling van het effect om meerdere apparaten in hetzelfde gebied te zetten. Werkgevers kunnen gebruikmaken van de omtrekken die het percentage van AN of het percentage van de referentieniveaus, vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad, laten zien om eenvoudig na te gaan wat het cumulatieve effect is wanneer apparaten in elkaars nabijheid worden gezet.

Deze benadering zal vaak leiden tot een overschatting van de vastgestelde veldsterktes. Bronnen werken namelijk niet allemaal tegelijkertijd en vaak zullen velden worden geneutraliseerd door faseverschillen. Toch is deze benadering eenvoudig toe te passen en maakt ze het voor de meeste kopers gemakkelijk om conformiteit aan te tonen.

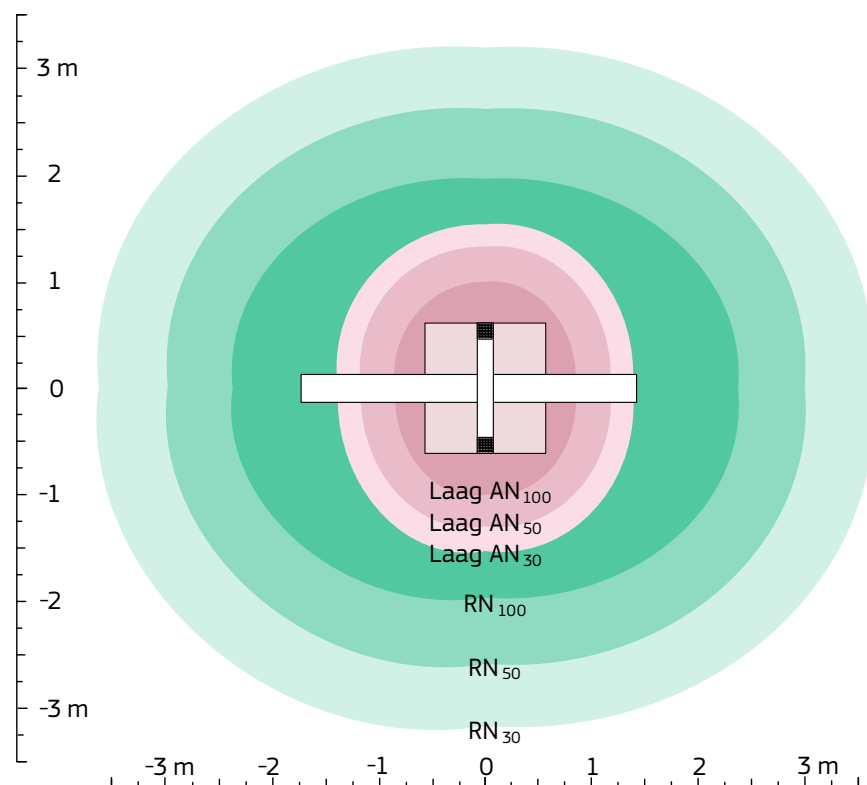
**Tabel 7.1 — Voorstel van door de producenten te verstrekken informatie**

Te bekijken punten bij beoordeling van een werkplek:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niet-thermische effecten</li> <li>• thermische effecten</li> <li>• indirecte effecten (specificeer)</li> </ul>
Bedrijfsomstandigheden waarbij de beoordeling is uitgevoerd:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maximaal vermogen van elektriciteitsbron</li> <li>• slechtst mogelijke instellingen (specificeer)</li> <li>• normale instellingen (specificeer)</li> </ul>
Middeling toegepast op resultaat van beoordeling	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ruimte</li> <li>• tijd</li> </ul>	
Wanneer gebruikt zoals bedoeld, overschrijdt blootstelling bij normale positie van de bediener:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lage AN</li> <li>• hoge AN</li> <li>• AN voor ledematen</li> </ul>	OF <ul style="list-style-type: none"> <li>• sensory effects ELV</li> <li>• health effects ELV</li> </ul>
Wanneer gebruikt zoals bedoeld, overschrijdt blootstelling bij normale positie van de bediener de relevante waarden van Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad voor:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• referentieniveau</li> </ul>	OF <ul style="list-style-type: none"> <li>• basisrestrictie</li> </ul>
Wanneer veldsterktes een of meerdere AN kunnen overschrijden, geef maximale afstanden, of bij voorkeur een omtrekplan, voor de volgende fracties van het AN:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 %</li> <li>• 50 %</li> <li>• 30 %</li> </ul>	
Wanneer veldsterktes een of meerdere referentieniveaus kunnen overschrijden, geef maximale afstanden, of bij voorkeur een omtrekplan, voor de volgende fracties van het referentieniveau:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 %</li> <li>• 50 %</li> <li>• 30 %</li> </ul>	

Over het algemeen zal het aantal apparaten dat dicht bij elkaar staat om fysieke redenen beperkt zijn. Aangezien velden meestal snel dalen naarmate de afstand toeneemt (zie hoofdstuk 3), zal apparatuur die op een grotere afstand staat wellicht niet veel bijdragen tot de blootstelling.

Figuur 7.2 illustreert omtrekplannen die voor apparatuur kunnen worden opgesteld.

**Figuur 7.2 — Illustratie van omtrekplannen die door producenten kunnen worden verstrekt om gebruikers te helpen ervoor te zorgen dat het cumulatieve effect van meerdere apparaten op de werkplek de AN niet overschrijdt.**



Het voorbeeld toont een algemeen apparaat met omtrekken die de afstanden tonen waarop het veld gelijk is aan 100 %, 50 % en 30 % (aangegeven in subscripts) van het relevante AN. Equivalente omtrekken worden gegeven voor de referentieniveaus in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad (aangegeven door RN) om te helpen bij de beoordeling van werknemers met een verhoogd risico.



## 8. BEREKENING OF METING VAN BLOOTSTELLING

De beoordeling van blootstellingen aan EMV is een zaak voor specialisten en weinig werkgevers beschikken over de juiste expertise om deze beoordelingen zelf uit te voeren. Het alternatief, een beroep doen op een externe contractant, kan evenwel duur zijn. Over het algemeen moeten werkgevers deze kosten afwegen tegen de kosten voor de tenuitvoerlegging van eenvoudige beschermings- of preventiemaatregelen (zie hoofdstuk 9). Bij de overweging van de beschikbare opties moet er rekening mee worden gehouden dat uit een beoordeling kan blijken dat beschermings- of preventiemaatregelen toch nodig zijn. Zoals eerder in deze gids besproken, verminderen velden vaak snel naarmate de afstand toeneemt, zodat een beperking van de toegang tot de onmiddellijke omgeving van apparatuur al een goedkope en doeltreffende maatregel kan zijn.

### 8.1 Vereisten van de EMV-richtlijn

De EMV-richtlijn bevat een duidelijke vereiste voor werkgevers om de risico's voor hun werknemers bij blootstelling aan elektromagnetische velden op de werkplek te beoordelen. Als onderdeel van de risicobeoordeling moeten werkgevers EMV op de werkplek identificeren en beoordelen. Dit hoeft evenwel niet gepaard te gaan met berekeningen of metingen, aangezien werkgevers gebruik mogen maken van gegevens over emissies en andere veiligheidsgerelateerde gegevens die producenten of distributeurs verstrekken. Alleen wanneer conformiteit met GWB niet op betrouwbare wijze op een andere manier kan worden aangetoond, moeten werkgevers berekeningen of metingen uitvoeren.

Wanneer producenten gegevens over blootstelling of risicobeoordelingen hebben verstrekt, is dit meestal een eenvoudigere en goedkopere manier om conformiteit aan te tonen. Ook wanneer relevante algemene beoordelingsgegevens van overheidsinstanties, beroepsorganisaties en handelsverenigingen beschikbaar zijn, zullen werkgevers het gemakkelijker vinden deze te gebruiken dan blootstellingsbeoordelingen uit te voeren. Beide opties worden verder besproken in hoofdstuk 7.

### 8.2 Beoordelingen van de werkplek

Wanneer werkgevers beslissen dat er een beoordeling van blootstelling op de werkplek moet worden uitgevoerd, zijn er vaak meerdere opties beschikbaar. De eerste beslissing zal zijn of de blootstelling wordt beoordeeld door berekening of door meting. Beide zijn aanvaardbare manieren om conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen en beide kunnen een aantal verschillende opties bieden die variëren in complexiteit.

Eenvoudige beoordelingsmethoden zijn vaak gebaseerd op veronderstellingen of benaderingen die zullen leiden tot een overschatting van de blootstelling. Meer complexe beoordelingsmethoden zullen dus wellicht leiden tot kleinere afstanden voor conformiteit, maar kosten bijna zeker meer tijd of geld. Het gevolg is dat de uiteindelijke keuze zal worden bepaald door de specifieke omstandigheden van de werkzaamheden en de werkplek. Toch zal voor veel werkgevers een relatief eenvoudige beoordeling perfect geschikt zijn.

Beoordelingen van blootstelling aan EMV zijn vaak complex. Daarom moeten werkgevers die de blootstellingen zelf willen beoordelen rekening houden met de bekwaamheden van degenen die ze uitvoeren. Een beperkt aantal werkgevers beschikt over de nodige kennis en vaardigheden binnen het bedrijf, maar voor de meesten is de verwerving van deze vaardigheden een zware investering.

Voor beoordelingen op basis van metingen is er een bijkomende investering, namelijk de aankoop en de regelmatige ijking van de nodige instrumenten. De personen die de beoordeling uitvoeren, moeten inzicht hebben in de technische prestatie die van de instrumenten is vereist zodat ze zeker zijn dat ze geschikte apparatuur kopen. Ze moeten ook weten hoe ze het instrument „in het veld” moeten gebruiken en wat de valkuilen zijn. Ze moeten inzien dat metingen een „momentopname” zijn die afhankelijk is van de werkingsparameters van de apparatuur op het ogenblik van het onderzoek. Wanneer er maar af en toe beoordelingen worden uitgevoerd, is het voor sommige werkgevers meer kostenefficiënt om instrumenten te huren van een betrouwbare leverancier.

Tot slot is het belangrijk te weten dat de uitvoering van een beoordeling niet gewoon een kwestie is van velden meten. Het is belangrijk de aard van de uitgevoerde werkzaamheden te beoordelen zodat de locaties van werknemers kunnen worden bepaald. Voor frequenties waarbij tijdsmiddeling is toegestaan, is het ook essentieel om de „duty cycle” van apparatuur te registreren en de duur van bezetting van gebieden te ramen.

### 8.3 Bijzondere gevallen

Er zijn een aantal situaties waarbij blootstellingen ongewoon complex kunnen zijn. Een aantal hiervan wordt verder besproken in aanhangsel D, zoals vermeld in tabel 8.1.

**Tabel 8.1 — Meer richtsnoeren in verband met complexe beoordelingen van blootstelling**

Beoordelingsscenario	Aanhangsel
Niet-uniforme blootstelling	D2
Blootstelling aan velden met frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz	D3
Gelijktijdige blootstelling aan componenten van verschillende frequenties	D3
Blootstelling aan niet-sinusoïdale velden	D3
Beoordeling van velden met frequenties van 0-1 Hz	D4

### 8.4 Bijkomende hulp vragen

Wanneer werkgevers niet beschikken over de expertise en, voor metingen, de instrumenten, voor de uitvoering van beoordelingen, is een aanzienlijke investering nodig om deze te ontwikkelen. Voor sommige werkgevers kan dit de moeite zijn, maar voor de meesten is dat niet zo.

Werkgevers die externe hulp zoeken, moeten er rekening mee houden dat ze die van verschillende dienstverleners kunnen krijgen. De volgende soorten organisaties kunnen beschikken over de nodige expertise en instrumenten om te helpen:

- nationale instanties voor gezondheid en veiligheid;
- bepaalde plaatselijke of nationale autoriteiten bieden goedkope beoordelingsdiensten aan werkgevers op hun grondgebied;
- onderzoeksinstanties (zoals universiteiten);
- producenten van meetinstrumenten of hun vertegenwoordigers;
- gespecialiseerde commerciële consultants.

Bij de benadering van een externe dienstverlener wil de werkgever zeker zijn dat hij bekwaam is om de vereiste dienstverlening te verstrekken. Werkgevers moeten bewijzen vragen dat de dienstverlener:

- personeel voorziet dat vertrouwd is en ervaring heeft met de toepassing van relevante GWB en AN, en met eventuele berekeningsmethoden;
- personeel voorziet dat vertrouwd is en ervaring heeft met de vereiste soort beoordeling;
- instrumenten gebruikt die de velden in kwestie kunnen meten, rekening houdend met factoren zoals frequentiecomponenten, pulskenmerken en golfvormen;
- de traceerbaarheid van ijking volgens een gepaste nationale norm kan aantonen;
- de onzekerheid van uitgevoerde metingen kan ramen.

De werkgever is afhankelijk van de externe dienstverlener om gepaste AN of GWB te selecteren en gegevens te genereren die kunnen worden vergeleken. Dienstverleners moeten beschikken over een kwaliteitsborgingssysteem om te verzekeren dat gegevens betrouwbaar zijn. Ze moeten ook een schriftelijk verslag overleggen waarin aan de werkgever wordt uitgelegd wat de beoordeling betekent en dat duidelijke conclusies bevat. Indien gepast moet het verslag ook aanbevelingen voor verdere maatregelen formuleren.



#### **Hoofdboodschap: meting of berekening van blootstelling**

Beoordeling van blootstelling door meting of beoordeling is meestal complex en moet worden vermeden wanneer informatie beschikbaar is van andere bronnen, zoals producenten of databanken. Als het nodig is een beoordeling uit te voeren, moeten werkgevers zorgvuldig overwegen of ze in staat zijn om dit zelf te doen.

Voor veel werkgevers kan het meer kostenefficiënt zijn om externe hulp te vragen, maar in deze gevallen moeten ze zich ervan vergewissen dat de dienstverleners beschikken over de juiste instrumenten, vaardigheden en ervaring om de beoordeling uit te voeren.

---



Sectie 4

# MOET U MEER DOEN?

## 9. BESCHERMINGS- EN PREVENTIEMAATREGELEN

De keuze van gepaste beschermings- of preventiemaatregelen voor een specifieke situatie moet worden gestuurd door het resultaat van de risicobeoordeling. Dit geeft informatie over de wijze waarop gevaarlijke blootstellingen kunnen optreden. Bij de selectie van de maatregelen om risico's onder controle te houden, moet ook rekening worden gehouden met de aard van de uit te voeren werkzaamheden.

Zoals in hoofdstuk 6 besproken, zijn geen verdere maatregelen nodig als kan worden vastgesteld dat actieniveaus (AN) of grenswaarden voor blootstelling (GWB) niet zullen worden overschreden en er geen aanzienlijke risico's van indirecte effecten of voor werknemers met een verhoogd risico zijn.

Voor gebieden waar er een risico op overschrijding van AN of GWB of voor het optreden van indirecte effecten is, moet de werkgever overwegen of het gebied toegankelijk is terwijl de velden zich voordoen. Als toegang tot het gebied al op gepaste wijze is beperkt om andere redenen (bijvoorbeeld hoogspanning) zijn bijkomende maatregelen wellicht niet nodig. Als dit niet het geval is, moet de werkgever meestal bijkomende maatregelen nemen.

Als bijkomende beschermings- of preventiemaatregelen worden ingevoerd, moeten de verwante aspecten van de risicobeoordeling worden herzien om te bepalen of alle risico's nu zijn weggewerkt of tot een minimum beperkt.

Over het algemeen kan de invoering van beschermings- of preventiemaatregelen tijdens het ontwerp en de installatie van werkplekken of apparatuur aanzienlijke voordelen bieden wat veiligheid en werking betreft. Tenuitvoerlegging op een later tijdstip kan aanzienlijke kosten met zich meebrengen.

### 9.1 Preventieprincipes

Wanneer beschermings- of preventiemaatregelen vereist zijn, vermeldt artikel 6 van de kaderrichtlijn preventieprincipes die op alle risico's moeten worden toegepast (zie tabel 9.1)

**Tabel 9.1 — Preventieprincipes vermeld in de kaderrichtlijn**

<b>Preventieprincipes:</b>
Risico's voorkomen
Evalueren van risico's die niet kunnen worden voorkomen
Bestrijding van de risico's bij de bron
Aanpassing van het werk aan de mens, met name voor wat betreft de inrichting van de werkplekken en de keuze van werkuitrusting en werk- en productiemethoden
Rekening houden met de ontwikkeling van de techniek
Vervanging van wat gevaarlijk is door dat wat niet gevaarlijk of minder gevaarlijk is
Planning van de preventie met het oog op een samenhangend geheel dat de volgende aspecten in de preventie integreert: techniek, organisatie van het werk, arbeidsomstandigheden, sociale betrekkingen en omgevingsfactoren op het werk
Voorrang voor maatregelen inzake collectieve bescherming boven maatregelen inzake individuele bescherming
Verstrekken van passende instructies aan de werknemers

## 9.2 Wegwerken van het gevaar

De meest doeltreffende manier om risico's onder controle te houden, is het gevaar volledig weg te werken. Dit kan betekenen dat er wordt overgeschakeld naar een alternatieve procedure die geen sterke EMV opwekt. Zo kan van elektrische-weerstandlassen worden overgestapt op laserlassen. Dit is echter niet altijd mogelijk. Vaak is er geen geschikt alternatief of kunnen de beschikbare alternatieven andere gevaren met zich meebrengen (in het voorbeeld hierboven: de aanwezigheid van een sterke laserstraal) die leiden tot gelijke of grotere risico's voor werknemers.

Het wegwerken van gevaren betekent vaak dat een volledige procedure opnieuw moet worden uitgetekend en aanzienlijk moet worden geïnvesteerd in nieuwe apparatuur. Vaak is dit alleen mogelijk bij de initiële inrichting of bij grondige vernieuwing van apparatuur. Dan moeten alternatieve manieren in overweging worden genomen om dezelfde doelstellingen te bereiken zonder sterke EMV op te wekken.

## 9.3 Vervanging door minder gevaarlijke procedures of apparatuur

Een doeltreffende benadering om de risico's van EMV te beperken, bestaat erin bestaande procedures of apparatuur te vervangen door procedures of apparatuur die minder EMV opwekken. Zo kan de bediener bij dielektrisch lassen van kunststoffen in zijn meest eenvoudige vorm worden blootgesteld aan sterke uitgestraalde radiofrequente EMV en zelfs het risico lopen op brandwonden door aanraking van blootgestelde elektroden. Meestal is het haalbaar apparatuur met afscherming te ontwerpen om de grootte van het uitgestraalde veld te beperken, vaak in combinatie met automatisering om de scheiding tussen de bediener en de elektroden te vergroten.

Hoewel de vervanging in een bestaande fabriek door meer geautomatiseerde en beter afgeschermd apparatuur meestal de efficiëntie van de procedure verbetert, betekent dit aanzienlijke kosten. Deze optie is meestal alleen haalbaar als onderdeel van de normale cyclus van vervanging van apparatuur.



### Hoofdboodschap: maatregelen om risico's te verminderen

Wanneer risico's niet door wegwerking of vervanging kunnen worden verminderd, moeten er bijkomende maatregelen worden ingevoerd. Werkgevers beschikken hiertoe over vele opties en over het algemeen genieten technische en organisatorische maatregelen de voorkeur omdat ze collectieve bescherming bieden. Veel van de maatregelen die kunnen worden gebruikt om risico's van EMV te verminderen, zijn gelijklopend met de maatregelen voor andere gevaren op de werkplek.

## 9.4 Technische maatregelen

Wanneer het haalbaar is technische maatregelen in te voeren, hebben zij het voordeel dat zij collectieve bescherming bieden en het risico bij de bron aanpakken. Bovendien zijn ze meestal betrouwbaarder dan organisatorische maatregelen aangezien ze niet afhankelijk zijn van mensen die actie ondernemen. Een aantal technische maatregelen kan doeltreffend zijn bij de preventie of beperking van toegang tot EMV; deze worden hieronder verder besproken.

### 9.4.1 Afscherming

Afscherming kan een doeltreffende manier zijn om elektromagnetische velden opgewekt door een bron te verminderen; het wordt vaak bij het ontwerp van apparatuur ingevoerd om emissies te beperken. Een goed voorbeeld hiervan is de magnetron. Een maas in het venster is verbonden met de metalen behuizing van de oven en vormt zo een continue afscherming die de emissie van microgolfstraling beperkt. Afschermingen kunnen ook worden aangebracht in kamers om een zwakke elektromagnetische omgeving te creëren, hoewel dit meestal gebeurt om gevoelige elektrische apparatuur te beschermen in plaats van mensen.

In de praktijk bestaan afschermingen van radiofrequentie en laagfrequente elektrische velden uit de insluiting van de bron binnen een geleidend oppervlak (een kooi van Faraday). Deze kooi bestaat meestal uit plaatijzer, of metalen mazen, hoewel ook andere materialen, zoals keramiek, kunststof en glas met een of meerdere metalen coatings, of inwerking van metalen mazen kunnen worden gebruikt. Dit laatste is een goede oplossing voor vensters in situaties waarbij het nodig is de procedure te zien. Wanneer luchtstroom nodig is, bijvoorbeeld voor afkoeling, kan dit worden bereikt met metalen mazen of honingraatmateriaal.

Om doeltreffend te zijn, moet de afscherming effectief continu zijn. Openingen of voegen moeten veel kleiner zijn dan de golflengte (zie aanhangsel A) van het elektromagnetisch veld. Daarom worden panelen die deel uitmaken van een afscherming meestal vastgemaakt door nauw aansluitende schroeven of bouten. Als een paneel moet worden verwijderd, moet het opnieuw worden bevestigd met alle bevestigingen om lekkage tot een minimum te beperken. Deuren en toegangspanelen hebben meestal een contactstrook over de hele omtrek. Naast eventuele openingen en voegen is de doeltreffendheid van afscherming afhankelijk van het materiaal waaruit ze is vervaardigd, de dikte, de vorm van de afscherming en de frequentie van het veld.

Kabels en andere golfgeleiders die worden gebruikt voor de transmissie van radiofrequente velden worden standaard afgeschermd. Dit dient voornamelijk om straling van de radiofrequente energie te voorkomen, die zou leiden tot grote verliezen, maar ook om de grootte van omgevingsvelden te beperken. Een verlies van integriteit van de afscherming kan leiden tot lekkage. Er moet dan ook rekening worden gehouden met mogelijke beschadiging van voegen of bochten.

Afscherming van statische en laagfrequente (minder dan ongeveer 100 kHz) magnetische velden is moeilijker. Een dergelijk veld kan worden afgeschermd met speciale metalen legeringen zoals mu-metaal, maar er zijn veel beperkingen en dit is meestal beperkt tot gespecialiseerde toepassingen.

Een passieve afscherming van magnetische velden is moeilijk. In plaats daarvan wordt vaak actieve afscherming gebruikt, vooral voor statische velden (zie het praktijkvoorbeeld over eenheden voor kernspinresonantie (NMR) in deel 2 van deze gids). Bij actieve afscherming wordt een bijkomende spoel gebruikt, meestal in de vorm van een solenoïde, om een tegengesteld magnetisch veld op te wekken. Neutralisering van beide velden leidt tot een snelle vermindering van magnetische fluxdichtheid weg van de bron.



## 9.4.2 Bescherming met platen

Bescherming met platen kan een goedkope en doeltreffende manier zijn om toegang tot gebieden met sterke velden te beperken. Zoals vermeld in hoofdstuk 3 nemen veldsterktes meestal snel af naarmate de afstand van de bron van het veld toeneemt, zodat het gebruik van bescherming met platen om toegang tot de onmiddellijke nabijheid te beperken vaak een praktische optie is. Met kennis van de veldverdeling kan iedereen die bekwaam is in het ontwerp en de installatie van beschermplaten van machines een doeltreffende oplossing bieden.

Bij de installatie van bescherming met platen in sterke velden moet aandacht worden besteed aan de koppeling van het veld met het beschermingsmateriaal. Het kan dan ook aangewezen zijn niet-metalen materialen te gebruiken, zoals schermen in kunststof in eenheden voor kernspinresonantie (NMR) met sterke statische magnetische velden. Bovendien moet bij de installatie van metalen beschermplaten rekening worden gehouden met vonkontladingen en contactstromen, evenals met gepaste aarding (sectie 9.4.7 en 9.4.8).

Wanneer het niet nodig is toegang te krijgen tot het beperkte gebied bij normale werking, zijn vaste beschermplaten vaak de meest eenvoudige en goedkope oplossing. Deze beschermplaten worden zo vastgemaakt dat ze alleen met gereedschap kunnen worden verwijderd.

Doordat gereedschap vereist is voor verwijdering zijn vaste beschermplaten niet geschikt voor gebieden waar frequente toegang nodig is. In dit geval kan een afneembare beschermplaat een aanvaardbare oplossing zijn. Deze is meestal vergrendeld aan de bron van het veld, hoewel een niet-vergrendelde beschermplaat (figuur 9.1) aanvaardbaar kan zijn wanneer het risico relatief laag is.

**Figuur 9.1 — Voorbeeld van een eenvoudige afneembare beschermplaat om toegang tot een sterk magnetisch veld te beperken. In dit geval is de beschermplaat niet vergrendeld, maar aangevuld met waarschuwingsborden en organisatorische maatregelen**



Wanneer sterke velden alleen toegankelijk zijn via vaste verticale ladders, zoals bij antennes met hoog vermogen op een dak (zie praktijkvoorbeeld in deel 2 van deze gids), kan een beschermplaat voor de ladder een goedkope en doeltreffende manier zijn om toegang te beperken (figuur 9.2).

**Figuur 9.2 — Gebruik van beschermplaat voor ladder om toegang tot sterke velden op een dak te beperken**



### 9.4.3 Onderlinge vergrendelingen

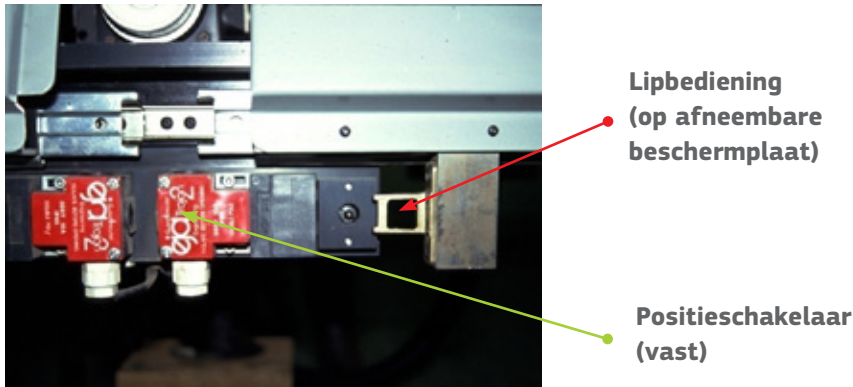
Wanneer afneembare beschermplaten worden gebruikt om toegang tot een sterk veld te beperken, moet de beschermplaat aan de bron van het EMV worden vergrendeld. De voorziening voor onderlinge vergrendeling controleert de positie van de beschermplaat en voorkomt opwekking van EMV telkens wanneer de beschermplaat niet volledig gesloten is.

Er zijn verschillende soorten onderlinge vergrendelingen, elk met hun voor- en nadelen (zie tabel 9.2). De keuze van een gepaste vergrendeling hangt af van de specifieke omstandigheden en moet worden meegedeeld samen met het resultaat van de risicobeoordeling.

**Tabel 9.2 — Voorbeelden van verschillende soorten onderlinge vergrendelingen**

Type	Beschrijving	Voorbeelden
1	Mechanisch bediende schakelaar zonder code	Schakelaar met roterende nok op beschermplaat met scharnier Schakelaar met lineaire nok bediend door rail op glijdende beschermplaat In het scharnier gemonteerde schakelaar
2	Mechanisch bediende schakelaar met code	Positieschakelaar met bediening door lip Ingesloten sleutelsysteem
3	Contactvrije positieschakelaar zonder code	Magnetische schakelaar op basis van inductieve, magnetische, capacitieve, ultrasone of optische detectie
4	Contactvrije positieschakelaar met code	Magnetische schakelaar met gecodeerde magnetische detectie Magnetische schakelaar met RFID-detectie

**Figuur 9.3 — Positieschakelaar met bediening door lip, een voorbeeld van een voorziening voor onderlinge vergrendeling van type 2**



Door de aanwezigheid van sterke elektromagnetische velden moet rekening worden gehouden met het risico op interferentie met de functie van de voorziening voor onderlinge vergrendeling en verwante circuits. Mechanisch aangedreven voorzieningen zijn mogelijk minder vatbaar voor elektromagnetische interferentie.

Onderlinge vergrendelingen moeten beantwoorden aan gepaste Europese normen en moeten zodanig worden geïnstalleerd dat ze alleen met gereedschap kunnen worden verwijderd.

Aangezien bij opening van de beschermplaat het sterke veld meestal onmiddellijk wordt beëindigd, is vergrendeling van de beschermplaat (waarbij de plaat vergrendeld blijft totdat het risico is verdwenen) meestal niet vereist.

#### 9.4.4 Gevoelige beschermingsapparatuur

Wanneer het niet haalbaar is om vaste of afneembare beschermplaten aan te brengen, kan een andere optie het gebruik van gevoelige beschermingsapparatuur zijn. Het gaat dan om lichtgordijnen, scanapparatuur en drukgevoelige matten. De apparatuur kan toegang of aanwezigheid van iemand in een gebied met sterke velden detecteren en kan de werking van apparatuur die elektromagnetische velden opwekt voorkomen.

Gevoelige beschermingsapparatuur gebruikt een reeks detectietechnologieën; de geschiktheid is afhankelijk van elke specifieke situatie. Werkgevers moeten bekwaam advies inwinnen bij de keuze van geschikte systemen. Ze moeten vooral rekening houden met het risico op interferentie van sterke elektromagnetische velden.

#### 9.4.5 Met twee handen te bedienen bedieningstoestel

Een met twee handen te bedienen bedieningstoestel (figuur 9.4) kan worden gebruikt om ervoor te zorgen dat de bediener beide handen nodig heeft om een apparaat in werking te stellen. Dit kan nuttig zijn om ervoor te zorgen dat een bediener in een bepaalde positie staat of dat zijn handen buiten het gebied met een sterk veld blijven. Deze voorziening biedt echter geen bescherming voor andere werknemers.

**Figuur 9.4 — Met twee handen te bedienen bedieningstoestel, gebruikt om de werknemer gescheiden te houden van inductief verwarmingstoestel**



Inductief  
verwarmingstoestel

Met twee handen  
te bedienen  
bedieningstoestel

### 9.4.6 Noodstoppen

Wanneer werknemers toegang kunnen krijgen tot mogelijk gevaarlijke omgevingen, is het essentieel noodstoppen te voorzien. De meeste mensen zijn vertrouwd met de rode, paddenstoelvormige noodstopknoppen. De noodstop moet snel reageren, alle diensten in het gebied stilleggen en elke heropstart voordat een reset is gebeurd voorkomen.

Noodstopknoppen moeten in voldoende aantallen rond het gebied aanwezig zijn, zodat er altijd een binnen handbereik is, en zeker zonder dat eerst door een nog gevaarlijker gebied moet worden gegaan om er een te bereiken. Wanneer grote gebieden moeten worden gedekt, is het vaak handig grijpkabels in plaats van knoppen te installeren.

### 9.4.7 Technische maatregelen om vonkontladingen te voorkomen

Vonkontladingen kunnen voorkomen in sterke elektrische velden wanneer een persoon een geleidend voorwerp aanraakt dat een ander elektrisch potentiaal heeft omdat alleen de persoon of alleen het voorwerp geaard is. Vonkontladingen kunnen worden vermeden door ervoor te zorgen dat dergelijke potentiaalverschillen niet voorkomen. Dit kan met technische maatregelen, zoals de aarding van geleidende voorwerpen en de verbinding van werknemers met geleidende werkvoorwerpen (potentiaalvereffening).

In de praktijk kan het moeilijk zijn deze technische maatregelen op grote schaal in te voeren wegens de moeilijkheid om effectieve aarding of verbinding van beweegbare voorwerpen te verkrijgen. Meestal is het dan ook nodig technische maatregelen te combineren met gepaste organisatorische maatregelen, voornamelijk opleiding van het personeel, en eventueel het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

#### 9.4.8 Technische maatregelen om contactstromen te voorkomen

Wanneer een persoon in contact komt met een geleidend voorwerp in een radiofrequent veld en een van beiden is niet geaard, kan een radiofrequente stroom door de persoon naar de aarde gaan. Dit kan leiden tot een schok of brandwonden. Een aantal maatregelen kan worden genomen om contactstromen te voorkomen. Een beperking van de sterkte van strooivelden zal leiden tot een vermindering van de grootte van de radiofrequente stroom. Bijkomende verbeteringen zijn bijvoorbeeld isolatie en aarding. Tot slot dient te worden opgemerkt dat organisatorische maatregelen, zoals de verwijdering van onnodige geleidende voorwerpen, voornamelijk grote, de kans op contact verkleint.

### 9.5 Organisatorische maatregelen

In sommige gevallen is het niet haalbaar de risico's van EMV te beperken met technische maatregelen. In deze gevallen bestaat de volgende stap erin de mogelijkheid van het gebruik van organisatorische maatregelen te onderzoeken. Deze moeten nog steeds collectieve bescherming bieden, maar aangezien ze meestal afhankelijk zijn van mensen die reageren op informatie, zullen ze maar zo doeltreffend zijn als de handelingen van deze mensen. Toch spelen organisatorische maatregelen een belangrijke rol en kunnen ze in bepaalde omstandigheden de hoofdmaatregel vormen, bijvoorbeeld tijdens inbedrijfstelling en servicing.

De keuze van organisatorische maatregelen is afhankelijk van de aard van het risico en de wijze waarop het werk wordt uitgevoerd. Maatregelen kunnen bijvoorbeeld zijn: de afbakening van gebieden en toegangsbeperking, borden, signalen en labels, de aanwijzing van personen die toezicht houden op gebieden of werkzaamheden, en schriftelijke procedures.

#### 9.5.1 Afbakening en beperking van toegang

In sommige gevallen is het niet haalbaar toegang tot gebieden met sterke velden te beperken met technische maatregelen, zoals beschermplaten. In deze gevallen kan een reeks organisatorische maatregelen worden toegepast om de gebieden af te bakenen en toegang of activiteiten te beperken. Over het algemeen betekent dit waarschuwingsborden en mededelingen om werknemers te waarschuwen voor het risico, vaak in combinatie met markeringen op de vloer om gebieden met sterke velden te identificeren.

**Tabel 9.3 — Voorbeelden van toegangs- of andere beperkingen die vereist kunnen zijn voor gebieden met sterke EMV**

Criteria	Beperkingen
<b>Niet-thermische effecten</b> GWB voor gezondheidseffecten overschreden Hoge AN overschreden AN voor ledematen overschreden	Geen toegang bij aanwezigheid velden
<b>Thermische effecten</b> GWB voor gezondheidseffecten overschreden AN voor blootstelling overschreden AN voor geïnduceerde extremiteitstroom overschreden	Toegangsbeperkingen om tijdsgemiddelde blootstelling te beperken
GWB voor effecten op de zintuigen tijdelijk overschreden Lage AN tijdelijk overschreden	Toegang beperkt tot opgeleide werknemers Andere beperkingen kunnen van toepassing zijn
Risico op rondvliegende voorwerpen in sterke statische magnetische velden	Restricties van ferromagnetische materialen die in het gebied worden gebracht
Risico's voor werknemers met een verhoogd risico	Restricties van toegang tot gebieden met sterke velden Informatie voor toegang tot de site
Risico op vonkontladingen van sterke elektrische velden	Toegang beperkt tot opgeleide werknemers
Risico op contactstromen	Toegang beperkt tot opgeleide werknemers Verbod op onnodige geleidende voorwerpen

In bepaalde gevallen, waar al vloermarkeringen aanwezig zijn om te waarschuwen voor andere gevaren of beperkingen, kan het aanvaardbaar zijn alternatieve manieren toe te passen om gebieden af te bakenen, zoals muurmarkeringen of het aanbrengen van plattegronden met gemarkeerde gebieden.

Wanneer EMV alleen optreden in bepaalde stadia van een cyclus van de apparatuur, kan het nuttig zijn te vermelden wanneer de velden optreden via zichtbare (zoals een lichtsignaal) of hoorbare (zoals een sirene) waarschuwingssignalen.

Wanneer de toegang beperkt is voor bepaalde werknemers, moet er een procedure zijn om deze werknemers formele toegang te verlenen.

In sommige gevallen kan het nodig zijn tijdelijke toegangsbeperkingen in te voeren. Dit kan geschikt zijn voor een tijdelijke installatie, of tijdens de inbedrijfstelling van een permanente installatie, maar voordat vaste beschermplaten worden aangebracht. In deze gevallen is het meestal aanvaardbaar tijdelijke afbakeningen aan te brengen. Deze zijn meestal voorzien van waarschuwingssignalen. Voor kortdurende situaties met hoge risico's kan het ook gepast zijn werknemers aan te duiden die toezicht houden op de grens van het gebied om ervoor te zorgen dat niemand voorbij de afbakeningen komt.

**Figuur 9.5 — Tijdelijke afbakeningen en waarschuwingsborden om toegang tot sterke velden opgewekt door een tijdelijke installatie te beperken**



Wanneer er gevaar voor ontbranding van ontvlambare atmosferen of inwerkingstelling van elektrische ontstekingen is, wordt meestal het gebied afgebakend waar het primaire gevaar (ontvlambare atmosfeer of elektrische ontsteking) zich bevindt en worden vervolgens restricties aangebracht op alle bronnen van ontbranding of inwerkingstelling, met inbegrip van EMV, in dat gebied.

### 9.5.2 Veiligheidsborden en mededelingen

Deze vormen een belangrijk onderdeel van elk systeem van organisatorische maatregelen. Veiligheidsborden en mededelingen zijn alleen doeltreffend als ze duidelijk en ondubbelzinnig zijn. Ze moeten op ooghoogte worden aangebracht voor maximale zichtbaarheid. De aard van het gevaar moet duidelijk zijn aangegeven. Voorbeelden van pictogrammen die relevant zijn voor EMV zijn terug te vinden in figuren 9.6-9.8, samen met hun erkende betekenis. Over het algemeen is het gepast een bijkomende mededeling in tekstvorm toe te voegen om het begrip te vergroten. Dit is vooral relevant bij verplichte borden betreffende het dragen van isolerende of geleidende schoenen of handschoenen.

**Figuur 9.6 — Standaardwaarschuwingsborden die vaak worden aangebracht in verband met EMV**



**Waarschuwing: magnetisch veld**



**Waarschuwing: niet-ioniserende straling**

**Figuur 9.7 — Standaardverbodsborden die vaak worden aangebracht in verband met EMV**



**Geen toegang voor mensen met pacemakers of defibrillatoren**



**Geen toegang voor mensen met metalen implantaten**

**Figuur 9.8 — Standaardverplichtingsborden die kunnen worden aangebracht in verband met EMV**



**Veiligheidsschoenen verplicht**



**Beschermende handschoenen verplicht**



**Oogbescherming verplicht**



**Algemeen bord voor verplichte handeling**



Als elektromagnetische velden slechts met tussenpozen aanwezig zijn, moeten de waarschuwingsborden alleen worden weergegeven wanneer het veld actief is; anders bestaat de kans dat ze worden genegeerd. Dit kan in de praktijk door het bord om te draaien (op een haak of sokkel met gleuf) naar een blanco bord wanneer het gevaar is geweken.

Op elk apparaat dat EMV opwekt, worden meestal waarschuwingsetiketten met hetzelfde pictogram aangebracht.

### 9.5.3 Schriftelijke procedures

Wanneer het nodig is te vertrouwen op organisatorische maatregelen om risico's van EMV te beheersen, moeten zij worden gedocumenteerd in de risicobeoordeling zodat iedereen duidelijk weet wat er is vereist. Dit moet de volgende aspecten omvatten:

- beschrijvingen van gebieden met specifieke beperkingen op toegang of activiteiten;
- details over voorwaarden voor toegang tot een gebied of uitvoering van een bepaalde activiteit;
- specifieke opleidingsvereisten voor werknemers (zoals opleiding die vereist is om tijdelijk het lage AN te overschrijden);
- namen van de personen die de gebieden mogen betreden;
- namen van personeel dat verantwoordelijk is voor toezicht op de werkzaamheden of handhaving van toegangsbeperkingen;
- identificatie van groepen die specifiek van gebieden zijn uitgesloten, zoals werknemers met een verhoogd risico;
- details van noodmaatregelen indien nodig.

Kopieën van schriftelijke procedures moeten beschikbaar zijn voor raadpleging in de gebieden waar ze van toepassing zijn en ze moeten worden uitgereikt aan iedereen op wie ze van toepassing kunnen zijn.

### 9.5.4 Informatie over veiligheid op de site

Het is de gewoonte veiligheidsinformatie of een veiligheidsbriefing te verstrekken aan de personen die een site voor het eerst betreden. Als de site geïdentificeerde gebieden omvat waar toegang of specifieke activiteiten beperkt zijn, moet dit worden uitgelegd in de informatie over veiligheid op de site.

**Figuur 9.9 — Informatie over veiligheid op de site voor bezoekers moet uitleg bevatten over restricties van toegang tot gebieden en in het bijzonder over risico's voor werknemers met een verhoogd risico**



Dit is vooral belangrijk als er gebieden zijn waar er risico's kunnen zijn voor werknemers met een verhoogd risico. De erkende groepen „met een verhoogd risico” moet worden geïdentificeerd en iedereen die tot deze groepen behoort, moet worden aangemoedigd dit aan zijn/haar gastheer/gastvrouw te melden. De informatie moet een waarschuwing bevatten voor mensen die tot deze groepen behoren om te letten op bijkomende waarschuwingsborden.

### 9.5.5 Toezicht en beheer

De EMV-veiligheid moet worden beheerd via dezelfde structuur voor gezondheids- en veiligheidsbeheer als andere potentieel gevaarlijke activiteiten. De details van de organisatorische regelingen kunnen variëren volgens de grootte en de structuur van de organisatie.

Wanneer velden zo sterk zijn dat er specifiek beheer nodig is, is het meestal gepast een vertrouwd personeelslid aan te duiden dat toezicht houdt op de dagelijkse aspecten van EMV-veiligheid op de werkplek.

### 9.5.6 Instructies en opleiding

Artikel 6 van de EMV-richtlijn handelt voornamelijk over de verstrekking van voorlichting en opleiding aan werknemers die waarschijnlijk aan risico's in verband met EMV op het werk zullen worden blootgesteld. De vereiste inhoud van deze opleiding is terug te vinden in tabel 9.4.

Het niveau van verstrekte voorlichting of opleiding moet in verhouding zijn tot de risico's van EMF op de werkplek. Wanneer bij de initiële beoordeling (zie hoofdstuk 3) is gebleken dat toegankelijke velden zo laag zijn dat er geen specifieke maatregelen vereist zijn, moet het volstaan te verzekeren dat dit het geval is. Maar zelfs in dit geval is het belangrijk werknemers of hun verantwoordelijken te wijzen op de mogelijkheid dat sommige werknemers een verhoogd risico lopen. Elke werknemer die tot een van de groepen „met een verhoogd risico” behoort, moet worden aangemoedigd om zich bij het management bekend te maken.

**Tabel 9.4 — Inhoud van voorlichting en opleiding zoals vermeld in de EMV-richtlijn**

Maatregelen die tot toepassing van de EMV-richtlijn zijn genomen
De waarden en concepten van de GWB en AN, de daarmee verbonden mogelijke risico's en de getroffen preventieve maatregelen
De mogelijke indirecte gevolgen van blootstelling
De resultaten van de overeenkomstig artikel 4 van de EMV-richtlijn verrichte beoordeling, meting of berekening van de mate van blootstelling aan elektromagnetische velden
De wijze waarop schadelijke gezondheidseffecten van de blootstelling kunnen worden opgespoord en gemeld
Het mogelijk optreden van voorbijgaande symptomen en gewaarwordingen die verband houden met effecten in het centrale en het perifere zenuwstelsel
De omstandigheden waarin werknemers recht hebben op gezondheidstoezicht
Veilige werkmethoden om de risico's als gevolg van blootstelling tot een minimum te beperken
Werknemers met een verhoogd risico

Als het nodig was specifieke technische of organisatorische maatregelen in verband met EMV te nemen, is het meestal gepast een zekere vorm van formele opleiding te geven. Wanneer risico's volledig zijn weggewerkt of tot een minimum beperkt met technische maatregelen, is het voldoende dit mee te delen tijdens een veiligheidsbriefing of „toolbox-gesprek”. Dit moet werknemers wijzen op de risico's en de technische maatregelen die voor hun bescherming werden ingevoerd verklaren. De opleiding moet de nadruk leggen op het belang van melding van zichtbare fouten of gebreken in de beschermingsmaatregelen, zodat ze kunnen worden weggewerkt.

Wanneer het beheer van risico's van EMV steunt op een aanzienlijk deel organisatorische maatregelen of het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, zal de opleiding meestal formeler en gedetailleerder zijn.

Bij de bepaling van de vereiste diepte, breedte en duur van de opleiding moet de werkgever rekening houden met de kwesties in tabel 9.5. Het is belangrijk dat elke opleiding EMV-risico's in perspectief plaatst met andere risico's op de werkplek.

**Tabel 9.5 — Te bekijken punten bij de beslissing van het vereiste opleidingsniveau**

Resultaat van de risicobeoordelingen
Huidige deskundigheid van personeel en hun bewustzijn van de risico's van EMV
Mate van betrokkenheid van werknemers bij het beheer van risico's van EMV
De aard van de werkomgeving en of ze stabiel is of regelmatig wijzigt
Of de opleiding voor nieuwe werknemers is of een bijscholingscursus voor bestaande personeelsleden

Als er risico's zijn voor vonkontladingen of contactstromen, moet de opleiding deze risico's specifiek identificeren. Ze moet ook verklaren welke maatregelen er zijn genomen om de risico's te verminderen, vooral wanneer hiervoor handelingen door werknemers vereist zijn.

De verstrekking van opleiding moet worden gedocumenteerd.

### 9.5.7 Ontwerp en indeling van de werkplek en de arbeidsplaats

Risico's van EMV kunnen vaak met weinig of geen kosten tot een minimum worden beperkt door hieraan aandacht te besteden bij de indeling van de werkplek in het algemeen en de individuele arbeidsplaatsen in het bijzonder.

Zo kan apparatuur die sterke velden opwekt vaak zo worden geplaatst dat ze verwijderd is van doorgangen en andere drukke gebieden. In elk geval moet ervoor worden gezorgd dat apparatuur zo is opgesteld dat de toegang op gepaste wijze kan worden beperkt wanneer conformiteit met de GWB niet kan worden verzekerd.

Apparatuur die sterke velden opwekt, moet zo zijn opgesteld dat werknemers met een verhoogd risico niet door velden moeten gaan die hen in gevaar kunnen brengen. Dergelijke velden mogen zich dus nooit uitstrekken in doorgangen en ook niet in andere gebieden, tenzij het aanvaardbaar is dergelijke werknemers uit deze gebieden uit te sluiten.

Bij de beslissing over de indeling van hun werkplekken moeten werkgevers er rekening mee houden dat magnetische velden meestal niet worden verzwakt door scheidingsmuren; ze moeten dan ook rekening houden met toegang tot aangrenzende gebieden. Dit wordt geïllustreerd voor apparatuur voor magnetische inspectie die wordt gebruikt in het praktijkvoorbeeld van de ingenieurswerkplaats in deel 2 van deze gids.

De indeling van arbeidsplaatsen is vaak ook belangrijk. In het voorbeeld in figuur 9.10 is het veld bij de bediener vóór de puntlasmachine zwakker dan het veld naast de machine. Het is dan ook belangrijk in dergelijke situaties de arbeidsplaats zo te organiseren dat de bediener zit of staat waar dit wordt verwacht (figuur 9.10) en ook rekening te houden met de positie van werknemers die andere taken uitvoeren.

**Figuur 9.10 — Illustraties van goede praktijken en slechte praktijken bij de indeling van de arbeidsplaats voor een puntlasmachine en rekening houdend met de positie van de bediener**



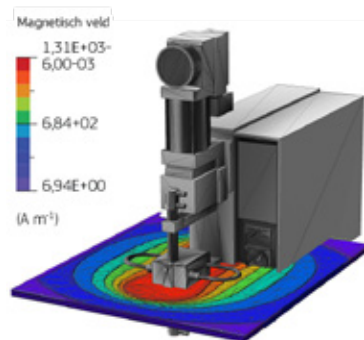
**Goede praktijk:**

Het veld is sterker naast de puntlasmachine dan vóór de machine. In deze indeling staat de werknemer vóór de puntlasmachine om de las uit te voeren. Blootstelling van de werknemer wordt consequent laag gehouden.



**Slechte praktijk:**

In deze indeling moet de werknemer naast de puntlasmachine staan om de las uit te voeren. Het resultaat is dat de blootstelling van de werknemer hoger zal zijn.



De grafiek geeft weer hoe de omtrekken van het magnetisch veld ruimer zijn naast de puntlasmachine.

### 9.5.8 Aannemen van goede werkmethoden

Het is voor werknemers vaak mogelijk de opwekking van sterke velden tot een minimum te beperken of hun blootstelling te verminderen door eenvoudige wijzigingen in hun werkmethoden aan te brengen. Wanneer de toevoer- en terugkeerstromen bijvoorbeeld door afzonderlijke geleiders gaan, moeten ze zo dicht mogelijk bij elkaar worden gelegd. Dit zorgt meestal voor een aanzienlijke vermindering van het veld dat wordt opgewekt, want tegengestelde stromen neutraliseren elkaars veld.

Werknemers moeten ervoor zorgen dat ze kabels, waar mogelijk, niet te dicht bij hun lichaam houden, vooral wanneer er afzonderlijke toevoer- en terugkeerkabels zijn.

De illustraties in figuur 9.11 tonen voorbeelden van goede en slechte praktijken bij lassen. Laskabels zijn zwaar en hebben de neiging de bewegingen van het laspistool te beperken. Lassers ondersteunen de kabel dan ook vaak op hun schouder of leggen hem zelfs rond hun nek. Hierdoor komt de bron van het sterke veld onvermijdelijk dicht bij de hersenen en het ruggenmerg. Een andere wijze van ondersteuning van de kabel vermindert niet alleen de blootstelling, maar is ook ergonomisch beter.

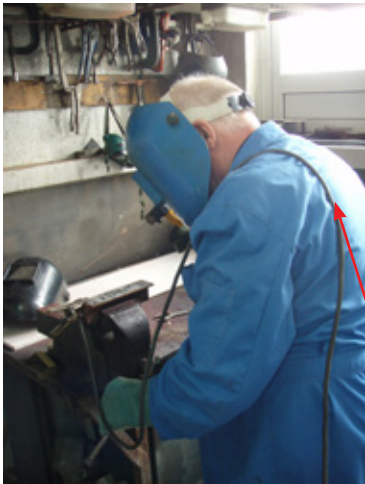
**Figuur 9.11 — Voorbeelden van goede en slechte praktijken bij het leiden van een booglaskabel**



**Goede praktijk:**

De kabel wordt weggeleid van het lichaam van de werknemer zodat blootstelling aan het veld laag wordt gehouden.

Toevoer- en terugkeerkabels worden in de mate van het mogelijke samengehouden zodat de neutralisering de grootte van de velden in de werkomgeving vermindert.



**Slechte praktijk:**

In dit voorbeeld ondersteunt de werknemer het gewicht van de laskabel over de schouder. Hierdoor komt de kabel echter dicht bij het hoofd en het lichaam, waardoor de blootstelling toeneemt.

**Kabel over schouder gelegd**



**Slechte praktijk:**

In dit voorbeeld ondersteunt de werknemer het gewicht van de laskabel over de schouders zodat hij een lus vormt. Hierdoor komt de kabel echter dicht bij het hoofd en het lichaam, waardoor de blootstelling toeneemt.

**Kabel in een lus rond de nek**

Bij magnetische inspectie is het ook gebruikelijk de taak uit te voeren door een demagnetisatiecyclus te laten draaien, die meestal een sterker initieel veld vormt dan de inspectiecyclus. In tegenstelling tot de inspectiecyclus hoeft de inspecteur in dit geval echter niet dicht bij het werkstuk te staan tijdens de demagnetisatie, en het zou een goede praktijk zijn als hij in dit stadium van de procedure verder weg ging staan.

In sommige gevallen wordt demagnetisatie uitgevoerd met een demagnetisatiespoel (zie het praktijkvoorbeeld van de ingenieurswerkplaats in deel 2 van deze gids). Dergelijke spoelen zijn meestal voorzien van een rail en een wagentje om het werkstuk op te zetten. Door duwstokken te gebruiken om het werkstuk en het wagentje door het spoel te duwen, kan de blootstelling van de bediener tot een minimum worden beperkt.

### 9.5.9 Preventieve onderhoudsprogramma's

Apparatuur die EMV opwekt, moet regelmatig preventief worden onderhouden en waar nodig geïnspecteerd om te verzekeren dat ze efficiënt blijft werken. Gepast onderhoud is een vereiste van de Arbeidsmiddelenrichtlijn (zie aanhangsel G) en dient om een toename van emissies door beschadiging van de apparatuur tot een minimum te beperken.

Technische maatregelen om emissies te beperken of toegang tot sterke velden te beperken, moeten ook voortdurend worden onderhouden, geïnspecteerd en getest om zeker te zijn dat ze volledig doeltreffend blijven.

De frequentie van deze onderhouds- en inspectieactiviteiten is afhankelijk van de aard van de apparatuur, de wijze waarop ze wordt gebruikt en de omgeving waarin ze zich bevindt. Meestal raden producenten van apparatuur gepaste intervallen voor onderhoud aan; dit is in de meeste gevallen een goede richtlijn. Bijzonder lastige omgevingen of zwaar gebruik van apparatuur kunnen beschadiging evenwel versnellen; in deze gevallen wordt meestal frequenter onderhoud en inspectie opgelegd.

### 9.5.10 Restrictie van beweging in statische magnetische velden

Beweging in sterke statische magnetische velden kan leiden tot de inductie van laagfrequente elektrische velden in het lichaam die een reeks effecten kunnen veroorzaken. Deze effecten kunnen tot een minimum worden beperkt door de omvang en snelheid van beweging door de velden te beperken. Dit is vooral belangrijk voor beweging van delen van het lichaam, zoals draaiing van het hoofd. Met opleiding en/of praktijkervaring kunnen werknemers leren hun bewegingen te beperken en de effecten tot een minimum te beperken.

### 9.5.11 Coördinatie en samenwerking tussen werkgevers

Wanneer werknemers van meer dan één werkgever op dezelfde site moeten werken, moeten zij informatie uitwisselen zodat alle werknemers naar behoren zijn beschermd. Dit is meestal het geval bij installatie, inbedrijfstelling en servicing van apparatuur, maar kan ook in andere situaties voorkomen. Zo besteden werkgevers veel ondersteuningsfuncties uit, zoals schoonmaak, faciliteitenbeheer, magazijnbeheer en logistiek, gezondheid op het werk en IT-diensten.

In verband met EMV moet deze informatie-uitwisseling details bevatten van eventueel noodzakelijke beperkingen met betrekking tot toegang tot of activiteiten in een bijzonder gebied en risico's voor werknemers met een verhoogd risico. Dergelijke beperkingen moeten worden overeengekomen tussen werkgevers en alle werkgevers moeten ervoor zorgen dat hun werknemers ze naleven.

## 9.6 Persoonlijke beschermingsmiddelen

De preventieprincipes van de kaderrichtlijn (zie tabel 9.1) maken duidelijk dat collectieve bescherming altijd voorrang heeft op persoonlijke beschermingsmiddelen. Soms is het evenwel niet haalbaar om technische of organisatorische maatregelen te nemen die geschikte collectieve bescherming bieden. In deze gevallen kan het nodig zijn gebruik te maken van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Zoals hierboven vermeld in de sectie over technische maatregelen is het relatief eenvoudig om elektrische velden af te schermen, maar is het moeilijk om doeltreffende bescherming tegen magnetische velden te bereiken. Het is dan ook niet algemeen gebruikelijk om persoonlijke bescherming tegen magnetische velden te bieden. De efficiëntie van persoonlijke bescherming hangt af van de frequentie van het veld, zodat beschermende apparatuur die geschikt is voor een bepaalde frequentie waarschijnlijk niet geschikt zal zijn voor andere frequenties.

De keuze van een geschikte uitrusting hangt af van de specifieke situatie en de aard van het te voorkomen risico. In verschillende situaties zijn isolerende of geleidende schoenen, laarzen of handschoenen al voldoende om de risico's te verminderen. Wanneer isolerende schoenen vereist zijn, is het meestal gepast stevige werklaarzen of schoenen met dikke rubberzolen te voorzien. Als een beoordeling aantoont dat deze niet geschikt zijn, kan het nodig zijn meer gespecialiseerde veiligheidsuitrusting te gebruiken.

Oogbescherming kan worden gebruikt om de ogen te beschermen tegen hoogfrequente velden. In sommige gevallen kan het gebruik van volledige beschermingspakken nodig zijn, maar het moet worden opgemerkt dat zij nieuwe risico's met zich kunnen meebrengen doordat ze de bewegingen of het warmteverlies van de drager beperken.

Persoonlijke beschermingsmiddelen moeten naar behoren worden onderhouden en regelmatig geïnspecteerd om ervoor te zorgen dat ze geschikt blijven voor gebruik.

Er moet worden nagegaan of persoonlijke beschermingsmiddelen die voor andere risico's worden gedragen verenigbaar zijn met de aanwezigheid van sterke EMV. Zo kan het gebruik van veiligheidsschoenen met stalen tippen ongeschikt zijn in een omgeving met sterke statische magnetische velden, terwijl laagfrequente magnetische velden, als ze sterk genoeg zijn, het stalen inzetstuk kunnen opwarmen. Sommige beschermingspakken bevatten elektronische componenten die onderhevig kunnen zijn aan interferentie in sterke velden. Soortgelijke problemen kunnen optreden met actieve gehoorbescherming.

## 10. VOORBEREIDING OP NOODSITUATIES

Wanneer werkgevers apparatuur gebruiken of activiteiten uitoefenen die aanleiding kunnen geven tot een schadelijk incident, moeten ze noodplannen invoeren om de gevolgen hiervan op te vangen. In deze context omvatten schadelijke incidenten situaties waarin iemand gewond raakt of ziek wordt, en bijna-ongevallen of ongewenste omstandigheden. Schadelijke incidenten kunnen situaties zijn waarbij een grenswaarde voor blootstelling (GW) werd overschreden maar waarbij niemand gewond raakte (en er geen van toepassing zijnde afwijking is). Een voorbeeld is een antennemonteur die onwetend in de uitsluitingszone van een hoogvermogenzender komt voordat de stroom is uitgeschakeld.

Schadelijke incidenten kunnen ook voortvloeien uit indirecte effecten, zoals interferentie met een geïmplantemd medisch hulpmiddel of ontbranding van een ontvlambare atmosfeer. Een ander voorbeeld is het aantrekken van een ferromagnetisch voorwerp in de magneetkern van een NMR-eenheid door het sterke statische magnetische veld (het zogenoemde „projectiel-effect”).

**Tabel 10.1 — Te behandelen scenario's in noodplannen**

In de noodplannen moeten maatregelen en verantwoordelijkheden worden behandeld in geval van:
Werkelijke blootstelling van werknemers boven een GWB (geen afwijking van toepassing)
Werkelijk schadelijk incident dat voortvloeit uit een indirect effect
Verwachte blootstelling van werknemer boven een GWB
Bijna-ongeval of ongewenst gevolg voortvloeiend uit een indirect effect

### 10.1 Voorbereiding van plannen

De risicobeoordeling die overeenkomstig artikel 4 van de EMV-richtlijn is voorbereid, moet de werkgever in staat stellen redelijkerwijze voorzienbare schadelijke incidenten te identificeren (zie hoofdstuk 5 van deze gids). Zodra de werkgever de aard van deze mogelijk schadelijke incidenten heeft geïdentificeerd en begrepen, kunnen plannen worden opgesteld om met de gevolgen om te gaan. In sommige gevallen verstrekken producenten in hun documentatie noodprocedures en deze hebben voorrang.

De meeste werkgevers hebben al noodplannen, en vaak kunnen potentiële schadelijke incidenten die voortvloeien uit EMV met deze bestaande maatregelen worden gedekt. Noodplannen kunnen maatregelen omvatten om eerste hulp toe te dienen en vervolgens een medisch onderzoek uit te voeren (zie hoofdstuk 11 van deze gids). In elk geval hangt het niveau van detail en de complexiteit van de plannen af van het risico. Over het algemeen is het een goede praktijk om noodplannen te oefenen om gebreken te identificeren en ze regelmatig op te frissen.

### 10.2 Reageren op schadelijke incidenten

De reactie op schadelijke incidenten is onvermijdelijk dynamisch en geïnspireerd door de aard en de ernst ervan. Figuur 10.1 illustreert een typische opeenvolging van evenementen als reactie op een incident. Niet alle maatregelen zijn geschikt voor elk schadelijk incident.



Het verslag van het initiële schadelijke incident moet zo veel mogelijk informatie bevatten om te helpen bij het latere onderzoek. Het verslag moet het volgende bevatten:

- een beschrijving van de aard van het schadelijke incident;
- hoe het incident is gebeurd;
- details van alle betrokken personeel en hun locaties toen het incident zich voordeed;
- details van opgelopen verwondingen;
- kenmerken van betrokken EMV-bron;
  - frequentie,
  - vermogen,
  - bedrijfsstromen en -spanningen,
  - „duty cycle” (indien gepast).

**Figuur 10.1 — Opeenvolging van evenementen als reactie op een incident**



Meer informatie over omgaan met toevallige blootstelling aan RF-velden is terug te vinden in het verslag van het Finse Instituut voor Gezondheid op het Werk (Alanko et al., 2014). Dit verslag bevat sjablonen voor een initieel incidentenverslag en een technisch verslag in het aanhangsel.

# 11. RISICO'S, SYMPTOMEN EN GEZONDHEIDSTOEZICHT

Artikel 8 van de EMV-richtlijn houdt verband met gezondheidstoezicht van werknemers, dat de vereisten van artikel 14 van de kaderrichtlijn moet volgen. De maatregelen voor gezondheidstoezicht met betrekking tot elektromagnetische velden zullen waarschijnlijk worden aangepast op basis van de systemen die lidstaten al hebben ingevoerd. De verstrekking en beschikbaarheid van gezondheidsdocumentatie moet in overeenstemming zijn met de nationale wetgeving en praktijk.

## 11.1 Risico's en symptomen

De effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden zijn samengevat in hoofdstuk 2 met bijkomende details over gezondheidseffecten beschreven in aanhangsel B. Blootstellingen boven de grenswaarden voor blootstelling (GWB) kunnen leiden tot effecten op de zenuwweefsels en spieren bij laagfrequente velden, of opwarming bij hoogfrequente velden. Het aanraken van metalen voorwerpen kan schokken en brandwonden veroorzaken in beide frequentiegebieden. Over het algemeen zullen velden of blootstellingen die ver boven de actieniveaus (AN) of GWB liggen, fysieke verwondingen veroorzaken. De AN en GWB hebben een veiligheidsmarge, zodat één enkele, korte blootstelling net boven de limiet niet noodzakelijk schadelijke gevolgen heeft.

### 11.1.1 Statische magnetische velden (0 tot 1 Hz) <sup>(1)</sup>

Statische magnetische velden bij fluxdichtheden boven 0,5 mT kunnen interferentie veroorzaken met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen, zoals pacemakers en defibrillators, of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, zoals insuline-infusiepompen. Dergelijke interferentie kan zeer ernstige gevolgen hebben.

Blootstelling aan statische magnetische velden ver boven de GWB voor gezondheidseffecten kan leiden tot wijzigingen in de bloeddoorstroming in ledematen en/of hartslag. Deze effecten zijn momenteel onvoldoende gekend en vormen mogelijk geen gezondheidsrisico.

Aanwezigheid of beweging in sterke statische magnetische velden kunnen duizeligheid, misselijkheid en andere effecten op de zintuigen veroorzaken. Er kunnen ook minder zichtbare wijzigingen zijn in aandacht, concentratie of andere intellectuele functies, die een schadelijke invloed kunnen hebben op de werkprestatie en de veiligheid. Stimulatie van zenuwen en onwillekeurige spiersamentrekkingen kunnen optreden bij snelle bewegingen bij blootstelling van het hele lichaam van waarden boven 8 T of in situaties waarbij de fluxdichtheid snel wijzigt. Deze effecten zijn omkeerbaar, zodat de symptomen wellicht niet blijven duren nadat de blootstelling is gestopt.

<sup>(1)</sup> Wetenschappelijk gezien hebben statische magnetische velden een frequentie van 0 Hz, maar voor de EMV-richtlijn werden ze gedefinieerd met een frequentie van 0-1 Hz.

### 11.1.2 Laagfrequente magnetische velden (1 Hz tot 10 MHz)

Blootstelling aan laagfrequente velden onder het lage actieniveau (AN) kan leiden tot interferentie met de normale werking van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen. Elke slechte werking kan ernstige gevolgen hebben. De aanwezigheid van passieve metalen implantaten kan leiden tot plaatselijke regio's van sterkere elektrische velden in het lichaam, terwijl het implantaat zelf inductief kan worden opgewarmd, met gevaar voor brandwonden.

Het eerste teken van overmatige blootstelling van andere werknemers kan optreden wanneer de werknemer meldt dat hij vage, flikkerende beelden ziet (fosfenen), wat verwarrend of hinderlijk kan zijn. De piekgevoeligheid treedt evenwel op bij 16 Hz en er zijn zeer grote veldsterktes vereist om fosfenen bij andere frequenties op te wekken, die ver boven de niveaus liggen waarmee werknemers meestal worden geconfronteerd. Bovendien kunnen werknemers zich misselijk of duizelig voelen en kunnen er subtiele wijzigingen optreden in redeneervermogen, probleemoplossend denken en besluitvorming tijdens de blootstelling, wat leidt tot schadelijke effecten op de werkprestatie en de veiligheid. Wat de blootstelling aan statische magnetische velden betreft: deze effecten zijn omkeerbaar en zullen wellicht niet blijven bestaan nadat de blootstelling is gestopt.

Zenuwstimulatie kan voorkomen, wat leidt tot tintelende gewaarwordingen of pijn, terwijl ongecontroleerde krampen of andere spiersamentrekkingen ook kunnen voorkomen; in zeer sterke externe velden kan dit zelfs leiden tot effecten op het hart (aritmie). In de praktijk treden deze effecten alleen op bij veldsterktes die veel hoger zijn dan deze die meestal op werkplekken voorkomen.

Bovendien komen opwarmingseffecten voor bij blootstellingen naar het bovenste uiteinde van dit frequentiegebied (zie sectie 11.1.4).

### 11.1.3 Laagfrequente elektrische velden (1 Hz tot 10 MHz)

Laagfrequente elektrische velden produceren soortgelijke effecten op zenuwweefsel en spieren als magnetische velden. De eerste indicaties van sterke elektrische velden zijn evenwel meestal het rechtop komen of trillen van kleine lichaamshaartjes en werknemers die schokken krijgen bij aanraking van niet-geaarde geleidende voorwerpen in het veld. Het trillen van haartjes kan verwarrend en hinderlijk zijn, en elektrische schokken kunnen irriterend, onaangenaam of pijnlijk zijn, afhankelijk van de intensiteit van het veld. Het aanraken van voorwerpen in sterke velden kan ook brandwonden veroorzaken.

### 11.1.4 Hoogfrequente velden (100 kHz tot 300 GHz)

Blootstelling aan hoogfrequente velden onder het relevante actieniveau (AN) kan leiden tot interferentie met de normale werking van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen. Elke slechte werking kan ernstige gevolgen hebben. Passieve medische implantaten in metaal kunnen optreden als absorberende antennes, wat leidt tot plaatselijke toenames van blootstelling aan RF van weefsels en mogelijke verwonding.

De eerste indicatie van blootstelling aan hoogfrequente velden kan het gevoel van warmte zijn wanneer de werknemer of delen van zijn lichaam door het veld wordt of worden opgewarmd. Dit is evenwel niet altijd het geval en een warm gevoel is geen betrouwbaar waarschuwingssignaal. Gepulste velden tussen 300 kHz en 6 GHz zijn ook „hoorbaar”: blootgestelde werknemers horen dan klikkende, zoemende of sissende geluiden.

Langdurige blootstelling van het hele lichaam kan leiden tot een toename van de lichaamstemperatuur. Een temperatuurstijging van slechts enkele graden kan leiden tot mentale verwardheid, vermoeidheid, hoofdpijn en andere symptomen van warmtestress. Een hoge fysieke werkbelasting of werken in warme en vochtige omstandigheden verhoogt de mogelijkheid dat deze effecten zich voordoen. De ernst van de symptomen hangt ook af van de fysieke toestand van de werknemer, of hij al dan niet gedehydrateerd is, en van de kleding die hij draagt.

Gedeeltelijke blootstelling van het lichaam kan leiden tot plaatselijke opwarming of „hot spots” in spieren of interne organen en tot oppervlakkige brandwonden die onmiddellijk bij blootstelling optreden. Ernstige interne verwondingen zijn mogelijk zonder zichtbare brandwonden op de huid. Sterke, plaatselijk te grote blootstelling kan schade veroorzaken aan spieren en omliggende weefsels in blootgestelde ledematen (mediaal compartimentsyndroom), die onmiddellijk of ten hoogste binnen enkele dagen optreedt. Algemeen gesteld kunnen de meeste weefsels kortstondige temperatuurstijgingen zonder schade verdragen, maar een temperatuur van 41 °C gedurende langer dan 30 minuten veroorzaakt schade.

Een tijdelijke daling van de spermaconcentratie is mogelijk bij blootstellingen die aanzienlijke opwarming van de teelballen veroorzaken, en opwarming kan het risico op miskraam vroeg in de zwangerschap verhogen.

Van het oog is bekend dat het gevoelig is voor warmte, en een zeer hoge blootstelling ver boven de GWB kan leiden tot verbranding van de harde oogrok, de iris of het bindvlies. Symptomen zijn onder meer roodheid, pijn in de ogen, gevoeligheid voor licht en vernauwing van de pupillen. Staar (vertroebeling van de lens) is zeldzaam maar een mogelijk verlaat effect van blootstelling, en het kan weken of maanden na de blootstelling optreden. Er zijn geen meldingen van effecten die jaren na blootstelling optreden.

Voor velden met hogere frequentie (rond 6 GHz en hoger) wordt energieabsorptie steeds oppervlakkiger. Deze velden worden geabsorbeerd door het hoornvlies van het oog, maar blootstellingen ver boven de GWB veroorzaken brandwonden. De huid zal deze hoogfrequente velden ook absorberen en bij voldoende hoge blootstellingen kan dit leiden tot pijn en brandwonden.

Werknemers kunnen elektrische schokken of contactbrandwonden krijgen bij aanraking van werkende antennes of van contact met grote metalen, niet-geaarde voorwerpen, zoals auto's, in het veld. Soortgelijke effecten kunnen optreden wanneer een niet-geaarde werknemer een geaard metalen voorwerp aanraakt. Deze brandwonden kunnen oppervlakkig zijn of diep in het lichaam doordringen. Metalen implantaten, zoals tandvullingen en lichaamspiercings (evenals juwelen en sommige pigmenten voor tatoeages), kunnen het veld concentreren, wat leidt tot plaatselijke opwarming en brandwonden. Hoge blootstelling van de hand kan ook leiden tot zenuwschade.

Meldingen van werknemers die een te hoge blootstelling hebben ondergaan, kunnen erop wijzen dat er ook andere symptomen zijn, zoals hoofdpijn, darmproblemen, lethargie en langdurige gevoelens van „speldenprikken” in de blootgestelde weefsels.

Stressreacties kunnen mogelijk in verband worden gebracht met werkelijke of veronderstelde te hoge blootstelling.

**Tabel 11.1 — Effecten en symptomen die met blootstelling boven GWB voor gezondheidseffecten in verband worden gebracht**

Veld	Frequentie	Mogelijke effecten en symptomen
Statische magnetische velden	0-1 Hz	Interferentie met medische hulpmiddelen Misselijkheid en duizeligheid, effecten op bloeddoodstroming, hartslag, hersenwerking (mogelijk boven 7 T) Zenuwstimulatie en spiersamentrekking (snelle bewegingen)
Laagfrequente magnetische velden	1 Hz-10 MHz	Interferentie met medische hulpmiddelen Visuele gewaarwordingen Zenuwstimulatie die leidt tot tintelende gewaarwordingen of pijn Spiersamentrekking, hartaritmie
Laagfrequente elektrische velden	1 Hz-10 MHz	Elektrische schok en oppervlakkige brandwonde (aanraking van voorwerpen)
Hoogfrequente velden	100 kHz en hoger	Interferentie met medische hulpmiddelen Gewaarwording van warmte Warmtestress Schok en oppervlakkige of diepe brandwond (aanraking van voorwerpen). Andere symptomen mogelijk

Middenfrequente velden (100 kHz-10 MHz) veroorzaken een mengeling van de symptomen van lage en hoge frequenties

## 11.2 Gezondheidstoezicht

Routinematig gezondheidstoezicht van werknemers moet worden uitgevoerd als dit door de nationale wetgeving of praktijk is vereist. Bij afwezigheid van gekende risico's of symptomen van blootstellingen aan elektromagnetische velden lager dan de GWB is er evenwel geen basis voor regelmatige medische onderzoeken. Toezicht kan op basis van andere factoren gerechtvaardigd zijn.

Werknemers met een verhoogd risico bij blootstelling aan elektromagnetische velden zijn onder meer zwangere vrouwen en mensen met actieve of passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen of met op het lichaam gedragen hulpmiddelen. Deze werknemers moeten regelmatig worden onderzocht door hun bedrijfsgeneeskundige dienst om te verzekeren dat zij volledig op de hoogte zijn van eventuele bijkomende restricties die op hen van toepassing zijn in hun werkomgeving. Deze raadplegingen bieden de werknemer ook de mogelijkheid om ongewenste of onverwachte gezondheidseffecten te melden en de situatie te laten opvolgen.

Medisch onderzoek kan ook geschikt zijn voor werknemers die een onverwacht of ongewenst gezondheidseffect vaststellen.

## 11.3 Medisch onderzoek

Toevallige te hoge blootstellingen die verwondingen of schade veroorzaken, moeten worden behandeld als elk ander ongeval op het werk overeenkomstig nationale wetten en praktijken.

Onmiddellijke aandacht van een gepaste gezondheidszorgverstrekker kan vereist zijn als de werknemer schokken en/of brandwonden heeft opgelopen, pijn of een verhoogde temperatuur heeft. Deze effecten moeten op de gebruikelijke wijze worden behandeld volgens bestaande systemen op hun werkplek. Werknemers die schokken en/of brandwonden hebben opgelopen, moeten worden opgevolgd door een arts met de juiste deskundigheid. Andere werknemers kunnen hun symptomen laten opvolgen door hun eigen huisarts of bedrijfsarts.

Er moeten geen specifieke onderzoeken worden uitgevoerd na te hoge blootstelling aan elektromagnetische velden. Zo is er geen bewijs dat blootstelling aan EMV wijziging van bloedparameters zoals bloedbeeld, ureum en elektrolyten, of leverfunctie veroorzaakt. Een oogonderzoek kan evenwel gepast zijn bij te hoge blootstelling aan hoogfrequente velden en wordt bij voorkeur herhaald binnen drie maanden na de eerste controle. Een dergelijk onderzoek wordt meestal uitgevoerd door een oogarts.

## 11.4 Documentatie

Medische onderzoeken moeten beschikbaar zijn voor alle werknemers die zijn blootgesteld aan of die denken dat ze zijn blootgesteld aan waarden boven de GWB. Voor de werknemer moeten deze onderzoeken gratis zijn en ze moeten beschikbaar zijn tijdens de werkuren. Het bijhouden van documentatie moet in overeenstemming zijn met de nationale wetgeving en praktijken.

De documenten moeten een samenvatting bevatten van de uitgevoerde maatregelen, en in een zodanig formaat dat ze later kunnen worden geraadpleegd, rekening houdend met vertrouwelijkheid. Individuele werknemers moeten op verzoek toegang hebben tot hun eigen documenten.

Details van te hoge blootstelling of vermoedelijke te hoge blootstelling moeten zo snel mogelijk na de gebeurtenis worden gedocumenteerd, indien beschikbaar. Dit document moet de intensiteit en duur van blootstelling en de frequentie van het veld bevatten (voor een raming van de doordringingsdiepte van het veld in het lichaam). Het is ook belangrijk te bepalen of de blootstelling aan het hele lichaam was of slechts specifieke delen ervan, en of de werknemer een pacemaker of ander medisch hulpmiddel had. Voorbeelden van dergelijke documenten worden gegeven door het Finse Instituut voor Gezondheid op het Werk in zijn verslag betreffende werken in elektromagnetische velden met een pacemaker (Alanko et al., 2013).

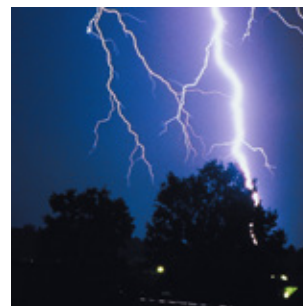
Sectie 5

# REFERENTIEMATERIAAL

## AANHANGSEL A. AARD VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

De elektromagnetische velden waarmee we waarschijnlijk het meest vertrouwd zijn, zijn de velden die in de natuur voorkomen. Het magnetisch veld van de aarde dat we op het aardoppervlak kunnen waarnemen, wordt waarschijnlijk gevormd door elektrische stromen die diep in de gesmolten ijzeren kern van de aarde worden opgewekt. Hoewel we de oorsprong ervan niet helemaal begrijpen, wordt de wijze waarop dit veld in interactie is met de magnetische materialen die in kompassen worden gebruikt, al eeuwen gebruikt voor navigatie. Ook de elektrische lading die in stormwolken wordt opgewekt, leidt tot zeer hoge spanningen tussen de wolken en het oppervlak van de aarde. Deze spanningen leiden tot elektrische velden tussen de wolken en de aarde die kunnen leiden tot grote, snelle ontladingen van elektrische stroom tussen de wolk en de aarde, een fenomeen dat we kennen als bliksem.

**Figuur A1 — Natuurlijke bronnen van elektromagnetische velden a) een kompas dat wordt gebruikt om de richting van het statisch magnetisch veld van de aarde te detecteren en b) ontladingen van hoge spanningen tussen de wolk en de aarde, gekend als „bliksem”**



### A.1 Ontdekking van elektromagnetisme

Al sinds de oudheid zijn mensen zich bewust van de effecten van statische elektriciteit en magnetisme. Men begon het elektromagnetische fenomeen echter waarschijnlijk pas te begrijpen toen Luigi Galvani in 1780 ontdekte dat hij de poten van een kikker kan laten trekken door elektriciteit die door twee verschillende metalen wordt opgewekt. Dit principe gebruikte Alessandro Volta tien jaar later in de voltaïsche batterij.

De ontdekkingen volgden elkaar snel op in Europa, en tegen 1820 werd het verband tussen elektrische stromen en magnetische velden aangetoond toen Hans Christian Oersted de naald van een kompas kon doen ombuigen met een draad die geladen was met elektrische stroom. André Marie Ampère ontdekte dat draden geladen met stroom krachten op elkaar uitoefenden en Michael Faraday bestudeerde magnetische inductie.

Enkele jaren later formuleerde James Clerk Maxwell de theorie van elektromagnetisme op een wiskundige basis, en in 1873 publiceerde hij zijn „Treatise on Electricity and Magnetism”. Maxwells ideeën over elektromagnetische golven worden vandaag de dag nog steeds gebruikt als basis voor de elektromagnetische theorie.



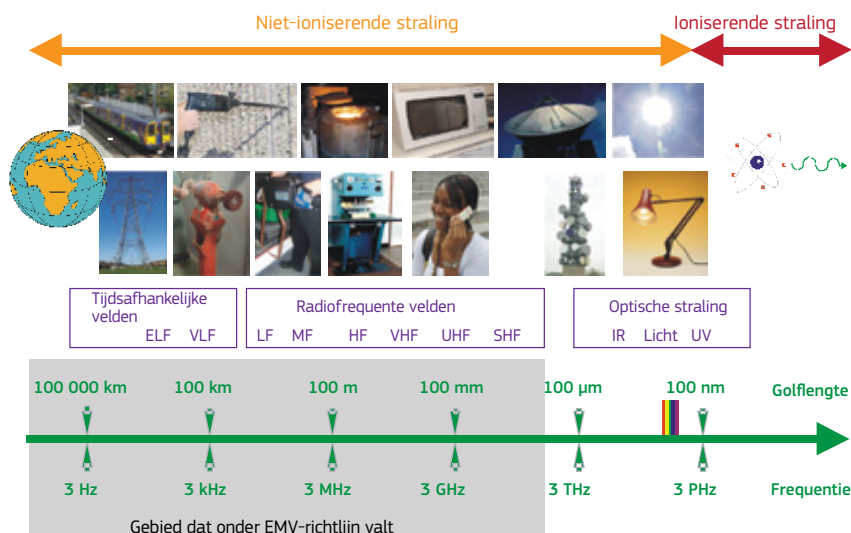
Heinrich Hertz bevestigde Maxwells ideeën door in 1885 elektromagnetische golven op te wekken en te detecteren, en tien jaar later gebruikte Guglielmo Marconi deze ontdekking om berichten over lange afstanden te versturen via radiosignalen. In 1892 bouwde Nikolai Tesla de eerste wisselstroomgenerator, wat van groot belang was voor het opwekken van elektrische energie.

Elektromagnetische velden zijn in de moderne wereld alledaags geworden. Het is moeilijk ons een moderne samenleving zonder elektrische toepassingen voor te stellen. In de twintigste eeuw zagen we een massale toename van het gebruik van elektrische energie voor industriële en huishoudelijke toepassingen. Ook het aantal radio- en televisie-uitzendingen nam toe, en aan het einde van de twintigste en het begin van de eenentwintigste eeuw kenden we een revolutie in telecommunicatie: het gebruik van mobiele telefoons en andere draadloze toestellen is nu wijd verspreid. Elektromagnetische velden worden ook veel gebruikt in gespecialiseerde toepassingen zoals radionavigatie en medische toepassingen.

## A.2 Het elektromagnetisch spectrum

Het elektromagnetisch spectrum, zoals geïllustreerd in figuur A2, omvat een wijd bereik van stralingen met verschillende frequenties en golflengten. Het verband tussen frequentie en golflengte wordt uitgelegd in aanhangsel C. Het deel van dit spectrum waarover de EMV-richtlijn gaat, loopt van statische velden (0 Hz) tot tijdsafhankelijke elektromagnetische velden met frequenties tot 300 GHz (0,3 THz). Binnen dit gebied vinden we straling, meestal onder de benaming statische velden, tijdsafhankelijke velden en radiogolven (met inbegrip van microgolven). Andere secties van het elektromagnetische spectrum die niet onder de EMV-richtlijn vallen, omvatten het optische gebied (infrarood, zichtbaar en ultraviolet) en het ioniserende gebied. Deze secties vallen respectievelijk onder de richtlijn kunstmatige optische straling (2006/25/EU) en de richtlijn basisnormen voor bescherming (2013/59/Euratom).

**Figuur A2 — Het elektromagnetisch spectrum**

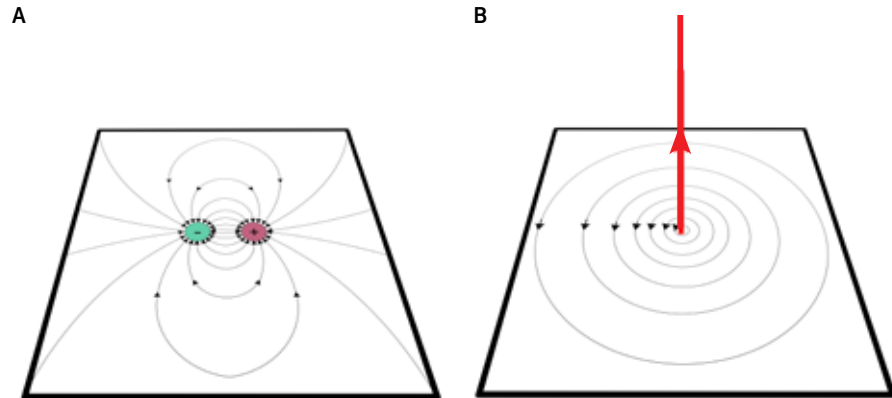


Elektromagnetische straling in het frequentiegebied dat onder de EMV-richtlijn valt, heeft niet voldoende energie om elektronen van de atomen van een materiaal te verwijderen en wordt daarom als niet-ioniserend ingedeeld. Röntgenstralen en gammastralen zijn hoogenergetische elektromagnetische stralingen die deze schil-elektronen kunnen verwijderen en worden daarom als ioniserende straling ingedeeld.

### A.3 Opwekking van elektromagnetische velden

Elektrische ladingen wekken een elektrisch veld op. Wanneer ze bewegen en dus een elektrische stroom creëren, wordt ook een magnetisch veld opgewekt. De gezondheids- en veiligheidsrisico's van deze elektrische en magnetische velden op de werkplek worden in de EMV-richtlijn behandeld.

**Figuur A3 — Weergaven van veldlijnen rond: a) elektrische ladingen, en b) een elektrische stroom, weergegeven als een rode lijn**



De opwekking van een magnetisch veld rond een permanente magneet wordt veroorzaakt door de optelling van alle magnetische velden die worden opgewekt door het op één lijn zetten van de beweging van elektronen in het materiaal. In een niet-magnetisch materiaal gebeurt dit op één lijn zetten niet en dus heffen de minieme magnetische velden die rond elk atoom worden opgewekt, elkaar op.

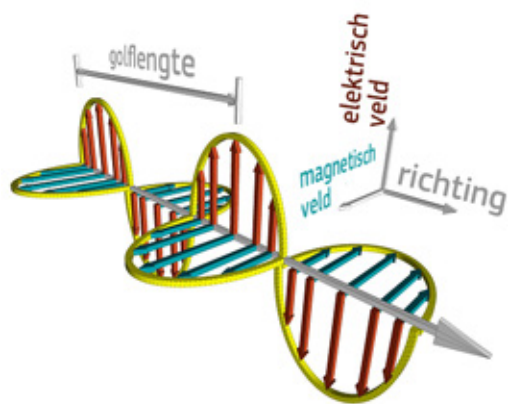
#### A.3.1 Tijdsafhankelijke velden

Als de elektrische lading op een voorwerp met de tijd verandert of de stroomsterkte van lading (stroom) varieert, worden er tijdsafhankelijke velden opgewekt. De aard van tijdsafhankelijke velden wordt bepaald door de frequentie van de trillingen. Bij lage frequenties kunnen de elektrische en magnetische velden als onafhankelijk worden beschouwd. Naarmate de frequentie toeneemt tot in het radiofrequente gebied, worden de velden meer gekoppeld: een tijdsafhankelijk elektrisch veld induceert een magnetisch veld en omgekeerd. Het is dit samenspel tussen elektrische en magnetische velden dat ervoor zorgt dat elektromagnetische straling grote afstanden kan afleggen.

### A.3.2 Elektromagnetische velden uitstralen

Door de interactie tussen elektrische en magnetische velden bij radiofrequenties kan energie wegstralen van het punt waar ze wordt opgewekt. In het verre veld trillen de twee componenten, een elektrisch veld en een magnetisch veld, in een rechte hoek op elkaar en in een rechte hoek op de richting waarin de golf zich beweegt. Dit gebeurt tegen lichtsnelheid. Door het ontwerp van de zender kan de straling in alle richtingen worden uitgezonden of in een bepaalde richting worden geconcentreerd.

**Figuur A4 — Elektromagnetische straling bestaat uit een magnetisch en een elektrisch veld, die in rechte hoeken op elkaar trillen tegen lichtsnelheid**



## AANHANGSEL B.

# GEZONDHEIDSEFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

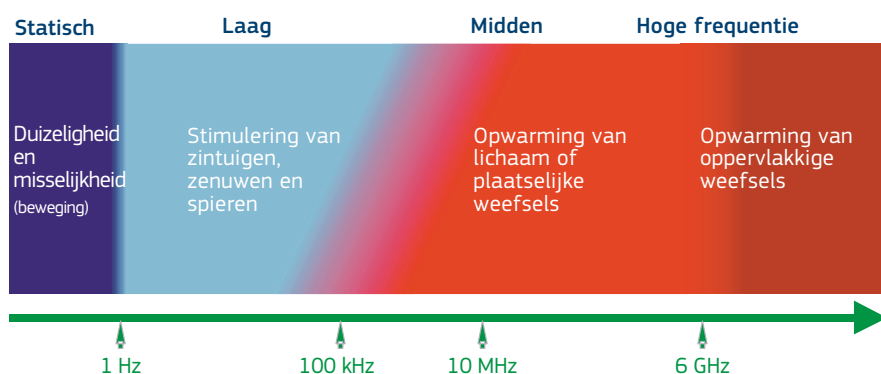
### B.1 Inleiding

De aard van een reactie op blootstelling aan een elektromagnetisch veld hangt hoofdzakelijk af van de frequentie van het toegepaste veld. Dit komt omdat verschillende frequenties op verschillende manieren in interactie gaan met het lichaam, met als gevolg dat de effecten van laagfrequente velden niet dezelfde zijn als deze die door hogere frequenties worden opgewekt: laagfrequente velden veroorzaken stimulatie van zenuwen en spieren, terwijl hoogfrequente velden opwarming veroorzaken.

Op basis van hun interactie met mensen kunnen elektromagnetische velden worden ingedeeld in vier ruime regio's (figuur B1): velden met frequentie 0 tot 1 Hz (statische velden); velden met frequenties van 1 Hz tot 100 kHz (laagfrequente velden); velden met frequenties van 100 kHz tot 10 MHz (middenfrequente velden); en velden met frequenties van meer dan 10 MHz (hoogfrequente velden). Boven enkele GHz wordt opwarming in toenemende mate beperkt tot het oppervlak van het lichaam.

De EMV-richtlijn gaat ervan uit dat effecten die optreden als gevolg van inwerking op het zenuwstelsel niet-thermische effecten zijn, terwijl de opwarmingseffecten die optreden als gevolg van blootstelling aan velden boven 100 kHz thermische effecten zijn.

**Figuur B1 — Schematische weergave van het beginsel van directe effecten van EMV met de belangrijkste frequentieafsnijpunten die worden gebruikt voor de definitie van grenswaarden voor blootstelling en actieniveau in de EMV-richtlijn**



De omvang van de reactie op een bepaalde frequentie is afhankelijk van de intensiteit van het veld: zwakkere velden veroorzaken hoofdzakelijk waarnemingseffecten of effecten op de zintuigen, en sterkere velden veroorzaken meer ernstige reacties. Opdat er reacties optreden, bij om het even welke frequentie, moet een grenswaarde voor blootstelling worden overschreden.

De EMV-richtlijn biedt bescherming aan blootgestelde werknemers door een reeks grenswaarden voor blootstelling te geven (GWB). Voor elk frequentiegebied is er een lagere waarde om de effecten op de zintuigen te beperken en een hogere waarde

om de gezondheidseffecten te beperken (zie tabel B1). Deze waarden zijn gebaseerd op aanbevelingen van de Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (ICNIRP) en houden alleen rekening met de kortetermijneffecten van blootstelling die zijn gebaseerd op betrouwbare biofysische interactiemechanismen.

**Tabel B1 — Samenvatting van relevante gezondheidseffecten en effecten op de zintuigen die worden gebruikt om blootstellingen in verschillende frequentiegebieden te beperken**

Veld en frequentie	Effecten op de zintuigen	Gezondheidseffecten
Statisch magnetisch veld 0-1 Hz	Duizeligheid, misselijkheid, metaalachtige smaak	Gewijzigde bloeddorstrooming in ledematen, gewijzigde hersenwerking Gewijzigde hartwerking
Laagfrequente velden 1 Hz-10 MHz	Fosfenen (waargenomen als lichtflitsen) (Kleine wijziging in hersenwerking 1-400 Hz)	Tintelende gewaarwording of pijn (stimulatie van zenuw) Spiertrekkingen Verstoord hartritme
Hoogfrequente velden 100 kHz-6 GHz	Effecten van microgolven op het gehoor (200 MHz-6,5 GHz)	Overmatige opwarming of brandwonden op het hele lichaam of plaatselijk
Hoogfrequente velden 6-300 GHz		Plaatselijke warmteschade aan ogen of huid

*NB:* De effecten van middenfrequente velden (100 kHz-10 MHz) zijn een combinatie van de effecten van laagfrequente velden en hoogfrequente velden.

Hoewel het altijd mogelijk is dat herhaalde, langdurige blootstelling een aantal tot nu toe niet-geïdentificeerde gezondheidsrisico's inhoudt, stelt de EMV-richtlijn dat dit geen veronderstelde gezondheidseffecten op lange termijn inhoudt.

## B.2 Statische magnetische velden (0-1 Hz)

Mensen in rust worden meestal niet beïnvloed door statische magnetische velden, behalve misschien bij zeer hoge intensiteiten, waarbij er effecten kunnen zijn op het hart of de hersenen (zie tabel B1). Effecten treden evenwel pas op wanneer mensen in deze velden bewegen. Bij beweging worden elektrische velden in weefsels opgewekt en dit kan de zenuwweefsels aantasten. Recent onderzoek doet vermoeden dat deze effecten ook kunnen optreden bij stilstand. De grootte van de geïnduceerde elektrische velden hangt af van de gradiënten tijd en ruimte.

De evenwichtsorganen in het oor zijn bijzonder gevoelig, wat leidt tot gevoelens van duizeligheid (vertigo) wanneer men door het veld wandelt of het hoofd snel beweegt in het veld. Ook de tong kan worden beïnvloed, met gewaarwordingen van smaak, en ook misselijkheid en andere symptomen zijn gemeld bij het werken rond werkende MRI-toestellen. Al deze effecten zijn voorbijgaand en verdwijnen wanneer de beweging stopt of vertraagt.

Er is geen bewijs dat blootstelling een permanente beschadiging of ernstig schadelijk effect veroorzaakt. Traag bewegen in het veld helpt deze effecten te voorkomen, en een beperking van de externe magnetische fluxdichtheid tot 2 T beschermt de werknemer.

## B.3 Laagfrequente velden (1 Hz-100 kHz)

### B.3.1 Laagfrequente elektrische velden

Laagfrequente elektrische velden buiten het lichaam kunnen elektrische velden in de weefsels van het lichaam induceren. Het lichaamsoppervlak biedt evenwel een hoge mate van afscherming zodat het in het lichaam geïnduceerde veld veel zwakker is dan het externe veld.

In principe kunnen de geïnduceerde velden soortgelijke effecten voortbrengen als de velden die worden geïnduceerd door blootstelling aan laagfrequente magnetische velden (zie sectie B.3.2). Het gevolg van het afscherpende effect is evenwel dat het geïnduceerde elektrische veld meestal te zwak is om schadelijke effecten voor typische externe elektrische velden die op de werkplek voorkomen op te wekken.

Bovendien veroorzaken laagfrequente elektrische velden een ander effect dat niet voorkomt bij magnetische velden. Een werknemer kan een prikkelende of tintelende gewaarwording op de huid voelen wanneer hij in een elektrisch veld met voldoende intensiteit staat; dit is soms te voelen onder een hoogspanningslijn op een droge dag. Dit komt doordat het laagfrequente elektrische veld ervoor zorgt dat het oppervlak van het lichaam wordt opgeladen, en deze elektrische lading zorgt ervoor dat de haartjes in de huid bewegen en trillen (tegen twee keer de frequentie van het laagfrequente veld). Soortgelijke gewaarwordingen zijn soms ook te voelen wanneer haartjes tegen kledij trillen.

### B.3.2 Laagfrequente magnetische velden

Laagfrequente magnetische velden induceren elektrische velden in het menselijk lichaam, wat een stimulatie kan veroorzaken op zintuigen bij lagere veldwaarden, of stimulatie van zenuwen en spieren (vooral in de armen en benen) bij sterkere velden. De effecten op zintuigen zijn niet schadelijk maar kunnen hinderlijk zijn voor werknemers of ze afleiden, terwijl de effecten in sterkere velden onaangenaam of zelfs pijnlijk kunnen zijn.

Verschillende weefsels hebben een piekgevoeligheid voor verschillende frequenties en dus veranderen ook de waargenomen effecten met de frequentie.

**Tabel B2 — Plaatsen van interactie en piekgevoeligheden voor verschillende effecten**

Effect	Plaats van interactie	Piekgevoeligheid (Hz)
Metalige smaak	Receptoren in tong	< 1 Hz
Duizeligheid, misselijkheid Stimulering van zenuwen en spieren	Binnenoor (vestibulair systeem) Door de bloedstroom geïnduceerde elektrische velden in weefsels	< 0,1-2 Hz
Fosfenen	Netvliescellen in het oog	~ 20 Hz
Tactiele en pijngewaarwording Samentrekking spier door inductie Effecten op het hart	Perifere zenuwen Perifere zenuwen en spieren Hart	~ 50 Hz

De ogen blijken erg gevoelig voor de effecten van geïnduceerde elektrische velden, en het meest gemelde effect van blootstelling zijn fosfenen: vluchtige, flikkerende visuele gewaarwordingen in het perifere zicht (een soortgelijk effect kan worden opgewekt door de gesloten ogen zachtjes te masseren). Een beperking van het elektrisch veld dat in het zenuwstelsel wordt geïnduceerd, voorkomt deze effecten en beschermt de werknemer.

Deze oppervlakteladings-effecten zijn evenwel niet beperkt tot mensen, en veel metalen of geleidende voorwerpen, zoals voertuigen of omheiningen die niet elektrisch geaard zijn, kunnen ook worden geladen door het elektrisch veld. Iedereen die deze voorwerpen aanraakt, krijgt een kleine elektrische schok. Een enkele schok kan verrassend zijn, maar herhaalde schokken van het voorwerp kunnen hinderlijk worden of erger. Iemand die niet zelf geaard is en een geaard voorwerp aanraakt, kan ook een schok krijgen. Om de nodige bescherming te bieden, kan het nodig zijn specifieke opleiding te geven aan werknemers die in deze omstandigheden werken. Ook gepaste aarding van voorwerpen en werknemers en het gebruik van isolerende schoenen, handschoenen en beschermende kledij kunnen nodig zijn.

## B.4 Middenfrequente velden

Middenfrequente velden vormen een overgangszone tussen laagfrequente en hoogfrequente velden. Er is een geleidelijke wijziging in dit gebied van effecten op het zenuwstelsel naar effecten van opwarming; de eerste komen vooral voor bij 100 kHz en de laatste bij 10 MHz.



### Hoofdboodschap: middenfrequente velden

Middenfrequente velden worden in deze gids gedefinieerd als velden met frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz, die zowel niet-thermische als thermische effecten kunnen veroorzaken.

Elders kunnen andere definities van middenfrequente velden worden gebruikt. Zo definieert de Wereldgezondheidsorganisatie middenfrequente velden als velden met frequenties tussen 300 Hz en 10 MHz.

## B.5 Hoogfrequente velden

Blootstelling van mensen aan velden met frequenties boven 100 kHz veroorzaakt opwarming door de absorptie van energie. Afhankelijk van de situatie kan dit leiden tot ofwel opwarming van het hele lichaam ofwel plaatselijke opwarming van delen van het lichaam, zoals de ledematen of het hoofd.

Gezonde volwassenen kunnen de algemene temperatuur van hun lichaam meestal erg doeltreffend regelen, waardoor een evenwicht ontstaat tussen de warmte-opwekkende en warmteverliezende mechanismen. Het gebeurt evenwel dat de normale warmteverliezende mechanismen niet werken als het tempo waarbij energie wordt geabsorbeerd te groot is, wat leidt tot een geleidelijke en gestage toename van de lichaamstemperatuur van ongeveer 1 °C of meer, wat leidt tot warmtestress. Dit heeft niet alleen een nadelig effect op de mogelijkheid van een persoon om veilig te werken, maar langdurige toenames van diepe lichaamstemperatuur van enkele graden of meer kunnen erg gevaarlijk zijn.

Door het tempo van geabsorbeerde energie (het specifieke energieabsorptietempo of SAT) te beperken, worden hittegerelateerde ziekten voorkomen en de werknemer beschermd. Omdat opwarming niet onmiddellijk gebeurt en het lichaam gedurende een korte periode toegenomen warmte kan verdragen, worden de grenswaarden voor blootstelling gemiddeld over een periode van zes minuten. Daardoor mogen werknemers worden blootgesteld aan hogere SAT-waarden voor korte perioden, op voorwaarde dat het gemiddelde niet wordt overschreden.

Bovendien zijn de grenswaarden voor blootstelling voldoende voorzichtig, zodat het niet nodig is rekening te houden met andere factoren die de temperatuurregeling kunnen aantasten, zoals veel handmatige arbeid of werken in hete en vochtige omgevingen.

In veel industriële situaties is de blootstelling echter niet gelijkmatig en wordt de energie slechts in bepaalde gebieden van het lichaam geabsorbeerd, zoals de handen en de polsen. Als de grenswaarde voor het hele lichaam in deze gevallen wordt toegepast, dan is het mogelijk dat thermische schade kan optreden in de blootgestelde gebieden (aangezien de geabsorbeerde energie zou worden geconcentreerd in een veel kleinere weefselmassa). Daarom zijn grenswaarden voor blootstelling van delen van het lichaam ook in de EMV-richtlijn opgenomen.

Deze waarden zijn vastgesteld om overmatige opwarming in de warmtegevoelige gebieden van het lichaam te voorkomen, met name de (lenzen van de) ogen en de teelballen (bij de man). De foetus in ontwikkeling is ook bijzonder gevoelig voor de effecten van hyperthermie bij de moeder, en zwangere vrouwen moeten dan ook worden behandeld als werknemers met een verhoogd risico.

Bij de hoogste frequenties — 6 GHz en hoger — dringen de velden niet in een aanzienlijke mate in het lichaam binnen en blijft de opwarming hoofdzakelijk beperkt tot de huid. Bescherming wordt geboden door het vermogen dat wordt geabsorbeerd te beperken tot een klein stukje huid.

Gepulste radiofrequente velden kunnen aanleiding geven tot zintuiglijke waarneming in de vorm van effecten van microgolven op het gehoor. Mensen met een normaal gehoor kunnen impulsgemoduleerde velden met frequenties tussen ongeveer 200 MHz en 6,5 GHz horen. Dit wordt meestal beschreven als een zoemend, klikkend of ploffend geluid, afhankelijk van de modulatiekenmerken van het veld. De impulsduur tijdens dewelke het veld wordt waargenomen, is meestal een paar tienden van microseconden.

Net als bij laagfrequente elektrische velden bestaat er een risico op schokken of brandwonden wanneer iemand in een hoogfrequent veld een geleidend voorwerp aanraakt. Dit risico wordt ook in de EMV-richtlijn besproken.



## AANHANGSEL C. GROOTHEDEN EN EENHEDEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

De risico's van elektromagnetische velden zijn hoofdzakelijk afhankelijk van de frequentie en intensiteit van het veld. Om het gevaar van een specifiek elektromagnetisch veld te beoordelen, moet het veld kunnen worden gekenmerkt in termen van vastgestelde natuurkundige grootheden. De grootheden die in de EMV-richtlijn worden gebruikt, staan beschreven in de secties hieronder.

EMV-grootheden kunnen op verschillende manieren worden uitgedrukt. Dit is vooral het geval op displays van meetinstrumenten waar de ruimte soms beperkt is. Verbeterde vertrouwdheid met de verschillende vormen van eenheden leidt tot een verbeterd gebruik van de verstrekte informatie. Hier volgen enkele voorbeelden.

- Er kunnen voorvoegsels worden gebruikt om de grootte van de eenheid weer te geven: 1 volt, 1 V, 1 000 mV en 1 000 000  $\mu$ V vertegenwoordigen allemaal dezelfde waarde. De meest gebruikte voorvoegsels zijn terug te vinden in tabel C1.
- Het gebruik van een numeriek superscript of een macht na een getal of eenheid wijst op de macht waartoe het is verheven. Zo is  $m^2$  gelijk aan vierkante meter, en het gebruik ervan wijst erop dat er een oppervlakte wordt gemeten.
- Eenheden kunnen op verschillende manieren worden uitgedrukt. Zo geven 100 volt per meter, 100 V/m, 100  $Vm^{-1}$ , 100  $Vm^{-1}$  en 100  $Vm^{-1}$  allemaal dezelfde waarde.

**Tabel C1 — Voorvoegsels die worden gebruikt bij SI-eenheden**

Naam	Symbol	Schaalfactor
Tera	T	$10^{12}$ , of 1 000 000 000 000
Giga	G	$10^9$ , of 1 000 000 000
Mega	M	$10^6$ , of 1 000 000
Kilo	k	$10^3$ , of 1 000
Milli	m	$10^{-3}$ , of 0,001
Micro	$\mu$	$10^{-6}$ , of 0,000 001
Nano	n	$10^{-9}$ , of 0,000 000 001



### Hoofdboodschap: schrijfwijze die in de EMV-richtlijn wordt gebruikt

Eenheden kunnen op verschillende manieren worden uitgedrukt. In de EMV-richtlijn worden eenheden uitgedrukt in het formaat  $Vm^{-1}$ . Deze schrijfwijze wordt ook in deze gids gevolgd.

De Engelstalige versie van de EMV-richtlijn wijkt af van de wetenschappelijke conventie door een komma te gebruiken als decimaal punt.

## C.1 Frequentie ( $f$ )

De actieniveaus (AN) en grenswaarden voor blootstelling (GWB) die in de EMV-richtlijn worden gegeven, worden gespecificeerd volgens de frequentie van het elektromagnetisch veld. Frequentie wordt meestal weergegeven door de letter  $f$ .

De frequentie van een elektromagnetisch veld geeft aan hoe vaak de pieken van de elektromagnetische golven per seconde door een gegeven punt gaan. Ze geeft het aantal trillingen per seconde weer en is een fundamentele eigenschap van een golf.

De frequentie-eenheid is hertz (Hz).

Frequentie is nauw verbonden met de golflengte van een elektromagnetisch veld, weergegeven door het symbool  $\lambda$ . Golflengte wordt gemeten in meter, afgekort tot m.

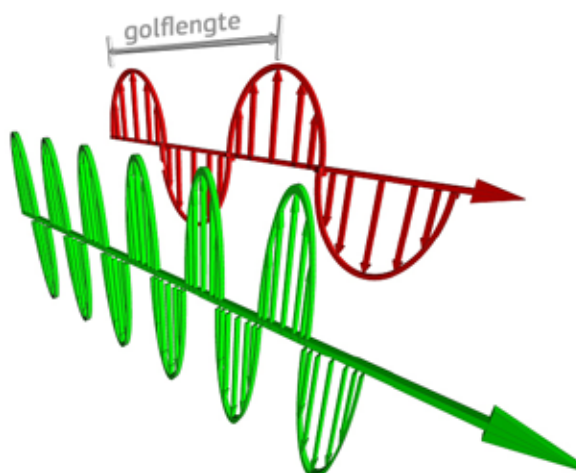
Het aantal golfpieken dat in één seconde door een gegeven punt gaat, hangt af van de golflengte aangezien alle elektromagnetische velden zich met dezelfde snelheid in een vacuüm voortplanten. Velden met langere golflengten zullen dus lagere frequenties hebben (figuur C1).

De frequentie verhoudt zich tot de golflengte volgens de formule

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

waarbij  $c$  de lichtsnelheid is in een vacuüm ( $3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ).

**Figuur C1 — Elektromagnetische golven met vermelding van de golflengte. Een golf met een langere golflengte heeft een lagere frequentie (rood), golven met een kortere golflengte hebben een hogere frequentie (groen)**



## C.2 Elektrische veldsterkte ( $E$ )

De elektrische veldsterkte op een bepaald punt in een elektrisch veld is de kracht die op een geladen deeltje op dat punt wordt uitgeoefend. Het is een vectorgrootheid die zowel grootte als richting heeft. De elektrische veldsterkte of intensiteit van het elektrisch veld is te vergelijken met de helling van een heuvel. Hoe groter de helling, hoe sterker de kracht die ervoor zorgt dat voorwerpen van de heuvel af rollen. Voor een elektrisch veld geldt: hoe groter de elektrische veldsterkte, hoe groter de kracht op een geladen deeltje.

De elektrische veldsterkte wordt meestal weergegeven met de letter  $E$  en uitgedrukt in volt per meter ( $\text{Vm}^{-1}$ ).

Elektrische velden kunnen zowel buiten als in het lichaam bestaan. De AN voor elektrische velden onder 10 MHz en elektromagnetische velden boven 100 kHz worden weergegeven in termen van externe elektrische veldsterkte. De GWB voor niet-thermische effecten die in bijlage II van de EMV-richtlijn vermeld staan, worden weergegeven in termen van interne elektrische veldsterkte in het lichaam.

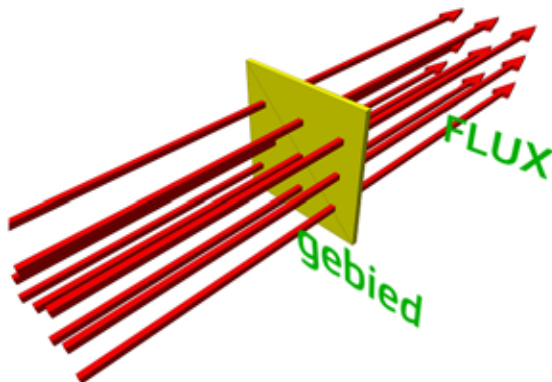
## C.3 Magnetische fluxdichtheid ( $B$ )

De magnetische fluxdichtheid is een maat voor de magnetische flux die door een bepaald gebied gaat (figuur C2). De magnetische fluxdichtheid is groter als er meer veldlijnen in een bepaald gebied zijn, waardoor de dichtheid van de fluxlijnen hoog is. De magnetische fluxdichtheid veroorzaakt een op bewegende ladingen inwerkende kracht.

De magnetische flux is een maat voor de „hoeveelheid magnetisme”. Het is een scalaire grootheid die rekening houdt met de sterkte en omvang van een magnetisch veld.

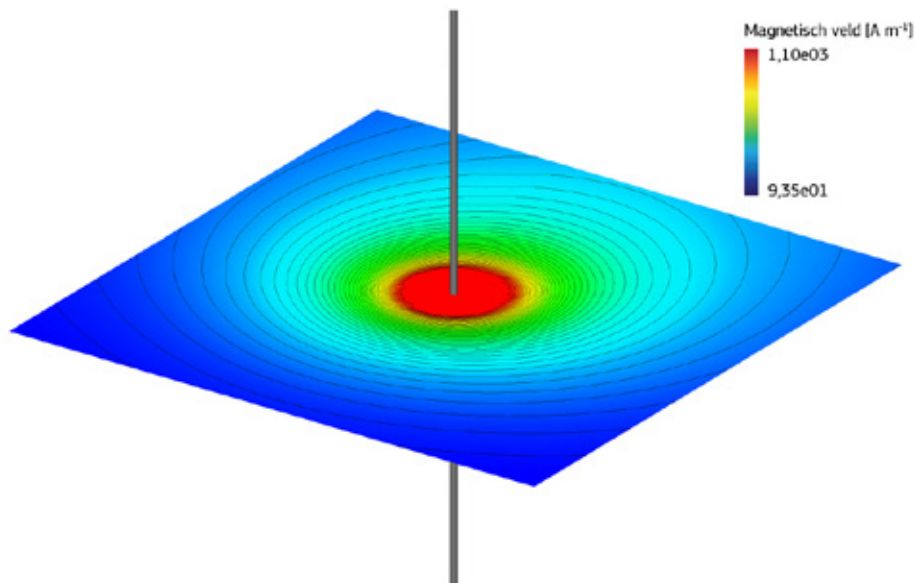
De magnetische fluxdichtheid wordt weergegeven met de letter  $B$  en uitgedrukt in de eenheid tesla ( $T$ ).

**Figuur C2 — De magnetische flux (rood) die door een gedefinieerd gebied gaat (geel). De magnetische fluxdichtheid geeft de hoeveelheid magnetische flux per oppervlakte-eenheid weer en wordt uitgedrukt in de eenheid tesla**



De GWB voor blootstelling aan velden tussen 0 en 1 Hz worden gespecificeerd in termen van magnetische fluxdichtheid, net als de AN voor magnetische velden tussen 1 Hz en 10 MHz en elektromagnetische velden boven 100 kHz.

**Figuur C3 — De ruimtelijke verspreiding van magnetische veldsterkte rond een 50 Hz-kabel met een stroom van 70 A**



#### C.4 Magnetische veldsterkte ( $H$ )

Net als de magnetische fluxdichtheid is de magnetische veldsterkte een maat voor de sterkte van een magnetisch veld. De magnetische veldsterkte wordt weergegeven met de letter  $H$  en uitgedrukt in ampère per meter ( $\text{Am}^{-1}$ ). Magnetische veldsterkte wordt in de EMV-richtlijn niet gebruikt, maar wel in de ICNIRP-richtsnoeren. Ook veel magnetische veldmeters geven resultaten in deze grootheid.

In de vrije ruimte kan een waarde van magnetische veldsterkte worden omgezet naar een equivalente magnetische fluxdichtheid met de vergelijking:

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

Dus als  $H$  een waarde heeft van  $800 \text{ Am}^{-1}$

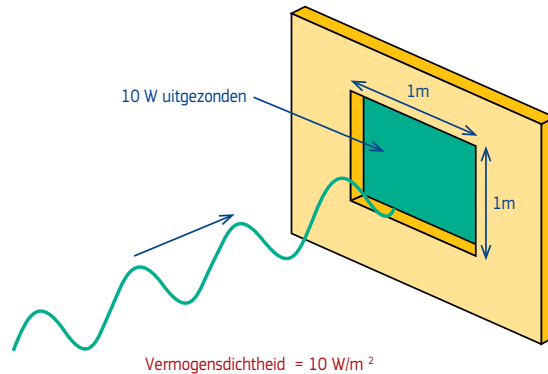
Dan is  $B$  ongeveer gelijk aan  $800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1\,000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$

#### C.5 Radiofrequente vermogensdichtheid ( $S$ )

Bij zeer hoge frequenties (boven 6 GHz) waarbij de doordringingsdiepte in het lichaam gering is, worden zowel  $GWB$  als  $AN$  uitgedrukt in termen van vermogensdichtheid met dezelfde numerieke waarde. Vermogensdichtheid wordt gedefinieerd als het vermogen, gemeten in watt, loodrecht vallend op een oppervlak, gemeten in vierkante meter. Ze wordt weergegeven door het symbool  $S$  en uitgedrukt in watt per vierkante meter ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

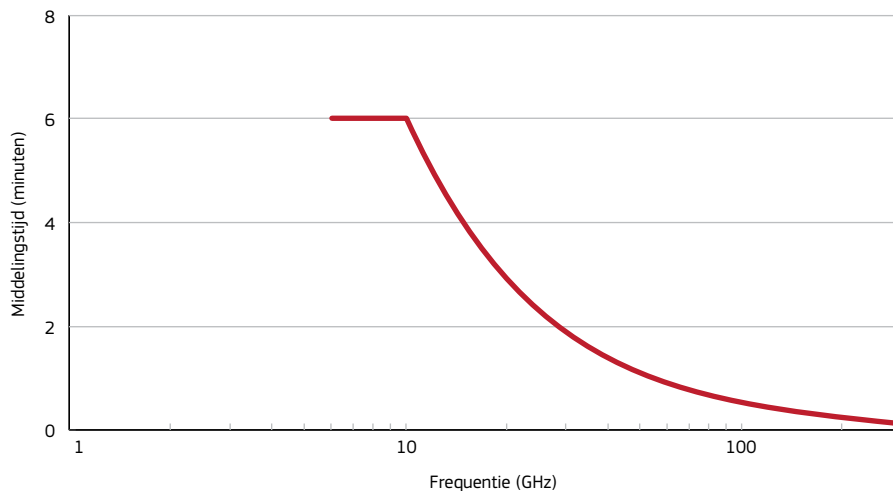
Bij vergelijking van een vermogensdichtheid met de gepaste  $GWB$  en  $AN$  kan ze worden gemiddeld over een blootgesteld oppervlak van  $20 \text{ cm}^2$ , met de voorwaarde dat de vermogensdichtheid gemiddeld over een blootgesteld oppervlak van  $1 \text{ cm}^2$  niet meer mag bedragen dan 20 maal de  $GWB$  of het  $AN$  (d.w.z.  $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$ ).

**Figuur C4 — Vermogensdichtheid is het uitgezonden vermogen per oppervlakte-eenheid**



Vermogensdichtheid kan ook worden gemiddeld over een tijdsperiode die afhankelijk is van de frequentie van de straling. De formule voor deze tijdsperiode staat vermeld in opmerkingen A3-1 en B1-4 van bijlage III bij de EMV-richtlijn en is grafisch weergegeven in figuur C5.

**Figuur C5 — Grafiek die toont hoe middelingstijd voor vermogensdichtheid afhangt van frequentie**



## C.6 Specifiek energieabsorptietempo (SAT)

Het specifieke energieabsorptietempo (SAT) is het tempo waarin een massa-eenheid weefsel in het lichaam energie van elektromagnetische straling absorbeert. Het tempo van energieabsorptie is verbonden met de thermische effecten van EMV.

Het specifieke energieabsorptietempo wordt uitgedrukt in watt per kilogram ( $\text{Wkg}^{-1}$ ).

Het specifieke energieabsorptietempo is nuttig om verhogingen van de kernlichaamstemperatuur te ramen die het resultaat zijn van blootstellingen van het hele lichaam. In dit geval wordt het SAT gemiddeld over de massa van het lichaam van de werknemer. De mogelijkheid tot opwarming van weefsel en dus schadelijke gezondheidseffecten neemt toe naarmate het SAT hoger is. Het gemiddelde SAT voor het hele lichaam voor een werknemer is meestal het hoogst bij de resonantiefrequentie

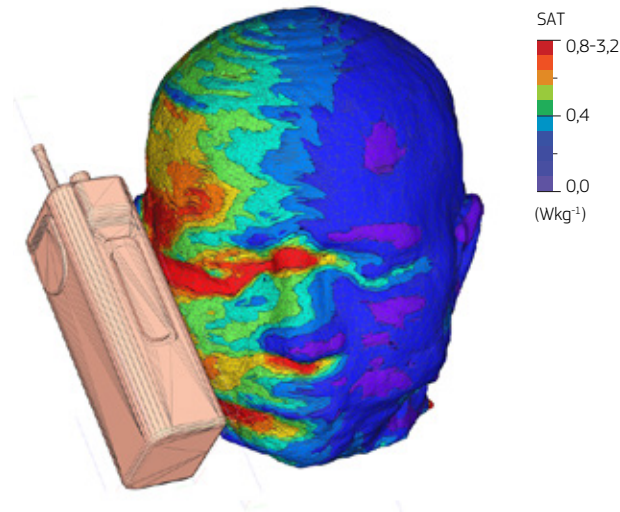
van het lichaam van de werknemer. De resonantiefrequentie hangt af van de omvang en vorm van het menselijk lichaam en van de oriëntatie ervan ten opzichte van het invallende elektromagnetische veld. Voor een werknemer van gemiddelde grootte en gewicht treedt de resonantie op bij ongeveer 65 MHz wanneer de werknemer is geïsoleerd van elektrische aarding en het invallende veld verticaal is gepolariseerd.

Een plaatselijk SAT is van toepassing wanneer de absorptie van het invallende elektromagnetische veld plaatsvindt in een klein gebied van het lichaam, bijvoorbeeld het hoofd wanneer het wordt blootgesteld aan een Tetra-handset (figuur C6). Het plaatselijke SAT wordt gemiddeld over 10 g aaneengesloten of verbonden weefsel in het lichaam. Het SAT voor 10 g aaneengesloten weefsel is een meer nauwkeurige weergave van plaatselijke energieabsorptie en een betere meting van SAT-verdeling in het lichaam.

Wanneer de weefsels in het lichaam energie van een uitgezonden veld absorberen, hebben de weefsels tijd nodig om thermisch evenwicht te bereiken. Daarom worden zowel SAT's voor het hele lichaam als plaatselijke SAT's gemiddeld over een specifieke tijdsperiode (zes minuten).

De GWB voor gezondheidseffecten voor blootstelling aan elektromagnetische velden van 100 kHz tot 6 GHz zijn uitgedrukt in termen van SAT voor het gehele lichaam en lokale SAT's.

**Figuur C6 — De verspreiding van het specifieke energieabsorptietempo (SAT) in het hoofd bij blootstelling aan 380 MHz Tetra-handset (Terrestrial Trunked Radio)**



## C.7 Specifieke energieabsorptie (SA)

De specifieke energieabsorptie is de energie die wordt geabsorbeerd per massa-eenheid biologisch weefsel, uitgedrukt in joule per kilogram ( $\text{Jkg}^{-1}$ ). In de EMV-richtlijn wordt deze grootheid gebruikt om grenzen vast te stellen voor de effecten van gepulste microgolfstraling.

GWB voor effecten op de zintuigen van blootstelling aan elektromagnetische velden van 300 MHz tot 6 GHz worden in de richtlijn weergegeven in termen van de plaatselijke SA gemiddeld over 10 g weefsel.

## C.8 Contactstroom ( $I_c$ )

Contact met een passief geleidend voorwerp in een elektromagnetisch veld kan aanleiding geven tot stromen in het lichaam die een schok en brandwonden of plaatselijke opwarming kunnen veroorzaken. Er zijn actieniveaus bepaald om dit effect te beperken. Contactstromen worden weergegeven door  $I_c$  en uitgedrukt in milliampère (mA).

## C.9 Stroom in ledematen ( $I_L$ )

De geïnduceerde stroom in ledematen is de elektrische stroom die naar de aarde wordt ontladen van een persoon die wordt blootgesteld aan een elektrisch veld, maar die geen geleidend voorwerp aanraakt. Hij kan worden bepaald met een spoelmeter die rond de arm of het been wordt geklemd (figuur C7) of door de stroom die naar de grond vloeit te meten. Hij wordt weergegeven door  $I_L$  en uitgedrukt in milliampère (mA).

**Figuur C7 — Een stroomklem die wordt gebruikt om de stroomsterkte door de extremiteit te meten bij gebruik van een diëlektrische lasmachine van 27 MHz**



## AANHANGSEL D. BEOORDELING VAN DE BLOOTSTELLING

Dit aanhangsel geeft werkgevers een overzicht van de procedure van beoordeling van blootstelling tijdens het werk overeenkomstig de EMV-richtlijn, met inbegrip van specifieke overwegingen voor blootstelling aan meerdere frequenties en niet-uniforme blootstellingen. Het is niet de bedoeling gedetailleerde meetprotocollen voor het onderzoek van specifieke apparatuur of werkplekprocessen te definiëren. Mettertijd zullen Cenelec en andere normalisatie-instanties technische normen hiervoor opstellen.

EMV zijn complexe fysieke verschijnselen die in tijd en ruimte variëren. Afhankelijk van de specifieke situatie op de werkplek kan de blootstelling worden gedomineerd door het gedeelte elektrisch of magnetisch veld van de golf. De golf kan trillen bij één frequentie of kan bestaan uit meerdere frequenties met onregelmatige trillingen of pulsen. De frequentie en amplitude kunnen tijdens de werkingscyclus ook veranderen in de tijd.

In bepaalde industriële situaties moeten metingen worden uitgevoerd voor vergelijking met de actieniveaus (AN) van de EMV-richtlijn. In sommige gevallen zal het nodig zijn berekeningstechnieken te gebruiken om de blootstelling overeenkomstig de grenswaarden voor blootstelling (GWB) van de EMV-richtlijn te beoordelen. Over het algemeen vergen de meer gesofisticeerde beoordelingsmethodologieën meer tijd en zijn ze duurder, maar ze geven betere ramingen van blootstelling waardoor de afstanden voor conformiteit kunnen verkleinen.

Wat de situatie ook is, bij de beoordeling moet rekening worden gehouden met blootstelling in het slechtste geval om te bepalen of de werkplek al dan niet de EMV-richtlijn in acht neemt.

### D.1 Beoordeling van blootstelling — Algemene principes

Figuren D1 (niet-thermische effecten) en D2 (thermische effecten), samen met secties D1.1 tot en met D1.3, illustreren een mogelijke benadering voor beoordeling van de conformiteit, bestaande uit drie hoofdfasen. Er is een andere benadering vereist voor laagfrequente en hoogfrequente EMV om rekening te houden met het verschillende effect van de velden op mensen.

#### D.1.1 Fase 1 — Initiële beoordeling

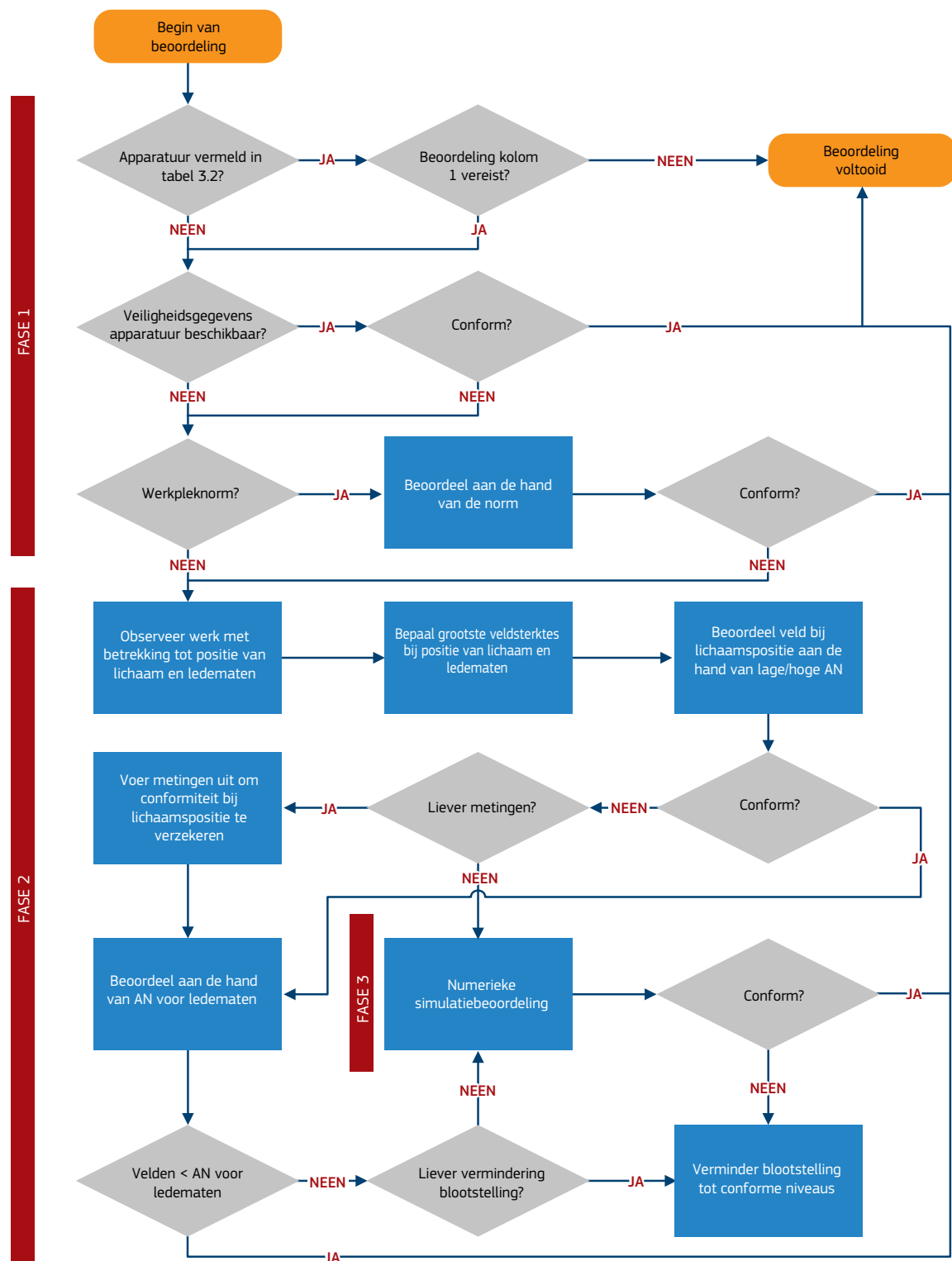
Om conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen, mogen werkgevers de gegevens van producenten of van databanken van algemene beoordelingen gebruiken als deze informatie beschikbaar is. Over het algemeen moet dit werkgevers in staat stellen beoordelingen binnen het bedrijf uit te voeren, waarbij de vereisten voor het gebruik van gespecialiseerde hulp zoals veiligheidsorganisaties, adviesverstrekkers en onderzoeksinstanties tot een minimum wordt beperkt.

De eerste stap bestaat erin alle apparatuur, situaties en activiteiten op de werkplek die EMV kunnen opwekken te identificeren en in een lijst te zetten. Daarna moet worden nagegaan welke apparatuur conform de EMV-richtlijn is en voor welke een meer gedetailleerde beoordeling nodig is (fase 2 en/of fase 3). Dit kan door een vergelijking met de tabel in hoofdstuk 3.

Voor de meeste apparatuur, activiteiten en situaties zal geen beoordeling van fase 2 of 3 nodig zijn, omdat er geen veld is of omdat de velden zeer laag zijn.

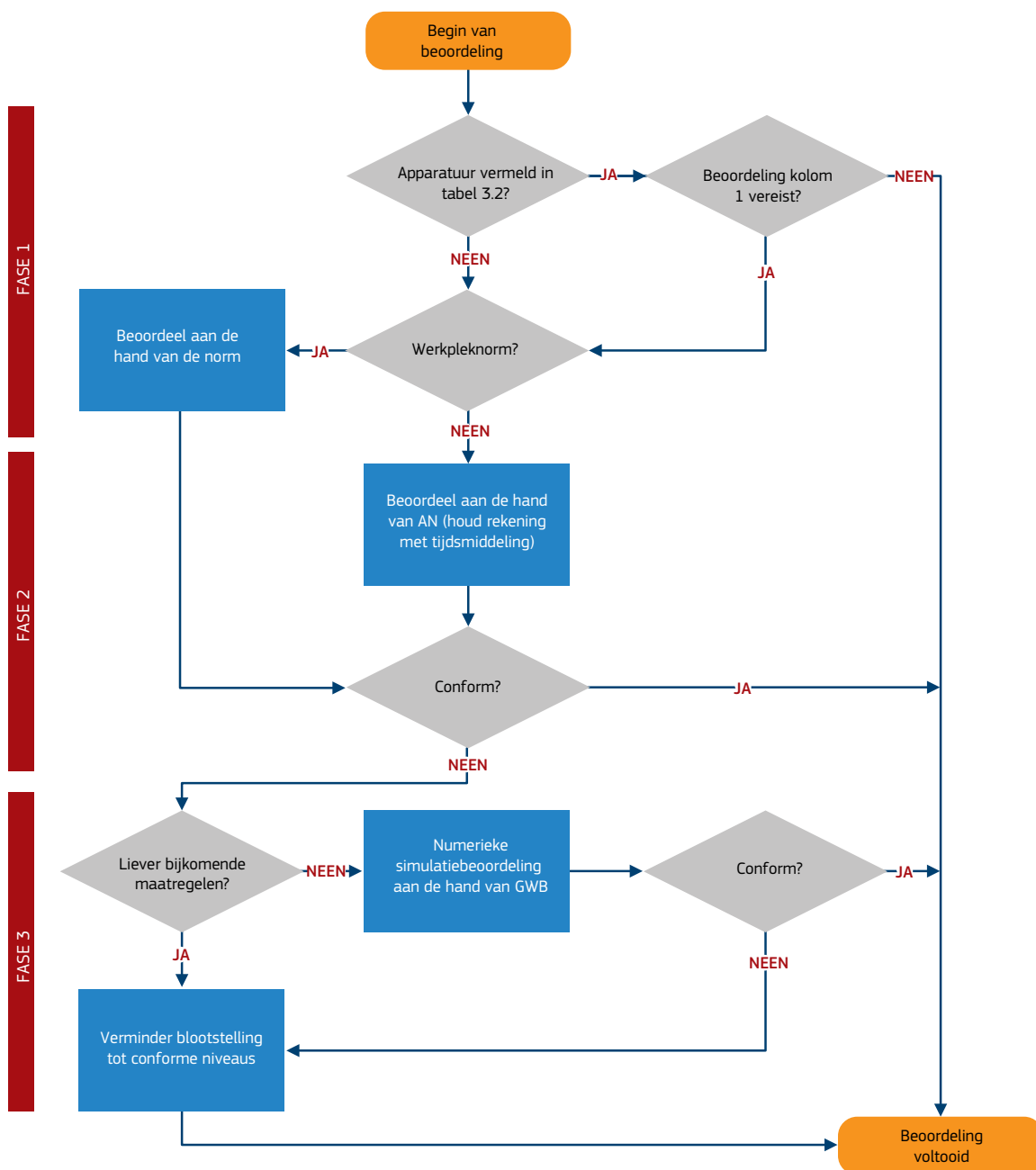


**Figuur D1 — Stroomschema met de verschillende fasen van een EMV-beoordeling van een werkplek voor niet-thermische effecten**



NB: Het stroomschema verwijst naar AN en GWB voor niet-thermische effecten zoals gedefinieerd in bijlage II bij de EMV-richtlijn. De beoordeling moet afzonderlijk worden uitgevoerd voor elektrische en magnetische velden.

**Figuur D2 — Stroomschema met de verschillende fasen van een EMV-beoordeling van een werkplek voor thermische effecten**



NB: Het stroomschema verwijst naar thermische effecten zoals gedefinieerd in bijlage III bij de EMV-richtlijn. De beoordeling moet afzonderlijk worden uitgevoerd voor elektrische en magnetische velden.

Producenten van machines hebben specifieke verplichtingen krachtens de machinerichtlijn (zie aanhangsel G) om informatie te verstrekken over mogelijk gevaarlijke velden die hun apparatuur opwekt. Ze zijn evenwel niet verplicht conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen. Toch erkennen wellicht veel producenten het commerciële voordeel om de informatie te verstrekken die hun klanten nodig hebben om conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen.

In de toekomst komen er waarschijnlijk normen om conformiteit met de EMV-richtlijn aan te tonen. Hoewel deze normen eerder informatief dan normatief zullen zijn, zouden ze een basis moeten bieden voor de informatie die producenten zullen verstrekken. De informatie die producenten verstrekken, is meestal terug te vinden in de handleidingen bij de apparatuur. Als dit niet zo is, kan het nodig zijn contact op te nemen met de producent of leverancier van de apparatuur om beschikbare informatie op te vragen.

Apparatuur die als conform met fase 1 wordt beschouwd, moet worden geïnstalleerd, gebruikt en onderhouden overeenkomstig de instructies van de producent. Er moet ook worden nagegaan of de blootstellingssituatie kan wijzigen tijdens onderhoud/servicing/reparatie; in dit geval kan een bijkomende, meer gedetailleerde beoordeling van fase 2 nodig zijn.

Voor werkplekken die conform fase 1 zijn, moeten alleen de bevindingen als onderdeel van de algemene risicobeoordeling worden gedocumenteerd. Voor werkplekken die niet conform fase 1 zijn, is een beoordeling van fase 2 en eventueel fase 3 nodig.

## D.1.2 Fase 2 — Beoordeling aan de hand van actieniveaus

Voor bepaalde soorten apparatuur, activiteiten en situaties, zoals deze waarbij „Ja” staat in kolom 1 van tabel 3.2, is een meer gedetailleerde beoordeling nodig. Dit kan eventueel door gebruik te maken van informatie die afkomstig is van producenten of andere bronnen. Wanneer dergelijke informatie evenwel niet beschikbaar is, moet de conformiteit worden onderzocht door meet- of berekeningstechnieken. Over het algemeen worden benaderingen op basis van metingen gebruikt om conformiteit met AN te beoordelen, terwijl meer complexe numerieke modeleringstechnieken vereist zijn om conformiteit met de GWB te beoordelen.

### D.1.2.1 Voorbereidende fase

Bij de voorbereiding op een beoordeling van fase 2 moet u eerst nagaan wat er bekend is over de apparatuur, activiteit of situatie. Verzamel gegevens over hoe het werk wordt uitgevoerd en informatie van de producent of leverancier als die beschikbaar is.

De sleutel tot het bepalen van de correcte beoordelingswijze is een duidelijk inzicht in de wijze waarop het werk wordt uitgevoerd en een begrip van de kenmerken van apparatuur die velden opwekt. Dit omvat informatie over frequentie, spanning, vermogen en werkingscyclus.

- Controleer de gebruikershandleiding van de producent en de technische specificaties die bij de apparatuur zijn geleverd om uzelf vertrouwd te maken met de apparatuur en hoe ze moet worden gebruikt.
- Ga na hoe het werk wordt uitgevoerd, evenals de positie van de bediener en andere werknemers op de werkplek. Ga ook de posities van werknemers tijdens onderhouds- en reparatiewerken na, hiervoor kan een andere beoordeling nodig zijn.
- Ga na wie aanwezig zal zijn in het werkgebied; hebben werknemers gemeld dat ze zwanger zijn, een medisch implantaat of een op het lichaam gedragen medisch hulpmiddel hebben?

### D.1.2.2 Fase van toepassingsmetingen

In de meeste situaties is het nodig toepassings- of proefmetingen op de werkplek uit te voeren om de aard van het te beoordelen veld te onderzoeken. Deze metingen worden uitgevoerd bij het begin van het onderzoek en helpen te bepalen welke metingen en instrumenten nodig zijn om de velden naar behoren te beoordelen. Tabel D1 geeft een aantal voorbeelden van de factoren waarmee tijdens de toepassingsfase rekening moet worden gehouden.

**Tabel D1 — Overwegingen voor fase 2 — toepassingsmetingsfase**

EMV-kenmerk	Voorbeelden van overwegingen	Implicaties voor de beoordeling
Natuurkundige grootte die van belang is	Is het veld magnetisch, elektrisch of beide?	Bepaalt het soort instrument dat vereist is om metingen uit te voeren.
Frequentie en amplitude	Varieert het veld als een continue golf bij één frequentie of is het een complexe golfvorm bestaande uit meerdere frequenties?	Bepaalt het soort instrument dat vereist is om metingen uit te voeren. Eenvoudige sinusoidale golfvormen op één specifieke frequentie kunnen worden beoordeeld door gebruik te maken van eenvoudige breedbandinstrumenten en de resultaten rechtstreeks te vergelijken met AN. Voor complexe golfvormen kan het gebruik vereist zijn van gesofisticeerde spectrale technieken voor de identificatie van de verschillende frequentiecomponenten en complexe analyses zoals RMS, benadering van piek- of gewogen gemiddelden voor vergelijking met de AN (zie sectie D3).
Ruimtelijke kenmerken	Varieert het veld in sterkte doorheen de locatie in kwestie, waardoor de blootstelling wellicht niet gelijkmatig is?	Controleer de grootte van de sonde en de plaats en het aantal metingen. Metingen moeten worden uitgevoerd om blootstellingen in het slechtste geval te meten (zie sectie D2).
Tijdskenmerken	Varieert het veld in frequentie en/of sterkte tijdens de werkingscyclus?	Bepaalt de vereiste instrumenten en de timing en duur van metingen. Meters met registratiemogelijkheden kunnen beschikbaar zijn, in dit geval moeten de bemonsteringsfrequentie en de integratieperiode voor een meting in overweging worden genomen. Metingen moeten zo worden uitgevoerd dat de slechtst mogelijke blootstellingssituaties worden gemeten. De uitdaging bestaat erin het veld lang genoeg en bij een voldoende hoge bemonsteringsfrequentie te meten om de maximale veldwaarde te meten.

### D.1.2.3 Natuurkundige grootte die van belang is

Bij lage frequenties moeten het elektrisch en het magnetisch veld afzonderlijk worden beoordeeld. Veel industriële processen gebruiken hogestroomapparatuur die magnetische velden opwekt. Sterke elektrische velden komen op de werkplek minder vaak voor omdat relatief weinig toepassingen hoge spanningen of open (niet-afgeschermd) geleiders gebruiken. Magnetische velden zijn veel moeilijker af te schermen.

Het is ook belangrijk na te gaan of de blootstelling zich voordoet in het verre veld, op een plaats weg van de bron of in het nabije veld. De grens ver veld/nabije veld wordt voornamelijk bepaald door de golflengte en de omvang van de bron. In het verre veld is er een eenvoudig verband tussen elektrische en magnetische velden, bepaald door de golfimpedantie, waardoor ofwel het elektrisch veld ofwel het magnetisch veld kan worden beoordeeld om de algemene blootstelling te bepalen.

Het verband tussen magnetische en elektrische velden in het nabije veld dicht bij de bron is veel moeilijker te voorspellen aangezien de velden aanzienlijk kunnen variëren over zeer korte afstanden, zo veel dat ze mogelijk afzonderlijk moeten worden beoordeeld. Metingen in het nabije veld zijn meestal moeilijk uit te voeren aangezien de veldniveaus kunnen variëren over zeer korte afstanden en de sensor zelf kan koppelen met het veld en de meting kan beïnvloeden. In industriële situaties met energietransport en opwarmingsprocessen maken de omvang van de bron en de frequentie van het signaal het verplicht dat elektrische en magnetische velden afzonderlijk worden beoordeeld.

Het kan zijn dat het niet mogelijk is nuttige metingen in het nabije veld uit te voeren. In dit geval moet een beoordeling fase 3 worden uitgevoerd, die gebaseerd is op numerieke modelvorming.

#### D.1.2.4 Ruimtelijke variatie

Het is belangrijk om in een vroege fase van het onderzoek te bepalen hoe het veld wordt verspreid ten opzichte van de positie van de werknemer en hoe het veld varieert doorheen de arbeidsplaats. Bij de beoordeling moet rekening worden gehouden met de plaats waar de maximale veldsterkte optreedt ten opzichte van de positie van de werknemer en in veel gevallen zal het veld snel dalen naarmate de afstand van de bron toeneemt.

Als het veld aanzienlijk varieert over zeer korte afstanden, moet de omvang van de sonde nauwkeurig worden bepaald, want lange sonden kunnen in dit geval onjuiste resultaten geven. Ook de actieniveaus voor blootstelling van ledematen kunnen in dergelijke omstandigheden meer geschikt zijn, afhankelijk van het deel van het lichaam dat wordt blootgesteld, en deze zijn minder beperkend dan de andere actieniveaus.

Benaderingen voor ruimtelijke middeling en het aantonen van conformiteit bij niet-uniforme blootstelling worden beschreven in sectie D2 van dit aanhangsel.

#### D.1.2.5 Karakterisering van de golfvorm

Veel EMV die op de werkplek voorkomen, variëren als een continue golf van dezelfde frequentie; in dit geval kan een relatief eenvoudige beoordeling worden gebruikt, met vrij eenvoudige breedbandinstrumenten. Sommige soorten industriële apparatuur produceren complexe golfvormen die bestaan uit een reeks frequenties en in deze gevallen moeten gesofisticeerde instrumenten worden gebruikt, zoals een spectrumanalysator of golfregistratie-instrument, om het signaal te bemonsteren.

Beoordelingen met meerdere frequenties en complexe golfvormen komen in detail aan bod in sectie D3 van dit aanhangsel.

#### D.1.2.6 Tijdvariatie

Het is belangrijk te bepalen hoe de frequentie en/of sterkte (amplitude) van het veld varieert in de tijd. In bepaalde gevallen kan het veld veranderen tijdens de werkingscyclus; in dit geval moet de beoordeling het mogelijk maken de wijzigingen in veldsterkte en frequentie te beoordelen en de tijd te identificeren gedurende dewelke het maximum of het piekveld optreedt.

De tijdwijzigingen kunnen bedoeld zijn, bijvoorbeeld de wijze waarop signalen worden gemoduleerd om informatie in telecommunicatiesystemen te dragen, of onbedoeld, bijvoorbeeld de harmonische signalen die worden geproduceerd tijdens inductieverwarmingsprocessen of wanneer AC-correctie of de snelle schakeling van stroom wordt gebruikt om de toevoer van vermogen naar bepaalde soorten industriële apparatuur te controleren. Het is belangrijk harmonische signalen te identificeren wanneer ze optreden, want de AN en GWB variëren afhankelijk van de frequentie. De wijze waarop blootstellingen aan meerdere frequenties in de blootstellingsbeoordeling moeten worden behandeld, wordt besproken in sectie D3.

Veel moderne instrumenten hebben registratiemogelijkheden waardoor het veld kan worden geregistreerd met vooraf bepaalde bemonsteringsintervallen voor periodes die tot meerdere uren kunnen oplopen. De bemonsteringsfrequentie wordt gekozen op basis van hoe snel het veld in de tijd varieert. Als de bemonsteringsfrequentie te laag is ten opzichte van de variatie van het veld, kan het piekniveau worden gemist, wat leidt tot een onderschatting van blootstelling. De integratieperiode van het instrument, d.w.z. de tijd die de meter nodig heeft om het signaal te verwerken en te registreren, moet ook nauwkeurig in acht worden genomen, want een onder- of overschatting van blootstelling kan optreden als het veld snel wijzigt tijdens de integratieperiode. De meeste moderne instrumenten hebben een integratieperiode van minstens één seconde nodig, dus als het veld sneller wijzigt, is het aangeraden het pieksignaal of de volledige golfvorm te registreren.

### D.1.2.7 Statische magnetische velden

De EMV-richtlijn bevat GWB voor externe magnetische velden van 0 Hz tot 1 Hz. Beweging in statische magnetische velden produceert geïnduceerde elektrische velden in het lichaam die te vergelijken zijn met de velden die door laagfrequente, tijdsafhankelijke velden worden geproduceerd. De EMV-beoordeling die in dit geval nodig is, wordt besproken in sectie D4.

### D.1.2.8 Hoofdfase van het onderzoek

#### *Veiligheidsaspecten van uitvoering van metingen*

Naast de normale veiligheidsoverwegingen in een werkomgeving moet er ook voor worden gezorgd dat de persoon die de metingen uitvoert niet zelf is blootgesteld aan EMV die de AN of GWB overschrijden en geen risico op indirecte effecten loopt. Het is een goede praktijk om metingen te beginnen op een zekere afstand van de bron van de velden. Hierdoor wordt de onderzoeker niet blootgesteld aan velden boven de AN of GWB en wordt het instrument beschermd tegen beschadiging in hoge velden die dicht bij een sterke bron kunnen voorkomen.

In statische magnetische velden moet er in het bijzonder op worden gelet het risico op projectie-effecten te vermijden. In sterke elektrische velden moeten overmatige microschokken en contactstromen worden vermeden.

Vooraf moet een gepaste risicobeoordeling worden opgesteld en moeten gepaste beschermings- of preventiemaatregelen worden genomen. Deze maatregelen kunnen hoofdzakelijk organisatorisch van aard zijn.

#### *Benadering van het onderzoek*

Men moet nauwkeurig de plaats, timing en duur van de metingen bepalen. Dit begint meestal met praten met de werknemers om na te gaan welke taken zij uitvoeren en een periode van observatie terwijl zij aan het werk zijn om de geschikte posities van lichaam en ledematen voor metingen te identificeren. Bij beoordelingen moet rekening worden gehouden met de activiteiten die in normale omstandigheden worden uitgevoerd, met inbegrip van normale werking, schoonmaak, wegwerken van blokkeringen, onderhoud en servicing/repairatie als dit binnen het bedrijf gebeurt.

De meest gangbare benadering van een onderzoek is het gebruik van puntmetingen op bepaalde plaatsen op de werkplek of op specifieke plaatsen rond EMV-bronnen. Deze moeten een weergave zijn van de gebieden die de werknemer bezet terwijl hij zijn taken uitvoert zoals hierboven beschreven. Men moet er echter rekening mee houden dat de AN zoals beschreven in de richtlijn waarden zijn bij afwezigheid van een lichaam; de werknemer mag dus niet aanwezig zijn tijdens de meting zelf (zie hieronder). Om rekening te houden met mogelijke variatie van het veld in de tijd, kunnen meters met registratiemogelijkheden worden gebruikt om het veld op verschillende plaatsen te meten terwijl de puntmetingen worden uitgevoerd.

Het is een goede praktijk om metingen op dezelfde plaats te herhalen met verschillende intervallen tijdens de beoordeling om er zeker van te zijn dat de metingen stabiel zijn en dat de meters correct meten.

Elektrische velden zijn moeilijker te meten dan magnetische velden, omdat elektrische velden gemakkelijk worden verstoord door voorwerpen in de omgeving, zoals het menselijk lichaam. De EMV-richtlijn definieert ongestoorde AN, dus de lichamen van werknemers of onderzoekers moeten tijdens de metingen ver weg van de meetsonde worden gehouden (en de sonde ver weg van metalen voorwerpen).

#### *Instrumenten*

Opdat de beoordeling geldig is, moeten de geschikte instrumenten worden gebruikt om de metingen uit te voeren, en dit hangt af van de aard van het EMV dat wordt beoordeeld. Men moet rekening houden met technische specificaties van het instrument

om na te gaan of het geschikt is om het signaal in kwestie te meten. In sommige gevallen kan het nodig zijn zowel het elektrische als het magnetische veld te meten. Wetend dat de bron werkt bij frequenties boven een paar tienden MHz en de bediener zich in het verre veld bevindt, kan de veldsterkte voor elektrische en magnetische velden worden omgezet van de ene naar de andere, op basis van de waarde van de impedantie van vrije ruimte ( $Z_0 = 377 \text{ ohm } (\Omega)$ ). Een andere belangrijke vereiste is dat de instrumenten moeten worden geïjkt volgens traceerbare normen, om er zeker van te zijn dat ze correct werken. Begin een onderzoek altijd met het instrument ingesteld op het hoogste meetbereik, om het risico op overbelasting te beperken.

Instrumenten met een sensor met één enkele as zullen slechts één component van het veld meten. Wanneer dit soort sensor wordt gebruikt, is het dan ook belangrijk dat hij wordt gebruikt in drie orthogonale oriëntaties op de meetplaats zodat het resulterende veld kan worden berekend. Meer gesofisticeerde instrumenten hebben drie orthogonale sensoren die het resulterende veld kunnen meten. Het is ook belangrijk de grootte van de sonde na te gaan, want de sonde moet kleiner zijn dan het volume waarover het veld varieert. Meer informatie over geschikte sondegrootten is terug te vinden in IEC 61786-1.

Veel moderne instrumenten kunnen worden ingesteld om piekwaarden of de wortel van het gemiddelde van de kwadraten (*root-mean-square*, RMS) te meten voor rechtstreekse vergelijking met de grenswaarden die in de EMV-richtlijn worden gegeven. De AN in de EMV-richtlijn worden meestal gegeven als RMS-waarden. Het is evenwel mogelijk dat toestellen voor RMS-metingen niet geschikt zijn voor meting van de velden die worden opgewekt door puntlassen of apparatuur voor radiofrequentie-identificatie (RFID) waar het signaal gepulst kan zijn en de veldwijzigingen veel sneller zijn dan het tijdsgemiddelde voor het instrument. In gevallen met complexe signalen gaat de voorkeur uit naar gewogen piekblootstellingsbeoordelingen (zie sectie D3).

Een aantal van de belangrijkste factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij de keuze van geschikte instrumenten is weergegeven in tabel D2.

**Tabel D2 — Factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij keuze van geschikte instrumenten**

Te beoordelen EMV-eigenschappen	Instrumentvereisten
Frequentie	Het instrument moet kunnen reageren op het volledige frequentiegebied in het te beoordelen signaal.
Amplitude	Het instrument moet een voldoende groot dynamisch bereik hebben om de veldsterktes die kunnen optreden te meten.
Modulatie-eigenschappen	Het instrument moet verschillende modulatieschema's kunnen detecteren.
Tijdsvariatie/werkingscyclus	Houd rekening met de bemonsteringsfrequentie, de integratietijd van het instrument en de duur van de registratieperiode.
Ruimtelijke variatie	Sonde moet kleiner zijn dan het volume waarover het veld varieert.
Locatie: binnen/buiten/beide Gewicht/duurzaamheid van instrument	Voor onderzoeken buiten, weg van het elektriciteitsnet, kan voldoende batterijcapaciteit vereist zijn. Is het instrument geschikt voor onderzoek buiten.

### Verslagparameters

Voorbeelden van te registreren hoofdparameters als onderdeel van de beoordeling van de werkplek staan vermeld in tabel D3.

Als de beoordeling van fase 2 aangeeft dat de omgevingsvelden onder de AN liggen, is de werkplek conform de EMV-richtlijn en kan de beoordeling worden afgesloten (figuur D1).

Als de GWB of AN voor statisch veld kunnen worden overschreden, moet de werkgever gepaste beschermings- of preventie maatregelen nemen.

Als bij lage frequenties de lage AN worden overschreden, moet de werkgever een bijkomende beoordeling aan de hand van de hoge AN uitvoeren. Als de metingen onder de hoge AN liggen, kan de werkgever kiezen om ofwel beschermings- of preventiemaatregelen in te voeren, met inbegrip van opleiding van werknemers, ofwel een beoordeling van fase 3 uit te voeren om conformiteit met de GWB voor effecten op de zintuigen aan te tonen.

**Tabel D3 — Voorbeeld van parameters die op een onderzoeksblad moeten worden genoteerd**

Parameter	Opmerking
Dag en uur van onderzoek	Referentie
Naam contactpersoon/gegevens plaats/structuren	Referentie
Beoordeelde werkplek	Details van aanwezige apparatuur, met inbegrip van samenvatting van werkingsspecificatie
Beoordeelde taak of activiteit van werknemer	Routinewerking, onderhoud of schoonmaak
Natuurkundige grootheid die van belang is	Elektrisch veld, magnetisch veld of vermogensdichtheid
Details van meetinstrumenten	Breedband- of smalbandmeter, frequentierespons, dynamisch bereik, bemonsteringsfrequentie, ijkingsdatum en onzekerheid.
Meetstrategie	Piek/Root-Mean-Square (RMS) Resultante, x, y, z Punt- of uitgebreide metingen Bemonsteringsplaatsen (met inbegrip van diagram of kaart indien nodig) Bemonsteringsfrequentie

Als de gemeten velden de hoge AN overschrijden, moet de ruimtelijke omvang van het veld worden bekeken in verhouding tot de blootgestelde lichaamsdelen van de werknemer en indien nodig moeten de velden worden vergeleken met de AN voor ledematen. Als de blootstelling niet plaatselijk is, of de plaatselijke blootstelling overschrijdt de AN voor ledematen, heeft de werkgever twee opties. Hij kan ofwel beschermings- en/of preventiemaatregelen nemen, ofwel een beoordeling van fase 3 uitvoeren om conformiteit met GWB te evalueren (zie sectie D1.3).

Als de omgevingsvelden bij hoge frequenties de AN overschrijden, heeft de werkgever opnieuw de keuze om ofwel beschermings- en/of preventiemaatregelen te nemen, ofwel een beoordeling van fase 3 uit te voeren.

Als de AN voor contactstroom zijn overschreden, moet de werkgever gepaste beschermings- of preventiemaatregelen nemen.

### D.1.3 Fase 3 — Beoordeling aan de hand van grenswaarden voor blootstelling (GWB)

#### D.1.3.1 Inleiding

De EMV-richtlijn definieert GWB die hoofdzakelijk zijn bedoeld om de geïnduceerde elektrische velden en het specifieke energieabsorptietempo (SAT) in het lichaam te specificeren. Dergelijke grootheden zijn niet gemakkelijk te meten en dus steunt een beoordeling van fase 3 meestal op gesofisticeerde numerieke modeleringstechnieken om conformiteit met de GWB te bepalen, hoewel een aantal meetmethoden beschikbaar zijn.

De AN geven behoudende ramingen van de maximale omgevingsvelden waaraan het hele lichaam van een werknemer kan worden blootgesteld zonder de relevante GWB te



overschrijden. Als metingen aangeven dat een AN kan worden overschreden voor een specifieke blootstellingssituatie, kan het nodig zijn een dosimetrische beoordeling uit te voeren om conformiteit met de GWB te bepalen.

Numerieke simulaties kunnen worden gebruikt om te beoordelen of de elektromagnetische velden die een toestel opwekt zullen leiden tot een overschrijding van de GWB. Simulaties en de toepassing van computerdosimetrie vormen de link tussen de AN (extern gemeten onverstoorde elektromagnetische velden) en GWB (modellen van dosisgrootheden die de interactie van het elektromagnetisch veld en het menselijk lichaam weergeven). Deze simulaties worden gebruikt om elektromagnetische veldwaarden, gemeten bij afwezigheid van het lichaam, om te zetten naar dosisgrootheden in het lichaam.

De dosisgrootheden in de GWB omvatten geïnduceerde elektrische veldsterktes, het specifieke energieabsorptietempo (SAT) en de vermogensdichtheid. Gezondheidseffecten en dus dosisgrootheden zijn afhankelijk van de frequentie van het invallende veld. Bij lage frequenties specificeert de richtlijn GWB in termen van geïnduceerde elektrische veldsterktes, terwijl bij hogere frequenties SAT en vermogensdichtheid worden gebruikt (tabel D4).

**Tabel D4 — Mogelijk schadelijke biologische effecten, GWB- en AN-grootheden**

Frequentie	Mogelijk schadelijk biologisch effect	GWB-dosisgrootheid (numeriek gesimuleerd)	AN-blootstellingsgrootheid (meestal gemeten)
1 Hz-10 MHz	Effecten op het centrale zenuwstelsel (CZS) en het perifere zenuwstelsel (PZS)	Geïnduceerde elektrische velden in gestimuleerde weefsels in V/m	Elektrische veldsterkte, magnetische fluxdichtheid, geïnduceerde en contactstromen
100 kHz-6 GHz	Opwarming van weefsel	SAT in W/kg SA in J/kg	(Elektrische veldsterkte) <sup>2</sup> , (magnetische fluxdichtheid) <sup>2</sup> , geïnduceerde en contactstromen
6 GHz-300 GHz	Opwarming van oppervlakte	Vermogensdichtheid in W/m <sup>2</sup>	(Elektrische veldsterkte) <sup>2</sup> , (magnetische fluxdichtheid) <sup>2</sup> en vermogensdichtheid

### D.1.3.2 Interacties van elektromagnetische velden met menselijk weefsel

#### *Laagfrequente velden*

Bij lage frequenties kunnen elektrische en magnetische velden worden beschouwd als ontkoppeld (de quasistatische benadering) waardoor ze afzonderlijk kunnen worden behandeld.

#### *Extern elektrisch veld*

Het menselijk lichaam verstoort een invallend laagfrequent elektrisch veld aanzienlijk. In de meeste blootstellingssituaties is het externe elektrische veld verticaal georiënteerd ten opzichte van de grond. Het menselijk lichaam is een goede geleider bij lage frequenties en de interne elektrische velden die in het lichaam worden geïnduceerd, zijn vele grootteorden kleiner dan het extern toegepaste veld.

De verspreiding van lading die op het oppervlak van het lichaam worden geïnduceerd door blootstelling aan een extern elektrisch veld, is niet uniform. Het resultaat is een veelal verticale oriëntatie van de interne stromen die in het lichaam worden geïnduceerd. Een andere factor die de grootte en ruimtelijke verspreiding van de in het

lichaam geïnduceerde elektrische velden in het lichaam sterk beïnvloedt, is het contact tussen het menselijk lichaam en de elektrische aarde. De hoogste interne elektrische velden worden geïnduceerd wanneer het lichaam perfect in contact is met de aarde via beide voeten. Hoe beter het lichaam geïsoleerd is tegen elektrische aarde, hoe lager de geïnduceerde elektrische velden in weefsels. Daarom kan het dragen van isolerende werkschoenen in bepaalde omstandigheden een mate van bescherming tegen de effecten van laagfrequente velden bieden.

### *Extern magnetisch veld*

In tegenstelling tot toegepaste elektrische velden verstoort het menselijk lichaam geen toegepast magnetisch veld. Het magnetisch veld in menselijk weefsel is hetzelfde als het externe magnetisch veld. Dit komt doordat de magnetische permeabiliteit van weefsels dezelfde is als die van lucht. Magnetische materialen (zoals bijvoorbeeld magnetiet) kunnen in weefsel aanwezig zijn; de hoeveelheden zijn echter zo klein dat ze om praktische redenen kunnen worden genegeerd.

De belangrijkste interactie van een extern magnetisch veld met het lichaam is de met Faraday-inductie verwante stroom in geleidend menselijk weefsel. In heterogene weefsels die bestaan uit meerdere geleidingsgebieden gaan de stromen ook door de interfaces tussen deze gebieden.

### *Hoogfrequente velden*

Bij hoge frequenties kan het menselijk lichaam worden beschouwd als een niet-perfekte geleidende antenne. Elektrische velden en stromen zullen in de weefsels van het lichaam worden geïnduceerd. Als het lichaam op een grondvlak staat, gaan de geïnduceerde stromen door het lichaam in een verticale richting door de voeten naar de grond. Geïnduceerde elektrische velden en stromen geven aanleiding tot thermische effecten in menselijke weefsels, zowel plaatselijk als in het hele lichaam. De grootte en ruimtelijke verspreiding van deze geïnduceerde elektrische velden zijn erg afhankelijk van de configuratie en frequentie van de blootstelling.

Het lichaam heeft een natuurlijke resonantiefrequentie die in verhouding is tot de grootte. Radiofrequente elektromagnetische velden worden meer doeltreffend geabsorbeerd bij frequenties die in de buurt van deze resonantiefrequentie liggen. Bij frequenties die kleiner zijn dan ongeveer 1 MHz absorbeert het menselijk lichaam zeer weinig RF-energie. Aanzienlijke absorptie treedt op bij een resonantiefrequentie van 60-80 MHz wanneer het menselijk lichaam geïsoleerd is en van 30-40 MHz wanneer het met de aarde verbonden is. Bovendien kunnen ook delen van het lichaam resonant zijn. Het hoofd van een volwassene is resonant bij ongeveer 400 MHz. Bij een lichaam in zittende positie kunnen de bovenste en onderste helft van het lichaam hun eigen resonantiefrequenties hebben. Daarom is de frequentie waarbij de maximale hoeveelheid RF-energie wordt geabsorbeerd afhankelijk van de omvang en de houding van het lichaam. Over het algemeen treedt er minder RF-opwarming op naarmate de frequentie toeneemt boven het resonantiegebied. Opwarming bij hogere frequenties is meestal echter meer geconcentreerd aan het oppervlak van het lichaam naarmate de doordringingsdiepte van het invallende veld afneemt.

## **D.1.3.3 Grenswaarden voor blootstelling**

GWB geven dosisgrootheden binnen het lichaam weer die bedoeld zijn om te beschermen tegen schadelijke gezondheidseffecten van de blootstelling aan elektromagnetische velden van het menselijk lichaam. De toegepaste GWB zijn afhankelijk van de frequentie van het onderzochte veld.

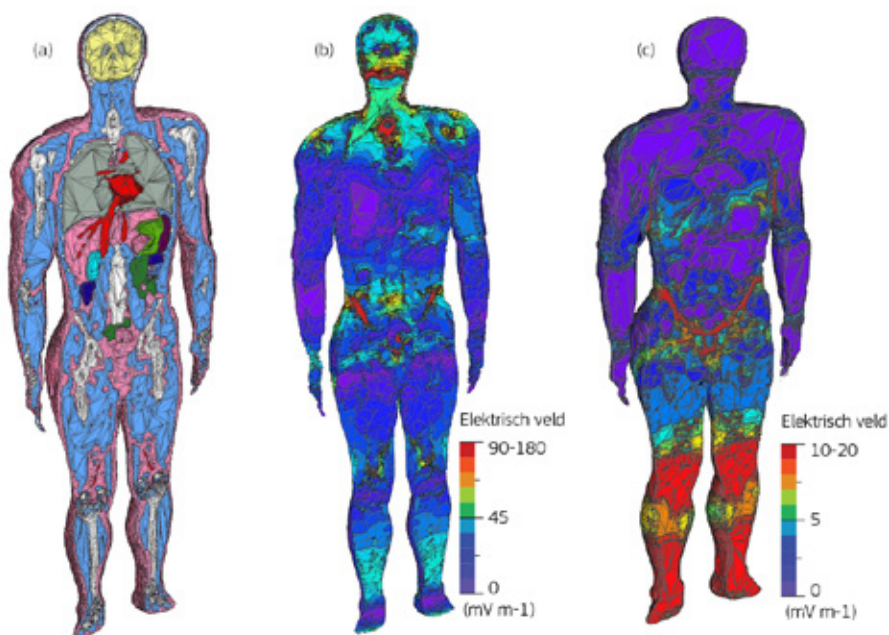
### *Lage frequentie*

Bij lage frequenties (1 Hz tot 10 MHz) is de belangrijkste dosimetrische grootheid het interne elektrische veld dat in het menselijk lichaam wordt geïnduceerd. Dat komt doordat drempels voor de stimulatie van menselijk zenuwweefsels worden gedefinieerd door de grootte en ruimtelijke variatie van deze interne elektrische velden. Het geïnduceerde elektrische veld wordt uitgedrukt in volt per meter ( $Vm^{-1}$ ).

Voor blootstelling aan laagfrequente elektrische velden worden interne elektrische velden in het lichaam opgewekt die het invallende veld aanzienlijk verstoren. Niet-uniforme belastingen worden op het oppervlak van het lichaam geïnduceerd door het externe elektrische veld, en interne elektrische velden worden binnen het lichaam opgebouwd, wat stromen in het lichaam kan opwekken.

Voor blootstelling aan laagfrequente magnetische velden worden interne elektrische velden opgewekt door het magnetisch veld dat een elektrisch veld en verwante stromen in menselijk weefsel induceert. Velden worden ook opgewekt door stromen die tussen gebieden van verschillende weefselgeleidbaarheid in het lichaam gaan. Figuur D3 toont hoe deze geïnduceerde elektrische velden in het lichaam worden geabsorbeerd bij blootstelling aan externe laagfrequente elektrische en magnetische velden.

**Figuur D3 — Blootstelling aan lage frequentie: opengewerkte afbeeldingen van het menselijk lichaam met (a) interne organen in het lichaam (b) interne elektrische velden opgewekt door blootstelling aan een extern laagfrequent magnetisch veld en (c) interne elektrische velden opgewekt door blootstelling aan een extern laagfrequent elektrisch veld**

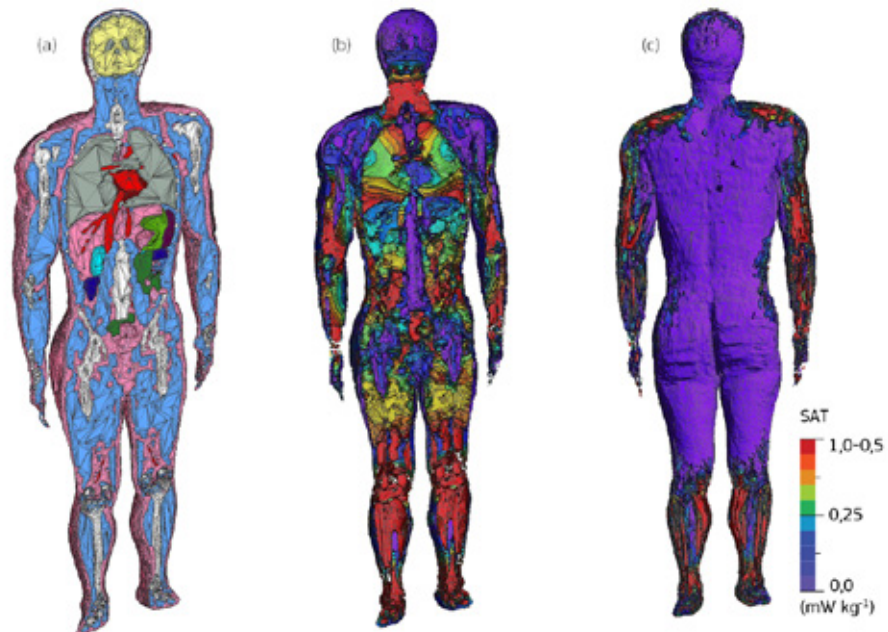


### Hoge frequentie

Bij hoge frequenties (100 kHz tot 300 GHz) is de belangrijkste dosimetrische meting van absorptie van elektromagnetisch veld het specifieke energieabsorptietempo (SAT). Dit is te wijten aan de dominante schadelijke biologische effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden bij deze frequenties, veroorzaakt door temperatuurstijgingen in weefsels.

SAT kan worden gedefinieerd als het vermogen dat per massa-eenheid wordt geabsorbeerd. Het wordt uitgedrukt in watt per kilogram ( $Wkg^{-1}$ ). Het wordt in de EMV-richtlijn gebruikt als de dosisgrootheid aangezien het nauw verbonden is met temperatuurstijging in menselijk weefsel. Figuur D4 toont hoe het SAT in het menselijk lichaam wordt verspreid wanneer het wordt blootgesteld aan een hoogfrequent elektromagnetisch veld.

**Figuur D4 — Blootstelling aan hoge frequenties: opengewerkte afbeeldingen van het menselijk lichaam met (a) de interne organen in het lichaam (b) SAT opgewekt in weefsels bij blootstelling aan een elektromagnetisch veld van 40 MHz en (c) SAT opgewekt in weefsels bij blootstelling aan een elektromagnetisch veld van 2 GHz**



De interne dosisgrootheden (elektrische velden en SAT) die worden gebruikt om de GWB te bepalen, kunnen niet nauwkeurig worden beoordeeld door meting, aangezien veldsterktes in het menselijk lichaam niet op niet-invasieve wijze kunnen worden gemeten. De dosisgrootheden van GWB werden gemeten bij dieren; de gegevens zijn evenwel beperkt en de nauwkeurigheid van deze metingen is relatief zwak. Bovendien kunnen studies op dieren niet rechtstreeks naar de mens worden geëxtrapoleerd aangezien er op veel gebieden fysiologische verschillen tussen de soorten zijn. Met numerieke simulaties van elektromagnetische absorptie door de mens, en dus conformiteit met de GWB van de EMV-richtlijn, kunnen interne dosisgrootheden rechtstreeks worden onderzocht.

#### **D.1.3.4 Beoordeling van conformiteit met de GWB**

Voor de berekening van de dosisgrootheden in het lichaam die vereist zijn voor vergelijking met de GWB, zijn een weergave van het menselijk lichaam, een numerieke methode die de interactie van het elektromagnetisch veld met biologische weefsels in een model kan omzetten en een weergave van de bron van het elektromagnetisch veld nodig.

##### *Menselijk model*

Het menselijk lichaam kan worden beschouwd als een ontvangende antenne wanneer het aan elektromagnetische velden wordt blootgesteld. De anatomische, geometrische en elektrische eigenschappen van het lichaam zijn dan ook uiterst belangrijk bij de beoordeling van conformiteit met de GWB.

Vroeger werden eenvoudige homogene structuren zoals bollen, afgeplatte bollen, cilinders, schijven en kubussen gebruikt ter vervanging van het lichaam voor de evaluatie van interne dosisgrootheden. Voor deze homogene vormen wordt een enkele waarde van geleiding en diëlektrische constante gebruikt. Dit geeft een gemiddelde waarde voor het hele lichaam, die meestal niet afhankelijk is van de frequentie. Het gebruik van dergelijke eenvoudige structuren maakt de numerieke simulatie van blootstelling aan elektromagnetische velden gemakkelijker. De resultaten van dergelijke

procedures zijn echter onnauwkeurig en geven een aanzienlijke overschatting van de werkelijke blootstelling.

**Figuur D5 — Menselijk model: een voorbeeld van een heterogeen, anatomisch realistisch mannelijk model. Zijn aangeduid: het skelet en de interne organen (links), de spierlaag (midden) en de huidlaag (rechts)**



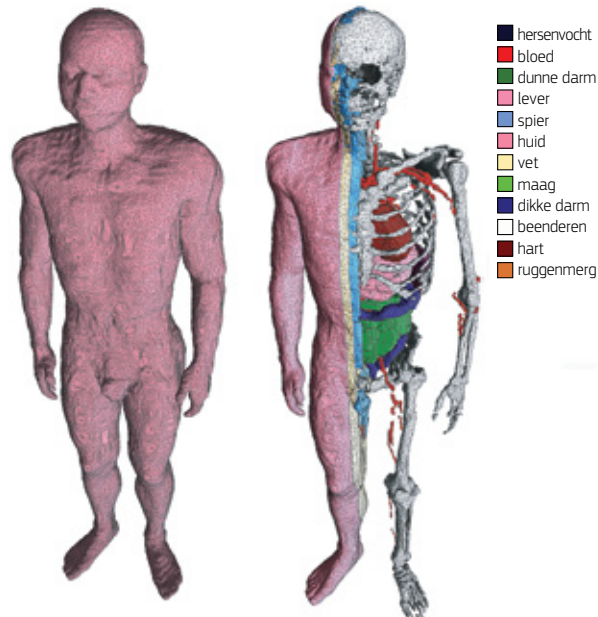
Het is aanbevolen heterogene, anatomisch realistische modellen van het menselijk lichaam te gebruiken voor de beoordeling van blootstelling aan elektromagnetische velden. Een aantal organisaties hebben een reeks heterogene modellen van het lichaam ontwikkeld (mannelijk, vrouwelijk, zwanger, in een houding enz.) met realistische anatomie en identificatie van talloze weefsels. Door de investering die vereist is om een dergelijk model te maken, zijn er meestal kosten verbonden met het gebruik ervan. Bovendien zijn er onvermijdelijk verschillen tussen de beschikbare modellen, zodat ze waarschijnlijk licht verschillende resultaten geven.

Anatomisch realistische modellen worden meestal ontwikkeld door computersegmentatie van gegevens van MRI-beelden van het lichaam in verschillende weefseltypes. Er wordt in het bijzonder voor gezorgd dat deze modellen anatomisch realistisch worden gemaakt. Voorbeelden van een heterogeen mannelijk volwassen model zijn terug te vinden in figuren D5 en D6. Deze modellen bestaan meestal uit meer dan dertig verschillende weefsels en organen. Het model kan gebaseerd zijn op voxel (volume-pixel) of oppervlak.

Wanneer het model van het menselijk lichaam wordt gebruikt in simulaties die gebruikmaken van een numerieke methode zoals het „finite-difference time-domain”, wordt het meestal weergegeven door kubusvormige cellen (voxels) met afmetingen van 1 tot 2 mm. Aan voxels wordt een waarde van geleidbaarheid en diëlektrische constante toegekend, gebaseerd op gemeten waarden voor verschillende organen en weefsels.

Om de dosisgrootheden in de getoonde menselijke modellen te berekenen, moeten de diëlektrische eigenschappen van de weefsels waaruit deze modellen bestaan worden gespecificeerd. Als ervan wordt uitgegaan dat verschillende weefsels in grote mate homogeen zijn, kunnen de elektrische eigenschappen worden beschreven door twee parameters, met name de geleidbaarheid ( $\sigma$ ) en de diëlektrische constante ( $\epsilon$ ). Deze eigenschappen variëren met de frequentie voor biologische weefsels. Meestal zal de geleidbaarheid van een weefsel toenemen en de diëlektrische constante dalen naarmate de frequentie toeneemt.

**Figuur D6 — Menselijk model: opengewerkte afbeelding van een heterogeen menselijk model met specifieke weefseltypes**



Diëlektrische eigenschappen variëren sterk afhankelijk van het weefsel (zie <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Weefsels met een hoog watergehalte, zoals lichaamsvloeistoffen, vertonen bijna geen frequentieafhankelijkheid voor frequenties onder 100 kHz. Het water- of vochtgehalte dat in een menselijk weefsel aanwezig is, is duidelijk te zien in de getoonde diëlektrische eigenschappen en in de wijze waarop het met de frequentie verandert. Als gevolg hiervan kunnen weefsels die een soortgelijk gedrag vertonen wanneer ze aan elektromagnetische velden worden blootgesteld, worden ingedeeld in groepen op basis van hun watergehalte. Zo hebben bloed en hersenvocht een hoog watergehalte, waardoor ze stromen relatief goed kunnen geleiden. Longen, huid en vet zijn vrij zwakke geleiders, terwijl lever, milt en spieren gemiddelde geleiders zijn.

### *Numerieke methoden*

Er werden al verschillende numerieke methoden gebruikt om de absorptie van elektromagnetische velden door heterogene, anatomisch realistische menselijke modellen te beoordelen. Er zijn slechts een beperkt aantal geschikte numerieke methoden door de uiterst heterogene elektrische eigenschappen van het menselijk lichaam en de al even complexe vormen van externe en interne organen.

De methoden die met succes werden gebruikt voor de dosimetrie van elektromagnetische velden met hoge resolutie, omvatten de „finite difference”-methode (FD) in het frequentiedomein en het tijdsdomein (FDTD), de „finite element”-methode (FEM) en de „finite integration”-techniek (FIT).

Deze methoden bieden een directe oplossing van de vergelijkingen van Maxwell. Ze delen het numerieke gebied op in een 3D-rooster van cellen of oppervlakken waaraan afzonderlijke elektrische eigenschappen worden toegekend. In het geval van de „finite difference”-methoden herhaalt de rekencode door tijd en ruimte, waarbij ze veldwaarden in elke cel evalueert totdat convergentie van de oplossing is bereikt.

Elke methode heeft een aantal voordelen en beperkingen. Alle methoden en een aantal computercodes werden uitgebreid geverifieerd door vergelijking met analytische oplossingen en experimentele resultaten om te verzekeren dat de door deze methoden verkregen resultaten representatief zijn voor een brede verscheidenheid van situaties van elektromagnetische blootstelling.

### **D.1.3.5 Gemiddelde: 99e percentiel van geïnduceerd elektrisch veld, SAT voor het hele lichaam en plaatselijk SAT**

#### *99e percentiel van geïnduceerd elektrisch veld*

Bij de beperking van schadelijke effecten van in-situ elektrische velden die in de werknemer worden geïnduceerd, is het belangrijk het gebied te definiëren waarover het in-situ elektrisch veld is gemiddeld. Als praktisch compromis tussen de vereisten voor een degelijke biologische basis en rekenkundige beperkingen is het aanbevolen dat het in-situ elektrisch veld wordt bepaald als een vectorgemiddelde van het elektrisch veld in een klein volume aaneengesloten weefsel van  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ .

Vaak maken numerieke methoden die worden gebruikt om in het lichaam geïnduceerde elektrische velden te berekenen, gebruik van een model van een mens, opgedeeld in cellen of voxels. Als er echter een methode wordt gebruikt die geen cellen gebruikt, moet een geschikt middelingsalgoritme worden opgesteld dat het elektrisch veld berekent over een volume van  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$  binnen de numerieke code. Voor een specifiek weefsel is het 99e percentiel van de waarde van het elektrisch veld de relevante waarde die moet worden vergeleken met de grenswaarden voor blootstelling (ICNIRP 2010).

#### *Gemiddelde SAT's voor het hele lichaam*

De GWB voor SAT's voor het hele lichaam zijn bedoeld om te beschermen tegen opwarmingseffecten van het hele lichaam. Om het SAT voor het hele lichaam te berekenen, worden de absorptietempo's in alle voxels van het menselijk model opgeteld en dan gedeeld door de massa van het lichaam.

#### *Lokale SAT's*

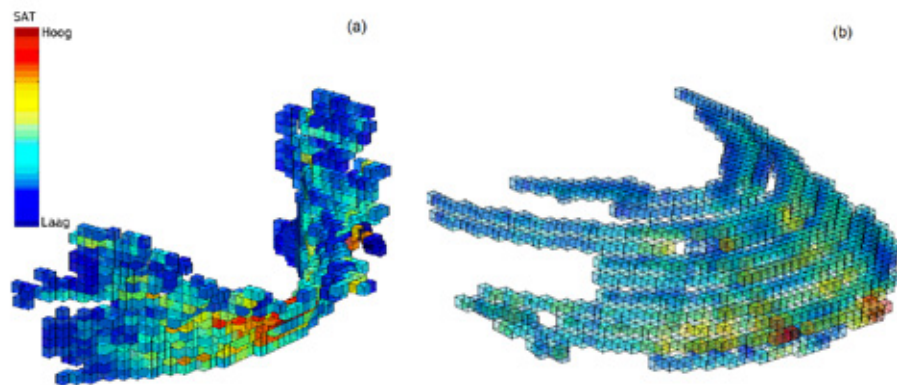
Lokale GWB voor SAT staan in de EMV-richtlijn vermeld om te beschermen tegen lokale opwarming in het menselijk lichaam, vooral door blootstelling aan bronnen van elektromagnetische straling in het nabije veld.

Voor de berekening van het lokale SAT voor blootstelling aan elektromagnetische velden tussen 100 kHz en 6 GHz stelt de EMV-richtlijn dat de te gebruiken middelingsmassa 10 g aaneengesloten (d.w.z. verbonden) weefsel is. Het maximale lokale SAT moet de waarde zijn die voor de raming van de blootstelling wordt gebruikt.

Een procedure voor berekening van het lokale SAT over een gebied met 10 g aaneengesloten weefsel is als volgt. Er wordt een cel geselecteerd met het maximale SAT in een horizontale sectie van het menselijk model. Vervolgens worden de zes aangrenzende cellen onderzocht die de zijden van de originele cel aanraken om na te gaan welke cel het hoogste absorptietempo heeft. Zodra dit is uitgevoerd, worden de vermogens en massa's opgeteld. De oppervlakken van de overeenstemmende buurcellen worden onderzocht om een aaneengesloten gebied van cellen te verkrijgen waarvan de massa gelijk is aan 10 g en het SAT wordt voor dit aaneengesloten gebied berekend. In deze procedure worden ongeveer 1 000 cellen gebruikt (afhankelijk van de dichtheid van het weefseltype) voor een voxelresolutie van 2 mm, aangezien elke cel een volume van  $0,008 \text{ cm}^3$  heeft. Deze procedure wordt herhaald voor elke horizontale sectie en uiteindelijk wordt de maximale SAT-waarde van elk aaneengesloten gebied over het gehele menselijk lichaam gekozen.

Voorbeelden van lokale SAT's gemiddeld over een aaneengesloten gebied van 10 g zijn weergegeven in figuur D7. Deze figuur toont SAT's van aaneengesloten piekgebieden van 10 g berekend voor een menselijk model bij blootstelling aan een elektromagnetisch veld met vlakke golven van 100 MHz en 3,4 GHz.

**Figuur D7 — Aaneengesloten gebieden: SAT gemiddeld over 10 g aaneengesloten (verbonden) gebieden bij een menselijk model bij blootstelling aan een elektromagnetisch veld van (a) 100 MHz en (b) 3,4 GHz. De kleurkaart varieert van donkerblauw (laag SAT) naar donkerrood (hoog SAT)**



## D.2 Aantonen van conformiteit voor niet-uniforme blootstelling

### D.2.1 Inleiding

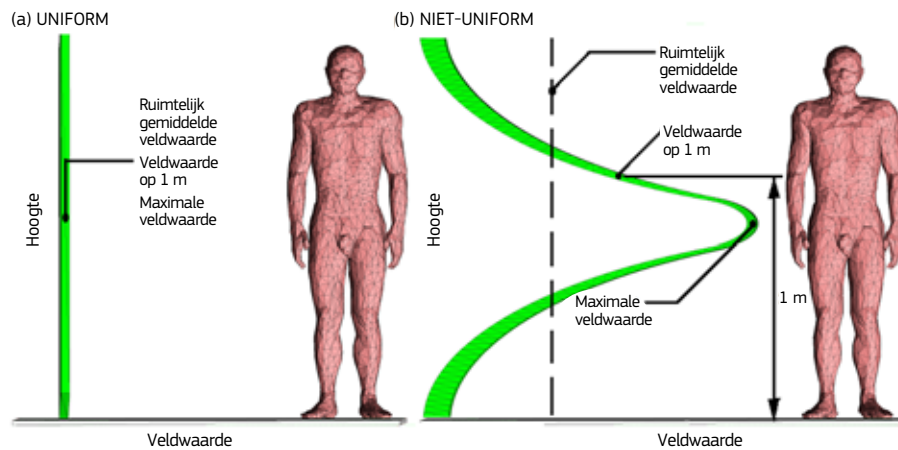
Blootstelling aan elektromagnetische velden kan worden beschreven als uniform of niet-uniform. Een uniform elektromagnetisch veld wordt gedefinieerd bij hoge frequenties als een golf die in die mate is uitgespreid dat ze dezelfde amplitude zal hebben overal in het vlak loodrecht op de voortplantingsrichting. Het uniforme veld is een idealisering waarmee de golf kan worden verklaard in termen van een volledige golf die zich in één enkele richting voortplant. Bij lage frequenties is een uniform veld een veld dat hetzelfde is binnen een gedefinieerd volume, bijvoorbeeld een elektrisch veld tussen twee oneindige parallelle platen.

De bepaling van de veldwaarde voor beoordeling van conformiteit met AN is eenvoudig voor een uniform elektromagnetisch veld, aangezien de waarde overal dezelfde is langs een lijn die loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf staat (figuur D8). Wanneer een veld op deze manier uniform is, of relatief uniform (binnen 20 %), zou een meting van het veld op één plaats van een ruimte die door een werknemer wordt ingenomen voldoende moeten zijn.

Toestellen die elektromagnetische straling geven, kunnen niet-uniforme blootstellingsomstandigheden geven over de hoogte van het lichaam als ze zich dicht bij een persoon of in een omgeving bevinden waar er variatie in het opgewekte veld is door grondreflecties/verstrooiing van nabije voorwerpen.



**Figuur D8 — Voorbeelden van uniforme en niet-uniforme blootstelling: de variatie van het veld met de afstand van de grond voor (a) een uniform veld (b) een typische dipool. De ruimtelijk gemiddelde veldwaarde, maximale veldwaarde en veldwaarde op 1 m zijn aangegeven**



De bepaling van een enkele veldwaarde voor vergelijking met de AN is niet eenvoudig als het veld aanzienlijk varieert in het gebied dat door de werknemer wordt ingenomen. In deze blootstellingsomstandigheden kan de maximale veldwaarde bij de lichaamspositie van de werknemer worden gebruikt, maar dit zal leiden tot een behoudende beoordeling. Sommige organisaties hebben voorgesteld gebruik te maken van een enkele veldwaarde op een hoogte van 1 m; deze waarde is echter ook vaak niet representatief.

In deze niet-uniforme omstandigheden moet een geschikte methode voor het verkrijgen van een enkele veldwaarde worden gedefinieerd. De richtlijn stelt dat ruimtelijke middeling van het veld in deze gevallen kan worden gebruikt. Ruimtelijk gemiddelde metingen of berekeningen zijn aanbevolen aangezien ze een meer representatieve indicatie geven van blootstelling in situaties waarbij het veld varieert langsheen de hoogte van het menselijk lichaam.

## D.2.2 Problemen met betrekking tot niet-uniforme blootstelling

De richtlijn specificeert AN in termen van een enkele waarde voor een bepaalde frequentie. De grootte van deze AN is vastgesteld om conformiteit met de relevante GWB te verzekeren of om na te gaan welke preventie- of beschermingsmaatregelen vermeld in artikel 5 moeten worden genomen.

Als het veld evenwel niet uniform is binnen het gebied dat door de werknemer wordt ingenomen (zoals in figuur D8 (b)), varieert de elektrische veldsterkte of magnetische fluxdichtheid afhankelijk van de positie waarbij het veld wordt beoordeeld. Een geldige vraag zou zijn welke enige waarde van het veld moet worden vergeleken met de AN?

De richtlijn raadt in deze blootstellingsomstandigheden aan het maximale veld over het relevante volume te meten of ruimtelijke middeling uit te voeren. In gevallen waarbij er een zeer plaatselijke bron dicht bij het lichaam is, moet conformiteit met de GWB met dosimetrie worden bepaald.

De richtlijn stelt in opmerking B1-3 en B2-3 van bijlage II voor niet-thermische effecten:

„AN komen overeen met de berekende of gemeten maximumwaarden op de positie van het lichaam van de werknemer. Dit resulteert in een behoudende beoordeling van blootstelling en automatische inachtneming van de GWB in alle niet-uniforme blootstellingsomstandigheden. Ter vereenvoudiging van de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de inachtneming van de GWB in specifieke niet-uniforme

omstandigheden, worden in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen criteria voor ruimtelijke middeling van gemeten velden op basis van vastgestelde dosimetrie bepaald. In geval van een zeer plaatselijke bron met een afstand van enkele centimeters van het lichaam, wordt het geïnduceerde elektrische veld per geval dosimetrisch bepaald.”

De richtlijn stelt in opmerking B1-3 van bijlage III voor thermische effecten:

„AN(E) en AN(B) komen overeen met de berekende of gemeten maximumwaarden op de positie van het lichaam van de werknemer. Dit resulteert in een behoudende beoordeling van blootstelling en automatische inachtneming van de GWB in alle niet-uniforme blootstellingsomstandigheden. Ter vereenvoudiging van de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de inachtneming van de GWB in specifieke niet-uniforme omstandigheden, worden in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen criteria voor ruimtelijke middeling van gemeten velden op basis van vastgestelde dosimetrie bepaald. In geval van een zeer plaatselijke bron met een afstand van enkele centimeters van het lichaam, wordt de inachtneming van de GWB per geval dosimetrisch bepaald.”

### D.2.2.1 Maximale veldwaarde

Dit is de eenvoudigste manier om conformiteit met de grenzen in de richtlijn te beoordelen; het is evenwel ook de methode die de meest behoudende raming van blootstelling aan een veld van een werknemer geeft. Er wordt geen ruimtelijke middeling uitgevoerd. De meting of berekening van het onverstoorde veld, d.w.z. zonder dat de werknemer aanwezig is, wordt uitgevoerd op een plaats binnen een gebied dat door de werknemer wordt ingenomen waar het veld maximaal is. Het veld wordt beoordeeld zonder werknemer, want zijn aanwezigheid kan in bepaalde blootstellingsomstandigheden de veldwaarde vervormen. Merk op dat bij lage frequenties alleen het elektrische veld wordt beïnvloed door de aanwezigheid van een werknemer. Mensen zijn niet magnetisch en de geïnduceerde stromen zijn niet voldoende om het veld te beïnvloeden.

ICNIRP (2010) stelt in de sectie „Ruimtelijke middeling van externe elektrische en magnetische velden”:

„Referentieniveaus zijn vastgesteld voor de blootstellingsomstandigheden waarbij de variatie van het elektrisch of magnetisch veld in de ruimte die het lichaam inneemt relatief klein is. In de meeste gevallen is de afstand tot de bron van het veld echter zo klein dat de verspreiding van het veld niet-uniform of plaatselijk is voor een klein deel van het lichaam. In deze gevallen leidt de meting van de maximale veldsterkte in de positie van ruimte die het lichaam inneemt altijd tot een veilige, zij het zeer behoudende beoordeling van blootstelling.”

### D.2.2.2 Ruimtelijke middeling

Ruimtelijke middeling van het veld voor niet-uniforme blootstelling kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Drie vaak gebruikte benaderingen, in dalende volgorde van complexiteit, zijn de ruimtelijke middeling van het veld over:

- een volume dat door de werknemer of een deel van de werknemer wordt ingenomen;
- een dwarsdoorsnede van het gebied dat door de werknemer of een deel van de werknemer wordt ingenomen;
- een lijn in het gebied dat door de werknemer of een deel van de werknemer wordt ingenomen.

Details van deze benaderingen zijn terug te vinden in verschillende internationale normen en richtsnoeren, bv. IEEE C95.3 (2002), Cenelec EN 50357 (2001), IEC 62226 (2001), IEC 62233 (2005), IEC 62110 (2009). Hoe complexer de middelingsprocedure, hoe beter de benadering van het niet-uniforme veld. Het wordt evenwel aanvaard dat, omwille van beoordeling van de conformiteit, bepaling van de veldwaarden over een geprojecteerd volume of gebied moeilijk kan zijn, aangezien voor

deze benaderingen veel monsternamepunten nodig zijn. Lijnmethoden voor middeling kunnen een goede weergave van een niet-uniform elektromagnetisch veld zijn en worden in de volgende secties dan ook aanbevolen.

*(a) Blootstelling aan elektrische en magnetische velden tussen 1 Hz en 10 MHz*

De ruimtelijk gemiddelde waarden van de elektrische veldsterkte ( $E_{avg}$ ) of magnetische fluxdichtheid ( $B_{avg}$ ) moeten worden berekend met de volgende formule:

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

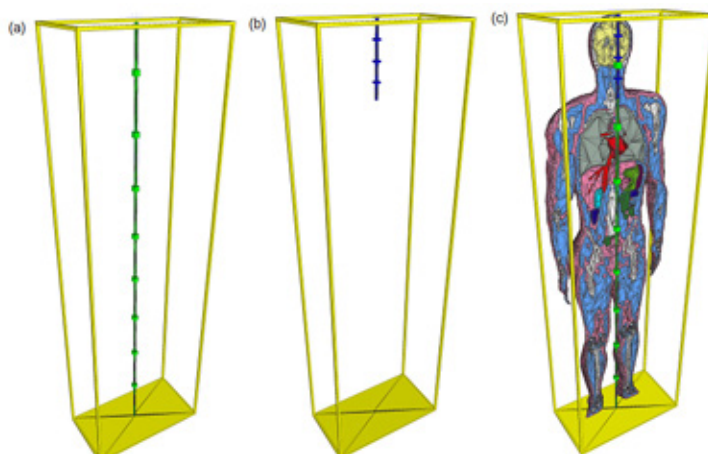
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(Vergelijking 2)}$$

waarbij  $n$  het aantal plaatsen is,  $E_i$  en  $B_i$  respectievelijk de elektrische veldsterkte en magnetische fluxdichtheid zijn, gemeten op de plaats met nummer  $i$ .

De positie van de lijn waarover het veld moet worden gemiddeld is afhankelijk van het feit of de resulterende ruimtelijk gemiddelde waarde moet worden vergeleken met een laag AN, hoog AN of AN voor ledematen. De hoge AN worden gegeven om te beschermen tegen stimulatie van perifere zenuwen in het hoofd en de romp. Als de waarde  $E_{avg}$  of  $B_{avg}$  dus bedoeld is voor vergelijking met het hoge AN, is een eenvoudig lineair onderzoek van de velden over de hoogte van het hoofd en de romp, door het midden van het geprojecteerde gebied, meestal voldoende. De lage AN worden gegeven om te beschermen tegen effecten op de zintuigen in het centrale zenuwstelsel in het hoofd. Als de waarde  $E_{avg}$  of  $B_{avg}$  dus bedoeld is voor vergelijking met het lage AN, is een eenvoudig lineair onderzoek van de velden over de hoogte van het hoofd, door het midden van het geprojecteerde gebied, meestal geschikt. De AN voor ledematen worden tot slot gegeven om te beschermen tegen stimulatie van de zenuwen in de ledematen. Als de waarde  $B_{avg}$  dus bedoeld is voor vergelijking met het lage AN, is een eenvoudig lineair onderzoek van de velden over de hoogte van arm of been, door het midden van het geprojecteerde gebied, meestal voldoende.

Het gemiddelde van een reeks van minstens drie metingen, uitgevoerd met uniforme tussenpozen, voor ruimtelijke middeling over het hoofd, het hoofd en de romp of de ledematen is meestal geschikt. Bijkomende veldmetingen, bijvoorbeeld verkregen door het gebruik van gegevensregistratie- of ruimtelijke-middelingsapparatuur, zijn aanvaardbaar en geven meer details over de ruimtelijke verspreiding van het veld.

**Figuur D9 — (a) Ruimtelijke middeling van het veld over een verticale lijn in het gebied dat door de werknemer wordt ingenomen (b) ruimtelijke middeling van het veld over een verticale lijn in het gebied van het hoofd van de werknemer (c) middelingspunten met een opengewerkte weergave van de aanwezige werknemer**



*(b) Blootstelling aan elektrische en magnetische velden tussen 100 kHz en 300 GHz*

De ruimtelijk gemiddelde waarden van de elektrische veldsterkte ( $E_{avg}$ ), magnetische fluxdichtheid ( $B_{avg}$ ) en vermogensdichtheid ( $W_{avg}$ ) moeten worden berekend met de volgende formules:

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

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

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

waarbij  $n$  het aantal plaatsen is,  $E_i$ ,  $B_i$  en  $W_i$  respectievelijk de elektrische veldsterkte, magnetische fluxdichtheid en vermogensdichtheid zijn, gemeten op de plaats met nummer  $i$ .

De AN voor blootstelling aan elektrische en magnetische velden van 100 kHz tot 300 GHz worden gegeven om te beschermen tegen schadelijke gezondheidseffecten te wijten aan opwarming in het lichaam. Als de waarde  $E_{avg}$  of  $B_{avg}$  dus moet worden vergeleken met het AN voor thermische effecten, is een eenvoudig lineair onderzoek van de velden uitgevoerd in een verticale lijn met uniforme afstanden te beginnen op grondniveau tot een hoogte van 2 m, door het midden van het geprojecteerde gebied, meestal voldoende.

Het gemiddelde van een reeks van minstens tien metingen, uitgevoerd met uniforme tussenpozen, voor ruimtelijke middeling over de hoogte van de werknemer is geschikt voor de meeste blootstellingsomstandigheden. De plaatsen van de veldsterktemetingen zijn weergegeven als groene kubussen in figuur D9 (a). Bijkomende veldsterktemetingen, bijvoorbeeld verkregen door het gebruik van gegevensregistratie- of ruimtelijke-middelingsapparatuur, zijn aanvaardbaar en geven meer details over de ruimtelijke verspreiding van het veld.

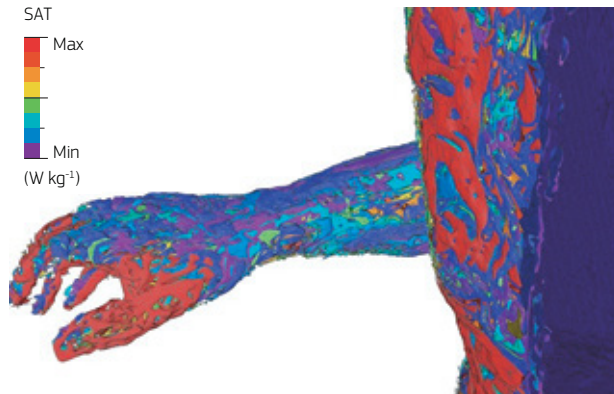
Metingen in deze omstandigheden moeten worden uitgevoerd met veldsensoren op minstens 0,2 m verwijderd van een voorwerp of persoon om veldkoppelingseffecten te vermijden. Opmerking: Ruimtelijk gemiddelde waarden zijn ook afhankelijk van de ruimtelijke kenmerken van de radiofrequente velden in verhouding tot de houding van de blootgestelde werknemer.

### **D.2.2.3 Dosimetrische beoordeling voor directe vergelijking met de GWB**

Wanneer de bron van het elektromagnetisch veld zich op een paar centimeter van het lichaam bevindt, raadt de richtlijn aan de conformiteit dosimetrisch te bepalen voor directe vergelijking met de GWB.

De bepaling van de in het lichaam geïnduceerde elektrische velden bij lage frequenties of het SAT en de vermogensdichtheid bij hoge frequenties kunnen alleen nauwkeurig worden uitgevoerd door numerieke berekeningen. De procedure die wordt gebruikt om interne dosisgrootheden te berekenen, werd beschreven in eerdere secties van dit aanhangsel. Een voorbeeld van een dosimetrische beoordeling die gebruikmaakt van numerieke berekeningen wordt getoond in figuur D10.

**Figuur D10 — De bepaling van dosisgrootheden, in dit geval het SAT in de hand en de romp bij blootstelling aan een niet-afgeschermde kabel, voor directe vergelijking met de GWB. De richtlijn beveelt deze benadering aan om conformiteit aan te tonen voor zeer plaatselijke bronnen van elektromagnetische velden binnen enkele centimeters van het lichaam**



#### D.2.2.3.1 Onderliggende dosimetrise concepten

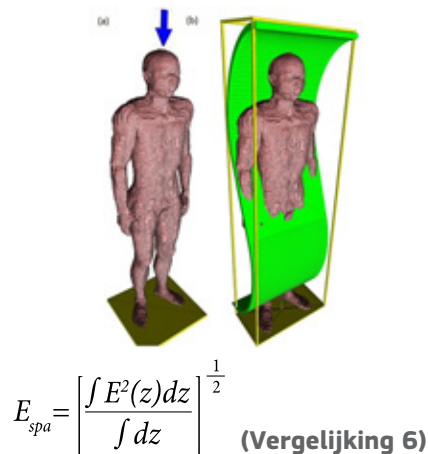
Het concept en de nauwkeurigheid van beoordelingstechnieken van niet-uniforme blootstelling kunnen worden onderzocht aan de hand van voorbeelden.

##### *(a) Voorbeeld 1: Ruimtelijke middeling van het veld bij blootstelling aan een gereflecteerde vlakke golf*

Wanneer een gereflecteerde elektromagnetische golf interfereert met de invallende golf, kan een staande golf worden opgewekt. Op sommige plaatsen wordt de intensiteit van het veld geneutraliseerd, terwijl op het maximale punt van de staande golf het elektrisch veld wordt verdubbeld. Deze situatie wordt weergegeven in figuur D11.

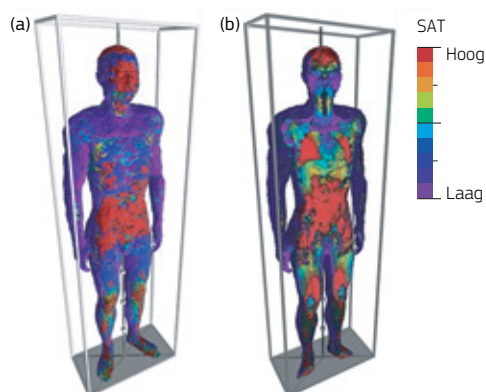
Hier is een werknemer blootgesteld aan een horizontaal gepolariseerd veld van bovenaf met het veld dat van voor naar achter is georiënteerd. De golf wordt weerkaatst van het geleidende grondvlak, terug naar het gebied dat door de werknemer wordt ingenomen. Als er in dit gebied één enkele meting werd uitgevoerd, zou een waarde tussen nul en de maximale veldwaarde worden verkregen. Het is dan ook erg waarschijnlijk dat deze ene gemeten veldwaarde niet representatief zou zijn voor de blootstellings situatie. Figuur D12 toont het resultaat van deze blootstelling aan een staande golf bij 200 MHz op de werknemer. Het is duidelijk dat de plaats van de absorptie voornamelijk wordt bepaald door de posities van de pieken en dalen van de staande golf.

**Figuur D11 — Voorbeeld 1: menselijk model blootgesteld aan een elektromagnetisch veld dat wordt teruggekaatst naar het gebied dat door de mens wordt ingenomen. Dit gebied is als een geel vak weergegeven. De staande golf is in het groen weergegeven**



De integraal van vergelijking 6 geeft ons een nauwkeurige antwoord op de lineair gemiddelde veldwaarde in het gebied dat door de werknemer wordt ingenomen.

**Figuur D12 — Voorbeeld 1 SAT-plots: de SAT-verdelingen in (a) volledig lichaam en (b) doorsneden van een menselijk model bij blootstelling aan een horizontaal gepolariseerd, elektrisch veld in één lijn van voor naar achter, straling van vlakke golf bij 200 MHz van bovenaf onder gearde omstandigheden**



Aangezien een eindig aantal metingen wordt gebruikt om het ruimtelijk gemiddelde veld te berekenen, zou men verwachten dat hoe meer metingen er worden uitgevoerd, hoe dichter deze waarde bij de exacte oplossing ligt die door de integraal is berekend. Dit klopt meestal; voor conformiteitsbeoordelingen zijn een tiental metingen echter voldoende. De verschillen tussen de exacte waarde van de ruimtelijk gemiddelde veldwaarde en de waarde die is berekend met x-metingen zijn meestal klein, zelfs wanneer maar enkele metingen worden uitgevoerd. Een uitzondering hierop is wanneer een knoop in de staande golf zich naast een gemeten waarde bevindt.

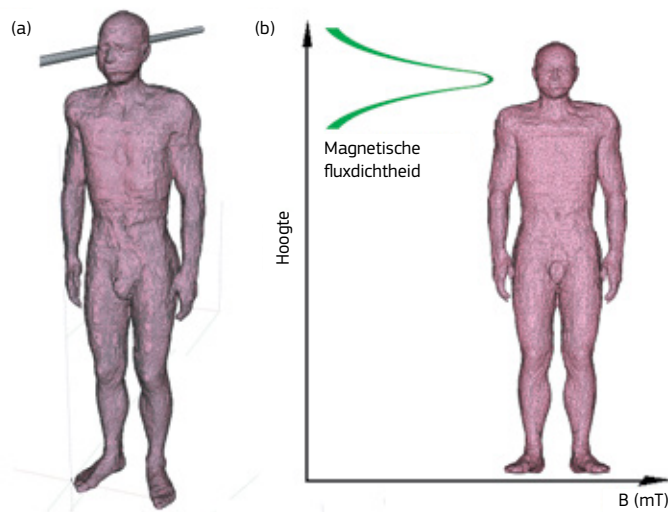
Hoewel het ruimtelijk gemiddelde veld kan worden weergegeven met tien metingen, zullen meer metingen een meer nauwkeurige waarde van het ruimtelijk gemiddelde veld geven. Vandaar het advies om, indien beschikbaar, moderne onderzoeksapparatuur te gebruiken die 200 tot 300 metingen over de lengte van het lichaam kan uitvoeren (bv. sonde die in 10 seconden wordt bewogen met een registratietempo van 32 gegevenspunten per seconde, produceert 320 metingen), want hoe meer metingen, hoe groter de nauwkeurigheidsgraad.

Wanneer een bron van een elektromagnetisch veld zich dicht bij het lichaam bevindt, kan het invallende veld in het gebied dat door het lichaam wordt ingenomen, niet-uniform zijn. Een voorbeeld hiervan is een kabel die zich dicht bij het hoofd bevindt (figuur D13).

**(b) Voorbeeld 2: Ruimtelijke middeling van het veld bij blootstelling aan een kabel van 50 Hz**

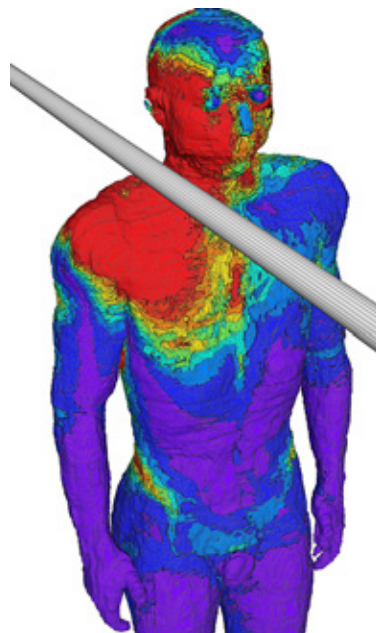
Figuur D14 toont de verspreiding van het geïnduceerde elektrisch veld voor blootstelling ter hoogte van het hoofd van een rechte kabel van 50 Hz. Zoals men kan zien, is de absorptie van het elektromagnetisch veld vrij plaatselijk in het gebied van hoofd en schouders van het lichaam.

**Figuur D13 — Voorbeeld 2: (a) menselijk model blootgesteld aan een rechte kabel (b) variatie van het opgewekte veld met de hoogte**



Onderzoek heeft aangetoond dat de aanbeveling om drie metingen uit te voeren voldoende is in het ELV-gebied voor plaatselijke bronnen. Het verschil bij gebruik van drie punten over het gebied van het hoofd en een oneindig aantal punten voor dit voorbeeld van 50 Hz is ongeveer 8 %. Dit verschil kan uiteraard indien gewenst worden verbeterd door meer metingen uit te voeren in een verticale lijn met uniforme tussenafstanden.

**Figuur D14 — Voorbeeld 2: verspreiding van geïnduceerd elektrisch veld bij blootstelling aan een kabel van 50 Hz die zich naast het hoofd bevindt**





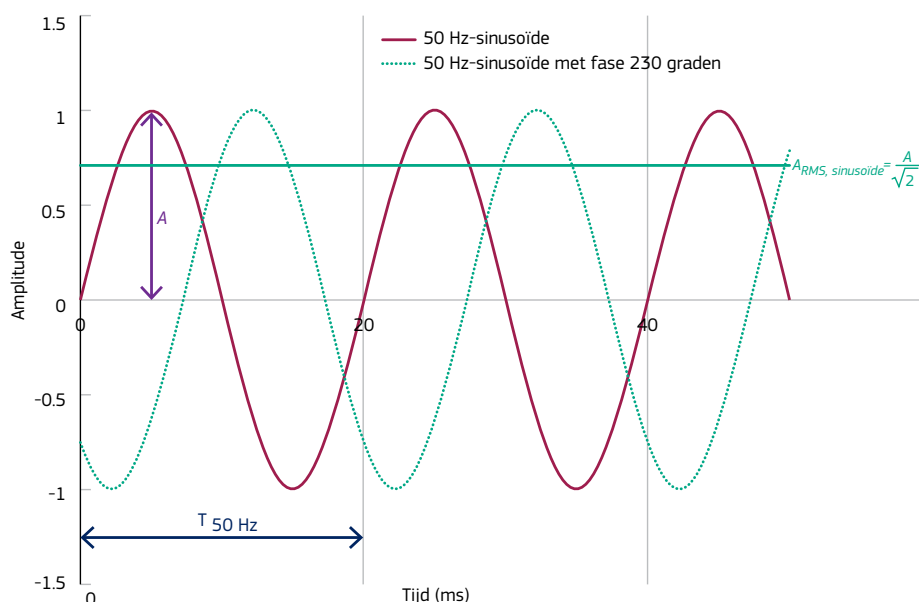
### Hoofdboodschap: ruimtelijke middeling

Drie meetpunten voor beoordeling van blootstelling aan lage frequentie, of tien meetpunten voor radiofrequentie-onderzoeken, zijn meestal voldoende voor ruimtelijke middeling. De verbetering van nauwkeurigheid wordt progressief kleiner met elk bijkomend meetpunt, zodat het meestal niet nodig is meer dan tien punten te gebruiken. Als ruimtelijke middeling over een lijn moeilijk is voor een blootstellingssituatie, moet één enkele gemeten veldsterkte worden gebruikt.

## D.3 Beoordeling van blootstelling aan verschillende frequenties

Zoals vermeld in hoofdstuk 3 en aanhangsel A, induceren externe tijdsafhankelijke laagfrequente elektrische en magnetische velden interne elektrische velden. De tijdsafhankelijkheid van het veld wordt beschreven door een golfvorm. Voor een extern veld dat wordt beschreven door een enkele sinusoïde (figuur D15), is het in het lichaam geïnduceerde elektrische veld evenredig met de amplitude van het externe veld en zijn frequentie.

**Figuur D15 — Een 50 Hz-sinusoïde. Sinusoïden zijn periodiek en hebben een frequentie  $f$  weergegeven door  $1/T$ , waarbij  $T$  de periode van de golfvorm is (bv.  $T = 20$  ms voor 50 Hz-sinusoïde). De RMS-waarde (wortel van het gemiddelde van de kwadraten) van een sinusoïde wordt weergegeven door de piekamplitude gedeeld door  $\sqrt{2}$ . Het effect van fase van de sinusoïde bestaat erin ze langsheen de tijdas te verschuiven**

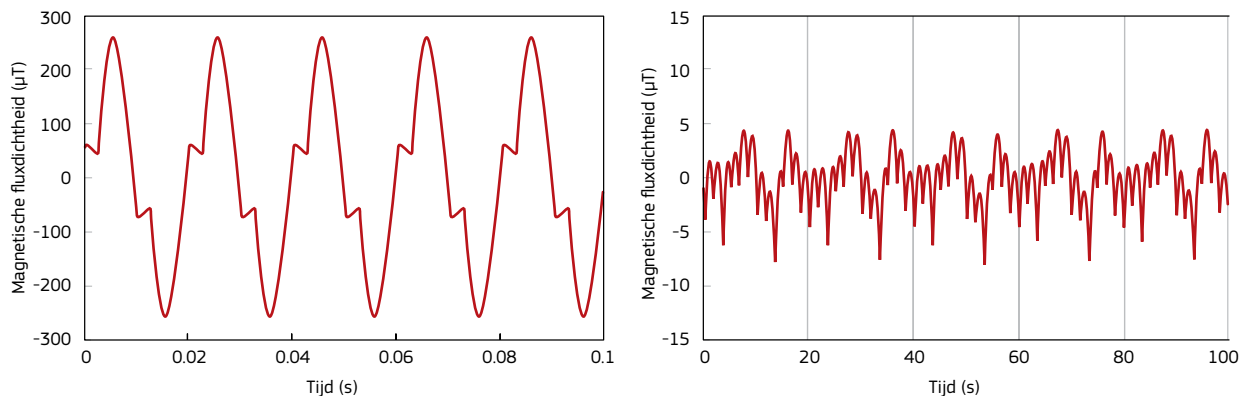


Bronnen van elektrische en magnetische velden onder 10 MHz vertonen vrij vaak golfvormen die (soms substantieel) verschillen van een perfecte sinusoïde (figuur D15), maar toch periodiek zijn (figuur D16). Dit betekent dat de golfvorm zichzelf in de tijd herhaalt. Dit soort complexe golfvormen is equivalent met een som van een reeks sinusoiden met verschillende frequenties, meestal spectrale componenten genoemd. Voor een bepaalde golfvorm wordt elk van deze spectrale componenten beschreven door een amplitude en een fase. Naar analogie hiermee kan een bepaalde kleur worden ontleed



in verschillende hoeveelheden primaire kleuren (rood, groen en blauw). De kleur is dan de golfvorm, het rood, groen en blauw zijn spectrale componenten, en de intensiteit van elke primaire kleur is de amplitude van elke spectrale component. Het spectrum van de golfvorm biedt de spectrale informatie (frequenties, amplitudes, fasen), en wordt meestal verkregen door een Fourier-analyse op de golfvorm uit te voeren of ze direct te meten met smalbandinstrumenten (hoewel deze laatste mogelijk geen fase-informatie geven).

**Figuur D16 — Voorbeeld van complexe golfvormen van magnetische fluxdichtheid rond scheurdetectiesystemen. Rechts: de periodiciteit van 20 ms is aangeduid met verticale rasterstippellijnen**



### D.3.1 Niet-thermische effecten (> 1 Hz tot 10 MHz)

Conformiteitsbeoordeling met AN (en GWB) in het laagfrequente gebied (onder 10 MHz) kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Sommige methoden zijn meer conservatief dan andere maar eenvoudiger toe te passen.



#### Hoofdboodschap: beoordeling van meerdere frequenties

De gewogen-piekwaardemethode in het tijdsdomein is de referentiemethode die in de EMV-richtlijn wordt aanbevolen, hoewel alternatieve methoden kunnen worden gebruikt, op voorwaarde dat ze algemeen gelijkwaardige (of meer behoudende) resultaten geven, zoals de meervoudige frequentiemethode, beschreven in sectie D3.1.2.

#### D.3.1.1 De gewogen-piekwaardemethode

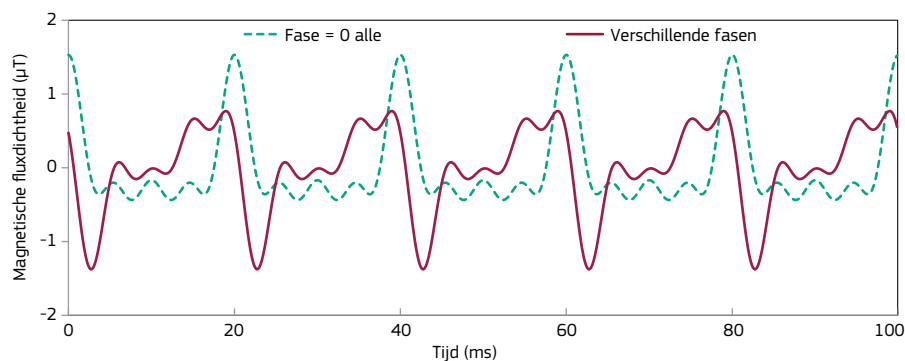
De gewogen-piekwaardemethode (WPM) is een methode die rekening houdt met zowel de amplitude als de fasen van de spectrale componenten waaruit het signaal bestaat (zie figuur D17 voor effect van spectrale fasen op golfvorm en blootstellingsindex). De methode wordt gewogen-piekwaardemethode genoemd omdat de golfvorm wordt gewogen door de frequentie-afhankelijke AN en de piekamplitude van de gewogen golfvorm geeft de blootstellingsindex. De weging (of filtering) kan in het frequentie- of in het tijdsdomein worden uitgevoerd. Deze methode is ook geschikt voor beoordeling van de conformiteit met grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor effecten op de zintuigen en op de gezondheid.



#### Hoofdboodschap: blootstellingsindex (BI)

De blootstellingsindex vertegenwoordigt de vastgestelde blootstelling gedeeld door de grenswaarde. Als de blootstellingsindex kleiner is dan één, is de blootstelling conform.

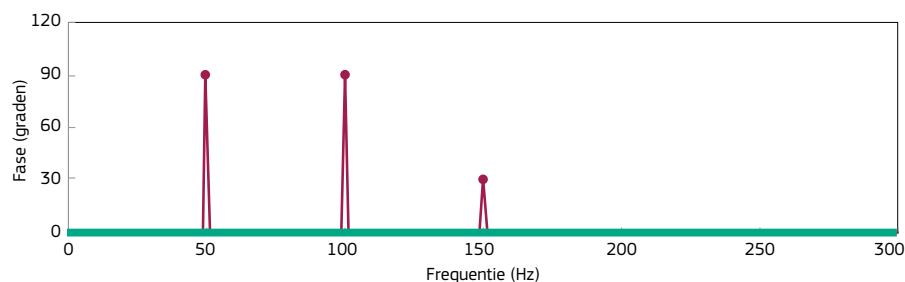
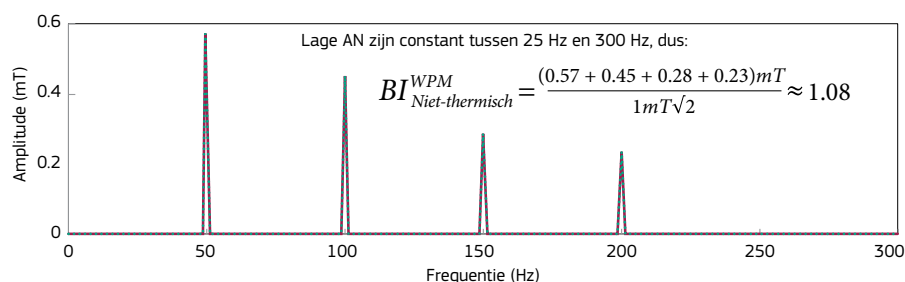
**Figuur D17 — Voorbeeld van het effect van spectrale-componentenfases op golfvorm (bovenste grafiek). Beide golfvormen bestaan uit cosinuslijnen op 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz en 200 Hz (onderste grafiek). Het enige verschil tussen beide golfvormen is dat voor de ene alle fassen van de vier spectrale componenten zijn ingesteld op 0 (groene stippellijn), terwijl de fassen van drie spectrale componenten van de andere golfvorm (volle rode lijn) zijn gewijzigd (middelste grafiek)**



Lage AN zijn constant tussen 25 Hz en 300 Hz, dus voor lage AN:

$$\text{Alle fassen} = 0: BI_{\text{Niet-thermisch}}^{\text{WPM}} = \frac{1.53 \text{ mT}}{1 \text{ mT}\sqrt{2}} \approx 1.08 \Rightarrow \text{Niet-conform}$$

$$\text{Verschillende fassen: } BI_{\text{Niet-thermisch}}^{\text{WPM}} = \frac{1.38 \text{ mT}}{1 \text{ mT}\sqrt{2}} \approx 0.97 \Rightarrow \text{Conform}$$



### WPM in het tijdsdomein

Bij toepassing van de gewogen-piekwaardemethode in het tijdsdomein wordt de weging uitgevoerd met RC-filters met frequentie-afhankelijke versterking die de afhankelijkheid van amplitude en frequentie van de AN weerspiegelt (figuur D18). Een aantal kleine verschillen in de amplitude en fase van de filter treden op bij gebruik van RC-filters in tegenstelling tot de waarden per stuk gegeven in de richtlijn <sup>(1)</sup>(figuren D19 en D20), RC-filters geven evenwel een meer realistisch biologisch gedrag weer en deze verschillen worden als aanvaardbaar beschouwd door ICNIRP [ICNIRP 2010, Jokela 2000].

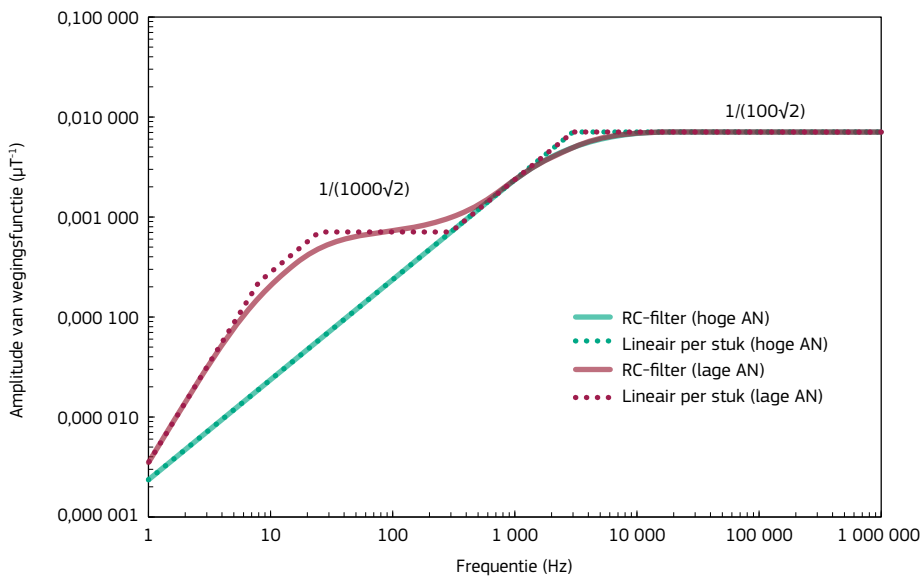
<sup>(1)</sup> Amplitude per stuk van de filter wordt gegeven door het omgekeerde van het AN, terwijl fase per stuk van de filter wordt gegeven door vergelijking 7.

**Figuur D18 — Berekeningsstappen voor de gewogen-piekwaardemethode in het tijdsdomein**

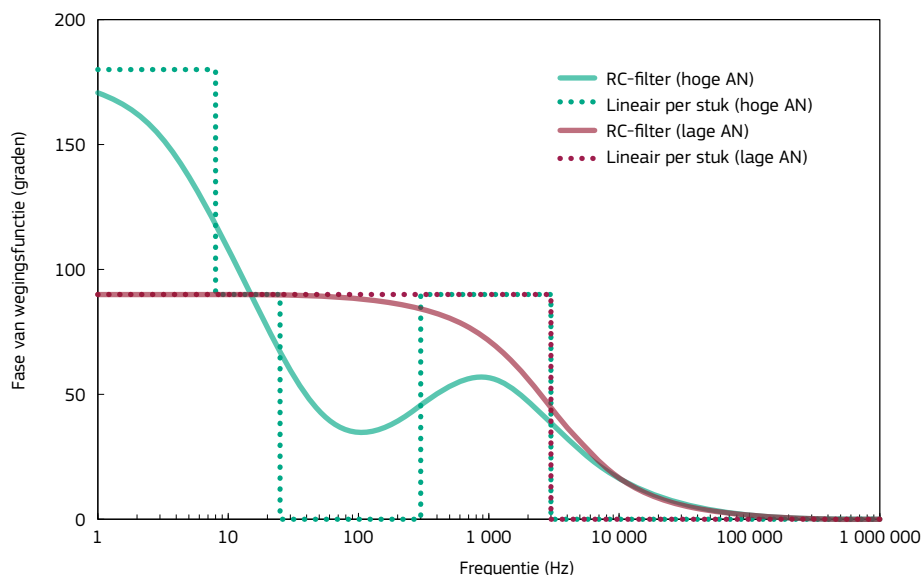


De filtering in het tijdsdomein kan worden uitgevoerd door nabewerking van de gemeten golfvorm, of digitaal, bijvoorbeeld met in de handel verkrijgbare apparatuur met deze filtercapaciteit (de functie wordt soms ook het gevormde tijdsdomein genoemd (*Shaped Time Domain*, STD)). Als in de handel verkrijgbare apparatuur wordt gebruikt, moet de gebruiker verzekeren dat de apparatuur alle relevante AN gebruikt (in tegenstelling tot andere blootstellingsnormen of -methoden).

**Figuur D19 — Amplitude van de wegingsfunctie voor de WPM: Lineaire waarden per stuk die in het frequentiedomein worden gebruikt (zoals gedefinieerd in de subsectie hieronder) en waarden bij benadering (RC-filter) die in het tijdsdomein worden gebruikt**



**Figuur D20 — Fase van de wegingsfunctie voor de WPM: lineaire waarden per stuk die in het frequentiedomein worden gebruikt (zoals gedefinieerd in de subsectie hieronder) en waarden bij benadering (RC-filter) die in het tijdsdomein worden gebruikt**



### WPM in het frequentiedomein

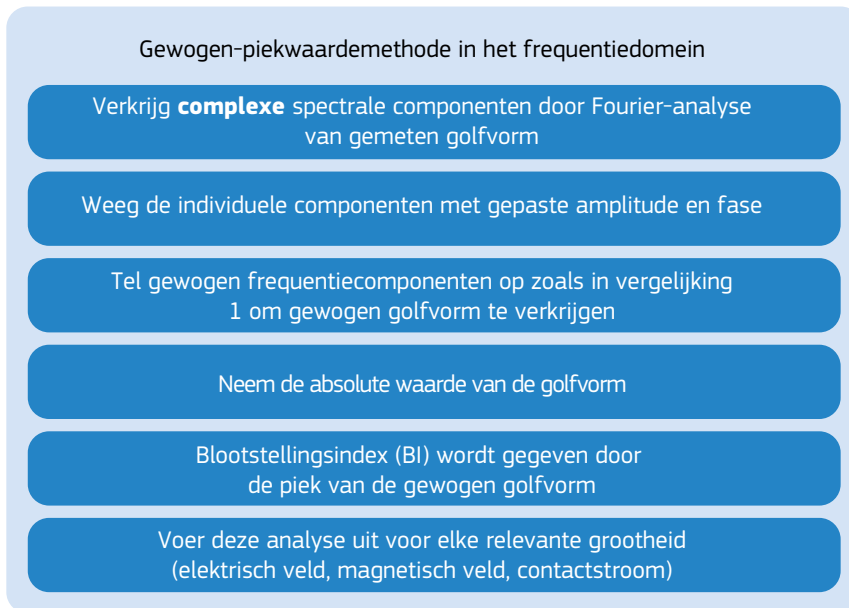
De stappen om de gewogen-piekwaardemethode in het frequentiedomein uit te voeren, zijn weergegeven in figuur D21 en staan beschreven in de ICNIRP 2010-richtsnoeren (ICNIRP 2010). Om de gewogen golfvorm te berekenen, wordt de amplitude van elke spectrale component gedeeld door de relevante AN (of GWB als de onderzochte amplitudes interne elektrische velden zijn), en een fase  $\varphi_f$  wordt toegevoegd aan de fase van elke spectrale component. De gewogen spectrale informatie wordt vervolgens weer omgezet naar het tijdsdomein met gebruik van:

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

waarbij  $|A_f|$  en  $\theta_f$  de piekamplitude (elektrische veldsterkte of magnetische fluxdichtheid) en fase van de spectrale component bij frequentie  $f$  zijn, en  $AL_f$  het relevante AN op die frequentie is. De fase  $\varphi_f$  is een functie van frequentie en wordt gedefinieerd in de bijlage bij de ICNIRP 2010-richtsnoeren (ICNIRP 2010):

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

**Figuur D21 — Berekeningsstappen voor de gewogen-piekwaardemethode in het frequentiedomein**



Dit zijn de waarden per stuk waarvan sprake is in figuur D20. Zoals hierboven vermeld, is deze methode geschikt voor beoordeling van de conformiteit met grenswaarden voor blootstelling (GWB) voor effecten op de zintuigen en op de gezondheid. Voor beoordeling van conformiteit met GWB zijn de  $|A_f|$  en  $\theta_f$  de amplitude en fase van geïnduceerde (interne) elektrische velden en worden de AN vervangen door GWB in vergelijking 7 en vergelijking 8. Net als in de niet-thermische berekeningen wordt de  $\sqrt{2}$  uit de vergelijking verwijderd bij gebruik van GWB, aangezien deze zijn gedefinieerd als piekwaarden, niet-RMS.

### D.3.1.2 Alternatieve methode: meervoudige frequentieregel

Een alternatieve methode voor de gewogen-piekwaardemethode is de meervoudige frequentieregel (*multiple frequency rule*, MFR), die eenvoudiger toe te passen is maar behoudender is dan de gewogen-piekwaardemethode. Als de blootstelling wellicht dicht bij AN (of GWB) bij lage frequenties zal liggen, is deze methode mogelijk niet geschikt omdat ze vaak leidt tot een zeer behoudende beoordeling, ze negeert namelijk de fasen van de spectrale componenten en veronderstelt dat de sinusoiden van de spectrale componenten op hetzelfde moment samenvallen, zodat het totale veld sterk wijzigt met de tijd (ICNIRP 2010).

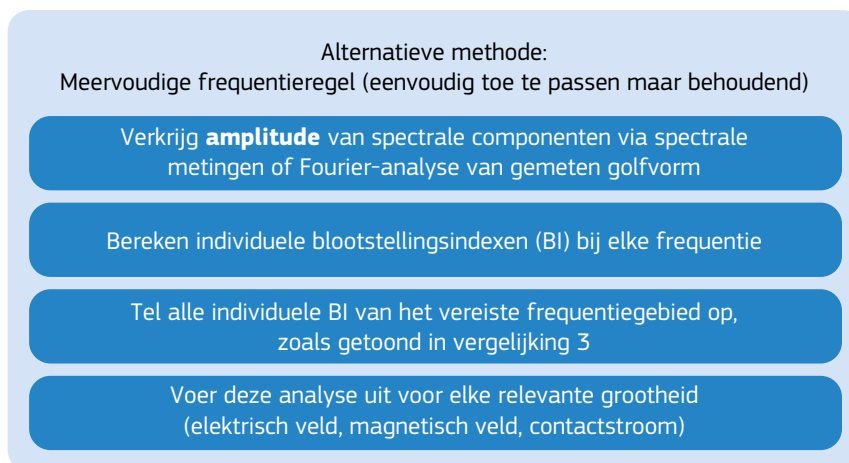
De MFR-methode is beschreven in vergelijkingen 3 tot en met 6 in de ICNIRP-richtsnoeren (ICNIRP 2010), hoewel AN en GWB moeten worden gebruikt in plaats van respectievelijk referentieniveaus en basisrestricties:

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

waarbij  $X_f$  de amplitude (RMS) is, bij frequentie  $f$ , van de externe gemeten (of berekende) grootte en  $AL(X)_f$  het relevante actieniveau is bij frequentie  $f$ . Relevant AN betekent het AN bij de frequentie van de spectrale component, maar ook het soort AN dat vereist is voor de berekening (elektrische veldsterkte, magnetische fluxdichtheid, laag, hoog, contact), zoals gedefinieerd in tabel B2 van bijlage II bij de richtlijn. Bij

beoordeling aan de hand van  $GWB$  wordt  $X_f$  de amplitude van de geïnduceerde elektrische veldsterkte (piek, niet RMS), bij frequentie  $f$ , en wordt  $AL(X_f)$  vervangen door  $ELV_f$ . Figuur D22 toont de stappen voor berekening van de blootstellingsindex door gebruik te maken van de methode van meervoudige frequentiesommatie.

**Figuur D22 — Berekeningsstappen voor de meervoudige frequentieregel**



De methode van meervoudige frequentiesommatie is vrij eenvoudig en er is een reeks apparatuur die deze beoordeling automatisch kan uitvoeren voor ICNIRP-richtsnoeren. Deze apparatuur is geschikt voor beoordeling van conformiteit met AN, voor zover de relevante AN op de apparatuur is geüpload. Deze methode is ook geschikt voor beoordeling van de conformiteit met grenswaarden voor blootstelling ( $GWB$ ) voor effecten op de zintuigen en op de gezondheid.

Tabellen 5a tot en met 5d tonen een vergelijking van blootstellingsindexen die gebruikmaken van de WPM in het frequentiedomein en de MFR-methode, evenals de index die direct is verkregen door gebruik te maken van de STD-functie (WPM van tijdsdomein) in een in de handel verkrijgbare sonde.

**Tabel D5a — Puntlasmachine 50 Hz (50 kVA). Metingen zijn gedaan op een afstand van 0,3 m op dezelfde hoogte als het laspunt**

Methode	Lage AN	Hoge AN	AN voor ledematen
MFR <sup>a</sup>	3,18	1,70	0,57
WPM <sup>a</sup>	0,94	0,45	0,15
STD <sup>b</sup>	0,83	0,34	0,13

<sup>a</sup> Berekeningen zijn gedaan in het frequentiegebied op basis van een spoor met  $N = 4096$ ,  $T = 0,84$  s (d.w.z. maximale frequentie was ongeveer 2 kHz).

<sup>b</sup> STD-metingen zijn uitgevoerd met apparatuur met frequentiegebied 1 Hz tot 400 kHz.

**Tabel D5b: — Lasmachine 2 kHz (metingen zijn gedaan op een afstand van 0,33 m van het midden van de lasklem)**

Methode	Lage AN	Hoge AN	AN voor ledematen
MFR <sup>a</sup>	4,52	3,44	1,15
WPM <sup>a</sup>	1,08	0,81	0,27
STD <sup>b</sup>	—	1,00	—

<sup>a</sup>Berekeningen zijn gedaan in het frequentiegebied op basis van een spoor met N = 4096, T = 0,5 s (d.w.z. maximale frequentie was 4 kHz).

<sup>b</sup>STD-metingen zijn uitgevoerd met apparatuur met frequentiegebied 1 Hz tot 400 kHz.

**Tabel D5c: — Transcraniële magnetische stimulator (TMS)**

Methode	Lage AN	Hoge AN	AN voor ledematen
MFR <sup>a</sup>	21,88	21,81	7,27
WPM <sup>a</sup>	13,43	13,23	4,41
STD <sup>b</sup>	—	12,22	4,11

<sup>a</sup>Berekeningen zijn gedaan in het frequentiegebied op basis van een spoor met T = 5 ms (d.w.z. maximale frequentie was 409 kHz).

<sup>b</sup>STD-metingen zijn uitgevoerd met apparatuur met frequentiegebied 1 Hz tot 400 kHz.

**Tabel D5d: — Naadlasmachine 100 kVA (meting uitgevoerd 28 cm voor en onder laspunt)**

Methode	Lage AN	Hoge AN	AN voor ledematen
MFR <sup>a</sup>	4,30	2,59	0,86
WPM <sup>a</sup>	1,09	0,61	0,20
STD <sup>b</sup>	1,13	0,59	0,16

<sup>a</sup>Berekeningen zijn gedaan in het frequentiegebied op basis van een spoor met T = 333 ms (maximale frequentie was 6,1 kHz).

<sup>b</sup>STD-metingen zijn uitgevoerd met apparatuur met frequentiegebied 1 Hz tot 400 kHz.

Als er niet-negeerbare spectrale componenten hoger dan 100 kHz zijn, moet rekening worden gehouden met thermische effecten, en moeten ze worden beoordeeld los van de niet-thermische effecten. Deze worden in de volgende subsectie besproken.

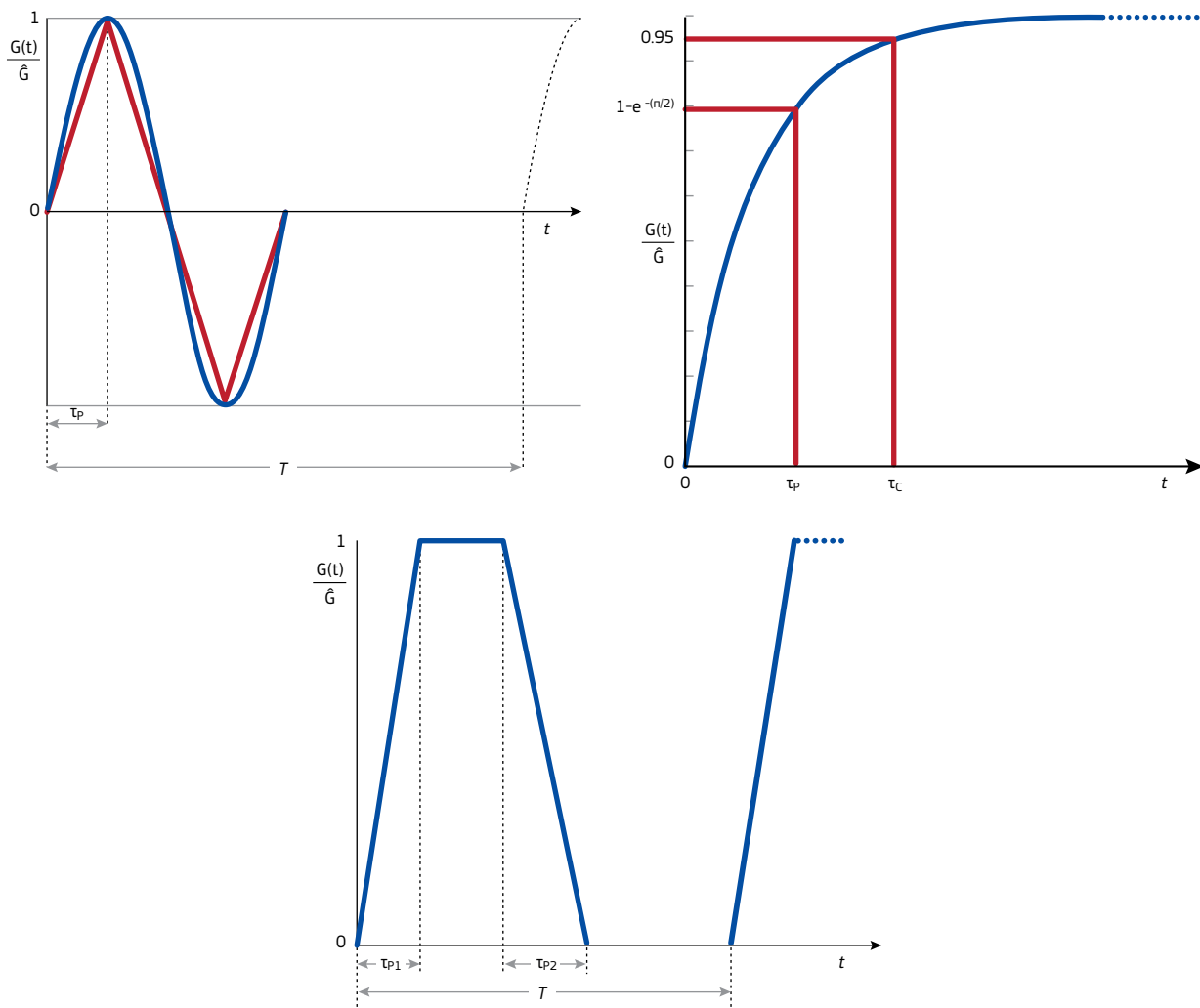
### D.3.1.3 Alternatieve methode: Eenvoudige beoordeling op fysiologische basis

In het tijdsdomein kunnen gepulste velden worden opgesplitst in delen van sinusoidale, trapezoidale, driehoekige of exponentiële enkele en meervoudige of constante veldcomponenten (zie figuur D23). Met deze gegevens kan een vereenvoudigde beoordeling worden uitgevoerd in het laagfrequente gebied met de hieronder beschreven parameters (Heinrich, 2007). De methode is gebaseerd op de fysiologie, vooral op het mechanisme van stimulatie, als volgt:

- 1) stimulatie-effecten vinden alleen plaats als de welgedefinieerde drempelwaarde is overschreden;
- 2) pulsen onder deze drempelwaarde kunnen geen stimulus creëren, zelfs niet als ze zeer lang zijn;
- 3) als de pulsen zeer kort zijn, zijn hogere intensiteiten nodig.

De beoordelingsprocedure staat beschreven in de ongevalpreventieverordening van de Duitse Sociale Verzekering voor ongevallen (BGV B11, 2001). Het dient evenwel te worden opgemerkt dat deze verordening uit 2001 niet de actieniveaus en de grenswaarden voor blootstelling van de nieuwe Richtlijn 2013/35/EU gebruikt.

**Figuur D23 — Signaalcurves (pulsen) van sinusoidale (links bovenaan), exponentiële (rechts bovenaan) en trapezoïdale of driehoekige (onderaan) vorm**



De velden die met deze soorten signaalcurves zijn verbonden (figuur D23), worden beschreven door de volgende bijkomende parameters:

$G$	Gebruik in plaats van grootheid $G$ de elektrische veldsterkte $E$ , de magnetische veldsterkte $H$ , of de magnetische fluxdichtheid $B$ .
	$G(t)$ geeft de tijdsfunctie weer, $\hat{G}$ de piekwaarde.
$T$	Pulsduur of pulsbreedte, inclusief de daaropvolgende onderbreking.
$\tau_p$	Tijdsduur van een veldwijziging voor sinusoidale, driehoekige of trapezoïdale signaalcurves van nul tot de positieve of negatieve piekwaarde of van de positieve of negatieve piekwaarde tot nul respectievelijk. Het onderzoek van $\tau_p$ voor exponentiële signaalcurves moet worden uitgevoerd volgens bovenstaand diagram. Als de individuele tijdsduren $\tau_{pi}$ verschillen, moeten al deze waarden $\tau_{pi}$ worden opgenomen voor verdere berekeningen.



$T_I$	Integratietijd, waarbij $T_I = \begin{cases} T & \text{where } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{in all other cases} \end{cases}$
$\tau_{pmin}$	de kleinste waarde voor alle tijdsduren $\tau_{pi}$ : $\tau_{pmin} = \min_i(\tau_{pi})$
$\tau_c$	Bijkomende grootte voor definitie van exponentiële signaalcurves. Als de individuele tijdsduren $\tau_{ci}$ verschillen, moeten al deze waarden $\tau_{ci}$ worden opgenomen voor verdere berekeningen.
$\tau_D$	Som van de tijd van alle veldwijzigingen $i$ tijdens een tijdsinterval $T_I$ voor: — sinusoidale, driehoekige, trapezoïdale signaalcurves: $\tau_D = \sum_i \tau_{pi}$ — exponentiële signaalcurves: $\tau_D = \sum_i \tau_{ci}$
$f_p$	Frequentie van een veldwijziging, waarbij: $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{pmin}}$
$V, V_{max}$	Wegingsfactor, maximale wegingsfactor $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{where } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2.6 & \text{in all other cases} \end{cases}$
$\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Maximale tijdsafgeleide van de magnetische fluxdichtheid $\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Gemiddelde tijdsafgeleide van de magnetische fluxdichtheid $\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

**Tabel D6: — Actieniveaus van de maximale tijdsafgeleide van de magnetische fluxdichtheid  $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$  in (T/s) volgens tabel B2 van Richtlijn 2013/35/EU**

Frequentiebereik	Laag actieniveau	Hoog actieniveau	Actieniveau voor de blootstelling van ledematen aan een lokaal magnetisch veld
1 Hz < $f_p$ < 8 Hz	$1,8 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
8 Hz < $f_p$ < 25 Hz	$0,2 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
25 Hz < $f_p$ < 300 Hz	$0,01 \cdot f_p \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
300 Hz < $f_p$ < 3 kHz	$2,7 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
3 kHz < $f_p$ < 10 MHz	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,003 \cdot f_p \cdot V$

**Tabel D7: — Actieniveaus van de maximale tijdsafgeleide van de magnetische fluxdichtheid in (T/s) volgens tabel B2 van Richtlijn 2013/35/EU, gemiddeld over het tijdsinterval  $\tau_p$**

Frequentiebereik	Laag actieniveau	Hoog actieniveau	Actieniveau voor de blootstelling van ledematen aan een lokaal magnetisch veld
1 Hz < $f_p$ < 8 Hz	$1,15 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
8 Hz < $f_p$ < 25 Hz	$0,13 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
25 Hz < $f_p$ < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
300 Hz < $f_p$ < 3 kHz	$1,7 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
3 kHz < $f_p$ < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Aan de grenswaarden voor blootstelling van Richtlijn 2013/35/EU is voldaan als de actieniveaus voor deze procedure worden toegepast.

De wegingsfactoren  $V$ ,  $V_{\max}$  en de tabellen voor de actieniveaus voor deze beoordelingsprocedure zijn aangepast aan de vereisten van Richtlijn 2013/35/EU.

## D.3.2 Thermische effecten (100 kHz tot 300 GHz)

### D.3.2.1 Beoordeling aan de hand van AN

Voor elektromagnetische velden met niet-negeerbare spectrale componenten boven 100 kHz zijn thermische effecten relevant, en de totale BI voor thermisch effect wordt gegeven door [ICNIRP 1998]:

$$BI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,X}^2} \quad \text{(Vergelijking 10)}$$

waarbij  $X_f$  de amplitude (RMS) is bij frequentie  $f$ , en  $X$  staat voor elektrische veldsterkte, magnetische fluxdichtheid of contactstroom.  $AL(X)_{thermal,f}$  is het actieniveau voor thermische effecten bij frequentie  $f$ , zoals gedefinieerd in tabel B1, B2 en B3 van bijlage III bij de richtlijn. Als de vergelijking met de veldsterkte gebeurt, moet  $X_f^2$  een gemiddelde zijn over een periode van zes minuten voor frequenties onder 6 GHz, of een periode van een duur gegeven door  $\tau = 68/f^{1.05}$  minutes (waarbij  $f$  in eenheden GHz is) voor frequenties boven 6 GHz. Voor contactstromen wordt de optelling alleen uitgevoerd tussen 100 kHz en 110 MHz en is geen tijdsmiddeling vereist.

De helling van de EMV-golfvorm heeft geen invloed op de opwarming van weefsels; de gewogen-piekwaardemethode wordt dan ook niet gebruikt voor beoordeling van conformiteit met actieniveaus die zijn opgegeven om thermische effecten te vermijden.

Voor RF-pulsen met draagfrequenties boven 6 GHz mag de piekvermogensdichtheid, gemiddeld over de pulsbreedte, niet hoger zijn dan  $50 \text{ kWm}^{-2}$ , wat 1 000 maal het AN voor vermogensdichtheid is (tabel B1, bijlage III bij de richtlijn).

Net als bij de niet-thermische berekeningen, waar externe velden aanzienlijk variëren over het lichaam van de werknemer, kan het nodig zijn ruimtelijke middeling van blootstellingsniveaus toe te passen, aangepast aan het deel van het lichaam dat in de gebruikte grenswaarde wordt vermeld. Dit wordt besproken in de vorige sectie (sectie D2).

### Beoordeling aan de hand van AN voor extremitetsstromen (10 MHz-110 MHz)

Bij de beoordeling van extremitetsstromen wordt dezelfde vergelijking gebruikt als voor de elektrische en magnetische velden, maar alleen frequenties tussen 10 MHz en 110 MHz worden in aanmerking genomen. Merk op dat  $I_{L,f}^2$  het kwadraat van de stroomsterkte in ledematen bij frequentie  $f$ , moet worden gemiddeld over een periode van zes minuten.

### D.3.2.2 Beoordeling aan de hand van GWB

#### Beoordeling aan de hand van GWB voor gezondheidseffecten (100 kHz-300 GHz)

Zoals beschreven in [ICNIRP 1998] wordt de blootstellingsindex voor thermische gezondheidseffecten weergegeven door:

$$BI_{thermal,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad (\text{Vergelijking 11})$$

waarin:

$\langle SAR_f \rangle$  het specifieke absorptietempo (SAT) is bij frequentie  $f$ , in W/kg, gemiddeld over een periode van zes minuten.

$ELV(SAR)$  de GWB voor het specifieke absorptietempo (SAT) is, in  $W \text{ kg}^{-1}$ , zoals gespecificeerd in tabel A1 van bijlage III bij de richtlijn.

$\langle S_f \rangle$  de vermogensdichtheid bij frequentie  $f$  is, in  $Wm^{-2}$ , gemiddeld over  $20 \text{ cm}^2$  blootgesteld oppervlak en over een periode gegeven door  $\tau = 68/f^{1.05}$  minutes (waarbij  $f$  in grootheden GHz is).

$ELV(S)$  de GWB voor de vermogensdichtheid is, gelijk aan  $50 \text{ Wm}^{-2}$ , zoals gespecificeerd in tabel A1 van bijlage III bij de richtlijn.

Voor de beoordeling van lokale SAT's moet in tegenstelling tot het gemiddelde over het hele lichaam het lokale SAT worden gemiddeld over 10 g aaneengesloten weefsel; het maximale SAT dat aldus wordt verkregen, moet de waarde zijn die in vergelijking 10 wordt gebruikt. Sectie D2 bevat meer informatie over middeling.

#### Beoordeling aan de hand van GWB voor effecten op de zintuigen (300 MHz-6 GHz)

Effecten op de zintuigen van het gehoor kunnen optreden bij blootstelling van het hoofd aan een gepulste microgolfstraling met een frequentie tussen 300 MHz en 6 GHz. Om dergelijke effecten te vermijden, moet aan de GWB voor specifieke absorptie worden voldaan, waarbij de blootstellingsindex is gegeven door:

$$BI_{auditory ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} SA_f \quad (\text{Vergelijking 12})$$

waarin:

$SA_f$  de specifieke absorptie (SA) is bij frequentie  $f$  in het hoofd, in  $J \text{ kg}^{-1}$ , gelijk aan het maximum van gemiddelde waarden over 10 g weefsel, en  $ELV(SA)$  gelijk is aan  $10 \text{ mJ kg}^{-1}$ .

### D.3.3 Beoordeling van EMV met frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz

Wanneer er RF-signalen zijn met frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz, met inbegrip van harmonischen van fundamentele signalen met frequenties onder 100 kHz, moet conformiteit met grenswaarden voor zowel niet-thermische effecten als thermische effecten worden aangetoond. Dit kan door vergelijking van interne veldniveaus met relevante GWB, hoewel een vergelijking van externe veldniveaus met gepaste AN gebruikelijker is.

Figuren 6.2 en 6.7 tonen welke beoordeling is vereist, afhankelijk van het frequentiegebied van de bron (voor conformiteit met respectievelijk AN en GWB). In veel gevallen is slechts één soort effect (thermisch of niet-thermisch) relevant door de frequentiekenmerken van de bron, maar in gevallen waarbij de bron in het frequentiegebied 100 kHz tot 10 MHz ligt (in het rood weergegeven in figuren 6.2 en 6.7), zijn beide effecten relevant en daarom is conformiteit met beide vereist, zoals aangeduid in tabel D8 (voor AN).

Nemen we bijvoorbeeld een omgeving waar blootstelling van een werknemer een fundamenteel signaal van 75 kHz omvatte, samen met aanzienlijke harmonische inhoud bij 225 kHz, 375 kHz en 525 kHz. Aangezien al deze frequenties onder 10 MHz liggen, moeten zij worden opgenomen in de evaluatie van de niet-thermische blootstellingsindex voor elektrische velden, voor magnetische velden en waar relevant voor contactstromen bij alle geïdentificeerde frequenties in het frequentiegebied 1 Hz tot en met 10 MHz. Dit kan bijdragen inhouden van stroomnetfrequentiesignalen (50/60 Hz) en overeenstemmende harmonischen. Bovendien moeten de signalen van 225 kHz, 375 kHz en 525 kHz worden opgenomen in de evaluatie van de thermische blootstellingsindex voor deze omgeving aangezien deze frequenties in het frequentiegebied 100 kHz tot 300 GHz liggen. Alle andere frequenties die in dit gebied worden geïdentificeerd, moeten ook in de berekening van de thermische blootstellingsindex worden opgenomen. Thermische overeenstemming met AN kan worden beoordeeld aan de hand van waarden voor externe elektrische of magnetische veldsterkte, maar een evaluatie van de index van blootstelling aan contactstromen moet worden uitgevoerd wanneer dit relevant is. Alle blootstellingsindexen (niet-thermische, thermische en contactstroom) moeten kleiner dan 1 zijn. Als dit niet zo is, moeten beperkingen op de werknemer of bron worden aangebracht om conformiteit te bereiken. Het is mogelijk dat als conformiteit met AN niet kan worden aangetoond, toch conformiteit met GWB kan worden aangetoond, hoewel de kostprijs van deze methode aanzienlijk kan zijn.

**Tabel D8 — Niet-uitputtende lijst van voorbeelden en vereisten voor conformiteit met verwante AN op basis van frequentiegebied van bron. Afkortingen en vergelijkingen worden in volgende subsecties uitgelegd**

Frequentiebereik van bron	Vereiste meting	Te gebruiken vergelijkingen	Vereisten voor conformiteit met AN	Voorbeeld van bron
1 Hz-100 kHz	$B, E, I_c$	Vgl 6 of vgl 8	$BI_{non-thermal,X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_c\}$ en $M = \{(1) \text{ or } (2)\}$	hoogspanningslijnen; magnetische-deeltjesinspectie
100 kHz-10 MHz	$B, E, I_c$	Vgl 6 of vgl 8 en Vgl 9	Zelfde als hierboven, plus: $BI_{thermal,X} \leq 1$ Voor $X = \{B, E, I_c\}$	elektronisch beveiligingssysteem, basisstations voor AM-radio-uitzending; communicatie via hoogspanningslijnen
10 MHz-110 MHz	$B, E, I_c, I_L$	Vgl 9	$BI_{thermal,X} \leq 1$ Voor $X = \{B, E, I_c, I_L\}$	basisstations voor FM-radio-uitzending; kunststoflasmachine
110 MHz-300 GHz	$B, E$ (indien in het verre veld, dan $B$ or $E$ )	Vgl 9	$BI_{thermal,X} \leq 1$ Voor $X = \{B, E\}$ (indien in het verre veld, dan $X = \{B \text{ or } E\}$ )	basisstations voor mobiele communicatie; militaire radars

Merk op dat niet-thermische effecten onmiddellijk zijn, terwijl thermische effecten van thermoregulerende processen in het lichaam afhangen van de duur of werkingsfactor van de blootstelling. Voor de beoordeling van niet-thermische gezondheidseffecten wordt dan ook de maximale onmiddellijke blootstelling gebruikt voor de beoordeling, terwijl voor de beoordeling van thermische gezondheidseffecten de EMV-richtlijn toestaat dat op de blootstelling een tijdsmiddeling wordt toegepast over een periode van zes minuten en over een periode van  $\tau = 68/f^{1.05}$  minutes (waarin  $f$  in eenheden GHz is) voor frequenties respectievelijk onder en boven 10 GHz. Als de vergelijking gebeurt aan de hand van veldsterkte, fluxdichtheid of AN voor blootstelling aan extremitetsstromen, moet de tijdsmiddeling gebeuren op gekwadrateerde waarden.

## D.4 Beoordeling van blootstelling aan statische magnetische velden

### D.4.1 Inleiding

De belangrijkste effecten die worden geïnduceerd door beweging van een lichaam of delen van een lichaam in een statisch magnetisch veld zijn stimulatie van perifere zenuwen (PZS) en voorbijgaande effecten op de zintuigen zoals duizeligheid, misselijkheid, metaalachtige smaak en visuele gewaarwordingen zoals netvliesfosfenen.

De EMV-richtlijn legt grenswaarden vast voor statische magnetische velden voor de twee soorten arbeidsomstandigheden:

- normale (ongecontroleerde), en
- gecontroleerde, waar preventiemaatregelen zijn genomen, zoals controle van bewegingen en verstrekken van informatie aan werknemers.

De conformiteitsbeoordeling voor beweging in statische magnetische velden is afhankelijk van de werkomgeving, hetzij normaal hetzij gecontroleerd, en moet mogelijk voor verschillende effecten worden uitgevoerd. De procedure is weergegeven in het stroomschema in figuur D24. Conformiteit in normale arbeidsomstandigheden verzekert conformiteit in gecontroleerde arbeidsomstandigheden. In gecontroleerde werkomgevingen moet evenwel alleen conformiteit met GWB en AN die instaan voor stimulatie van de perifere zenuwen worden aangetoond.

De GWB gegeven in tabel A1 in bijlage II bij de EMV-richtlijn voor externe magnetische fluxdichtheid zijn van toepassing op statische magnetische velden. Beweging door de gradiënt van een statisch magnetisch veld induceert laagfrequente elektrische velden in het lichaam. In dit geval moeten de GWB gegeven in tabellen A2 en A3 en de AN van tabel B2 van bijlage II bij de EMV-richtlijn worden gebruikt als basis voor beoordeling van blootstellingen. Meer richtsnoeren over beperking van blootstelling aan elektrische velden die worden geïnduceerd door beweging door statische magnetische velden zijn gepubliceerd (ICNIRP, 2014). Deze richtsnoeren zijn gebaseerd op de best beschikbare bewijzen, maar op het ogenblik dat deze gids werd opgesteld, waren ze nog niet in de EMV-richtlijn verwerkt. De waarden zijn samengevat in tabel D9.

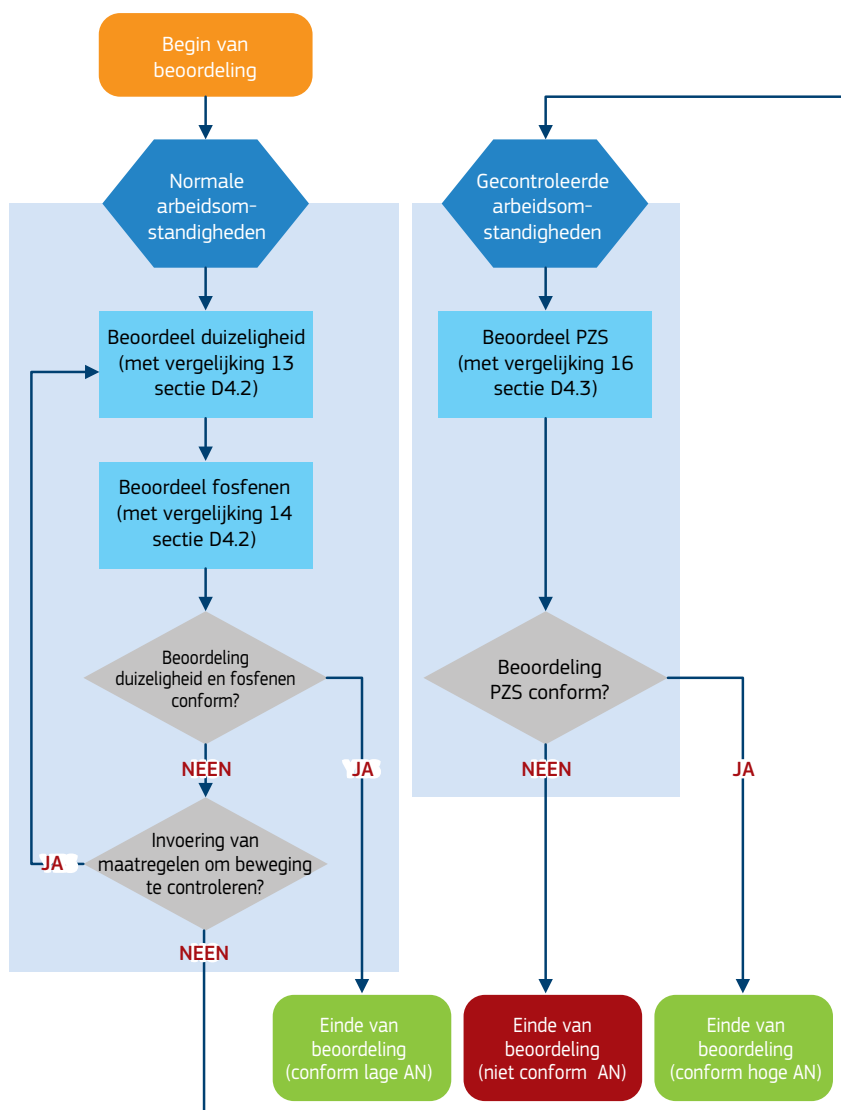
De richtsnoeren van ICNIRP zijn niet bindend en gebruiken andere terminologie dan de EMV-richtlijn. De basisrestricties zijn grootheden die niet mogen worden overschreden en zijn min of meer vergelijkbaar met de GWB in de EMV-richtlijn. Referentieniveaus zijn op behoudende wijze afgeleid van de basisrestricties, maar zijn weergegeven in grootheden die gemakkelijker kunnen worden beoordeeld. Referentieniveaus zijn min of meer vergelijkbaar met de actieniveaus in de EMV-richtlijn.

**Tabel D9 — Basisrestricties en referentieniveaus voor beperking van blootstelling tijdens het werk aan beweging in statische magnetische velden (uit ICNIRP, 2014)**

Frequentie [Hz]	Basisrestricties		Referentieniveaus	
	Interne elektrische veldsterkte ( $Vm^{-1}_{(peak)}$ )	Gezondheidseffecten <sup>2</sup>	Tijdsafgeleide van magnetische fluxdichtheid ( $Ts^{-1}_{(peak)}$ )	Gezondheidseffecten <sup>2</sup>
	Effecten op de zintuigen <sup>1</sup>		Effecten op de zintuigen <sup>1</sup>	
0-0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66-1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

NB: 1 — Restricties verstrekt om de gewaarwording van fosfenen in normale arbeidsomstandigheden tot een minimum te beperken.  
 2 — Restricties verstrekt om het optreden van effecten op PZS in gecontroleerde arbeidsomstandigheden tot een minimum te beperken.  
 3 — Om duizeligheid door beweging in een statisch magnetisch veld te voorkomen, mag de maximale wijziging van magnetische fluxdichtheid  $\Delta B$  over een willekeurige periode van drie seconden niet meer bedragen dan 2 T. In gecontroleerde arbeidsomstandigheden mag deze waarde worden overschreden (ICNIRP 2014).

**Figure D24 — Process for compliance assessment in the case of movement in static magnetic fields**



## D.4.2 Normale arbeidsomstandigheden

In normale arbeidsomstandigheden zijn de beperkingen op blootstelling bij beweging in statische magnetische velden gebaseerd op effecten op de zintuigen zoals duizeligheid, misselijkheid en fosfenen. Het spectrum van door beweging geïnduceerde velden strekt zich uit tot 25 Hz en hiermee moet rekening worden gehouden bij de keuze van GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A3 in de EMV-richtlijn) en basisrestricties van ICNIRP (tabel D9). Over het algemeen kunnen blootstellingen worden vergeleken met de lage AN (bijlage II, tabel B2, van de EMV-richtlijn) en de referentieniveaus van ICNIRP (tabel D9).

### *Duizeligheid tot een minimum beperken*

Het optreden van effecten op de zintuigen zoals duizeligheid en misselijkheid door beweging in een statisch magnetisch veld kan tot een minimum worden beperkt door zo traag mogelijk in het veld te bewegen. Om de kans op duizeligheid en misselijkheid tot een minimum te beperken, mag de wijziging van magnetische fluxdichtheid  $\Delta B$  gedurende een willekeurige periode van drie seconden niet meer bedragen dan 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T} \quad \text{(Vergelijking 13)}$$

### *Fosfenen tot een minimum beperken*

Om de gewaarwording van fosfenen tot een minimum te beperken, moeten de GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A3) en basisrestricties (tabel D9) voor de interne elektrische veldsterkte  $E_i$  worden gebruikt. Aangezien interne elektrische veldsterkte niet onmiddellijk kan worden bepaald, is het meestal handiger de conformiteit te beoordelen door gebruik te maken van de referentieniveaus (tabel D9) en de tijdsafgeleide van de lage AN (bijlage II, tabel B2).

Het elektrisch veld geïnduceerd door beweging door een statisch magnetisch veld is niet-sinusoidaal met een spectrum dat zich uitstrekt tot 25 Hz. Men moet dan ook rekening houden met de aanwezige frequentiecomponenten door de gewogen-piekwaardemethode toe te passen (zie aanhangsel D3).

De blootstellingsindex voor  $dB/dt$  wordt gegeven door de volgende vergelijking, op basis van een frequentieafhankelijke en fasegerelateerde wegingsfunctie:

$$BI_{movement}^{phosphene} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{Vergelijking 14}$$

waarin  $|A_f|$  en  $\theta_f$  de amplitude en de fase van de spectrale component zijn bij frequentie  $f$  van de tijdsafgeleide van magnetische fluxdichtheid  $dB/dt$  en  $RL_f$  het referentieniveau voor effecten op de zintuigen bij die frequentie is. De fase  $\varphi_f$  (de zogenaamde fasehoek van de filter) is een functie van de frequentieafhankelijkheid van  $RL_f$  en heeft waarden van  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  en  $90^\circ$  op de frequentiegebieden 0-0,66 Hz, 0,66-8 Hz en 8-25 Hz respectievelijk, waarbij de frequentieafhankelijkheid van  $RL_f$   $f^0$ ,  $1/f$  en  $f^0$  is. De fasewaarden van de filterfunctie voor  $dB/dt$  zijn gedefinieerd in het aanhangsel van de ICNIRP 2010-richtsnoeren (ICNIRP, 2010) en uitgelegd in aanhangsel D3.

Bij toepassing van bovenstaande vergelijking om de blootstellingsindex voor  $dB/dt$  te berekenen, moet aandacht worden besteed aan het feit dat referentieniveaus voor *peak*  $dB/dt$  alleen onder 1 Hz worden gegeven. Boven 1 Hz worden AN gegeven (bijlage II, tabel B2) als root-mean-square (RMS)-waarden van magnetische fluxdichtheid, maar niet als tijdsderivaten. Het is evenwel mogelijk deze AN te gebruiken om de equivalente  $RL_f$  voor *peak*  $dB/dt$  boven 1 Hz te berekenen:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2}\pi f B_{lowAL,rms} \quad \text{Vergelijking 15}$$

waarin  $B_{lowAL,rms}$  RMS-waarde is van laag AN voor magnetische fluxdichtheid bij frequentie  $f$  en  $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$  de geconverteerde  $RL_f$  is voor piek- $dB/dt$  bij die frequentie.

### D.4.3 Gecontroleerde arbeidsomstandigheden

Zoals besproken in sectie D4.2 hierboven bevat het geïnduceerde elektrische veld componenten met frequenties tot 25 Hz en hiermee moet rekening worden gehouden bij de keuze van gepaste GWB voor gezondheidseffecten (bijlage II, tabel A2) en basisrestricties (tabel D9). Ook hier zal het meestal meer geschikt zijn blootstellingen te vergelijken met de hoge AN (bijlage II, tabel B2) en referentieniveaus voor gezondheidseffecten (tabel D9).

#### Preventie van stimulatie van perifere zenuwen

Om stimulatie van perifere zenuwen te voorkomen, beperken zowel de basisrestrictie van ICNIRP als de GWB voor gezondheidseffecten de interne elektrische veldsterkte  $E_i$  tot  $1,1 \text{ Vm}^{-1}$ . De overeenstemmende referentieniveaus van ICNIRP en de tijdsafgeleide van de hoge AN hebben een waarde van  $2,7 \text{ Ts}^{-1}$ . Aangezien zowel het referentieniveau als de tijdsafgeleide van het hoge AN constant zijn over het frequentiegebied in kwestie, wordt de blootstellingsindex verkregen door de spectrale componenten bij frequenties tot 25 Hz op te tellen zonder spectrale weging van amplitude (filterfase  $\varphi_f$  is ingesteld op nul voor alle spectrale componenten), maar rekening houdend met de fasen van spectrale componenten van  $dB/dt$ :

$$BI_{movement}^{PNS} = \frac{1}{2,7} * \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right| \right\} \quad \text{(Vergelijking 16)}$$

waarin  $|A_f|$  en  $\theta_f$  de amplitude en de fase van de spectrale component  $dB/dt$  zijn bij frequentie  $f$ . De uitdrukking tussen haakjes in vergelijking 16 is equivalent met de absolute waarde van de golfvorm  $dB/dt$  (zodat alle waarden van  $dB/dt$  positief zijn). De blootstellingsindex wordt dan weergegeven door de piekwaarde van deze golfvorm, gedeeld door  $2,7 \text{ Ts}^{-1}$ .

## D.5 Onzekerheidsoverwegingen

Het doel van een meting of berekening is de „echte waarde” <sup>(1)</sup> van de onderzochte grootheid bepalen, en elke afwijking is toe te schrijven aan onzekerheid.

De richtlijn vereist van werkgevers dat zij rekening houden met onzekerheid en deze registreren als onderdeel van de algemene blootstellingsbeoordeling. Artikel 4 stelt: „Bij de beoordeling wordt dan rekening gehouden met de onzekerheden bij metingen of berekeningen, zoals rekenkundige fouten, bronmodellering, fantoomgeometrie en

<sup>(1)</sup> De echte waarde zelf gaat gepaard met een onzekerheid aangezien ze een raming is op basis van aanwezige kennis en gegevens.



de elektrische eigenschappen van weefsel en materiaal, zoals bepaald volgens de relevante beste praktijken.”

Een van de belangrijkste uitdagingen voor een werkgever bij de uitvoering van een conformiteitsbeoordeling is het aantonen van de nauwkeurigheid van de metingen en/of berekeningen met betrekking tot de AN en GWB uit de richtlijn. Het identificeren van de bronnen van onzekerheid, het kwantificeren van hun invloed en het aantonen dat deze invloed binnen aanvaardbare grenzen ligt, is een manier om dergelijke zekerheid te verkrijgen.

Internationale normen zoals ISO/IEC Guide 98-3:2008 vormen een goede bron van praktisch advies met betrekking tot meetonzekerheid, en Cenelec en andere normalisatie instanties hebben normen gepubliceerd die verschillende opties voor beste praktijken beschrijven voor het omgaan met onzekerheid bij vergelijking van elektromagnetische blootstellingsgrootheden met grenswaarden (zie aanhangsel H).

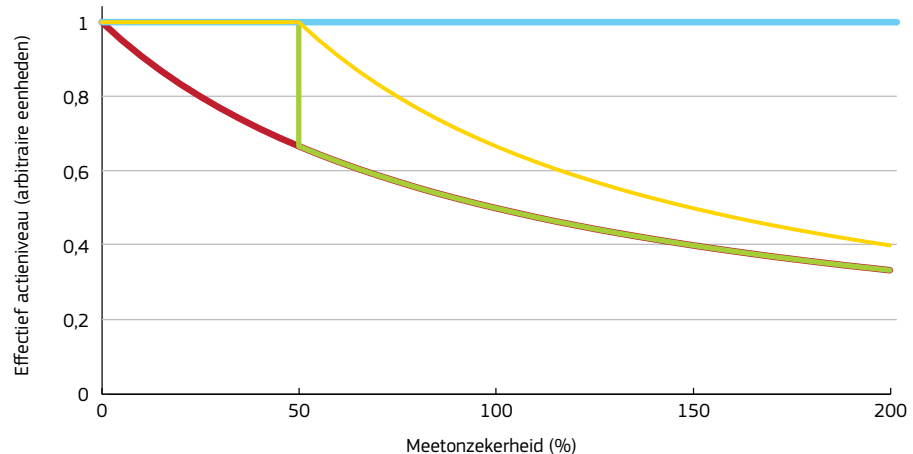
Twee algemene benaderingen zijn erkend om onzekerheid in een conformiteitsbeoordeling aan te pakken, elk met hun sterke en zwakke punten. De eerste benadering is de directe vergelijking of de „gedeeld risico”-benadering, waarbij de gemeten of berekende waarde direct wordt vergeleken met de AN of GWB. De tweede benadering is de additieve benadering waarbij de onzekerheid aan de gemeten of berekende waarde wordt toegevoegd voordat ze met het gepaste AN of de gepaste GWB wordt vergeleken. Terwijl beide benaderingen een zorgvuldige beoordeling van onzekerheid inhouden, is de tweede door haar aard een meer transparante benadering.

Er kunnen verschillende combinaties van deze twee benaderingen worden gebruikt en de keuze voor een bepaalde benadering zal wellicht afhangen van factoren zoals nationale gewoonten en praktijken of de blootstellingsomstandigheden. Het effect van de verschillende benaderingen is geïllustreerd in figuur D25. Verschillende benaderingen kunnen te rechtvaardigen zijn wanneer de onzekerheid niet buitensporig groot is op basis van het feit dat de AN en GWB zijn afgeleid van restricties die reductiefactoren omvatten om te verzekeren dat er een voldoende grote „veiligheidsmarge” is om effecten op de zintuigen en gezondheidseffecten te voorkomen.

### D.5.1 Onzekerheden met betrekking tot metingen

De onzekerheid in een willekeurig meetregime is meestal het gevolg van een combinatie van factoren, waaronder de *systematische fout* die verband houdt met de prestatie van het meetinstrument en de *toevallige fout* die kan voortvloeien uit de wijze waarop de meting is uitgevoerd. Het is belangrijk te erkennen dat mogelijke bronnen van fouten kunnen worden geïdentificeerd en dat de maximale onzekerheid die met elk ervan gepaard gaat kan worden gekwantificeerd. Meestal worden kwantitatieve ramingen van onzekerheid op twee manieren gemaakt. Ze kunnen worden afgeleid uit statistische evaluatie van herhaalde aflezingen (gekend als type A-evaluatie), of ze kunnen worden geraamd door gebruik te maken van een breed scala van andere informatiebronnen zoals ervaring uit het verleden, specificaties van de producent, gepubliceerde informatie, berekeningen en gezond verstand (gekend als type B-evaluatie).

**Figuur D25 — Vergelijking van verschillende benaderingen om onzekerheid aan te pakken. De blauwe lijn geeft het effect van het negeren van onzekerheid. De rode lijn geeft het effect van toepassing van de additieve benadering. De groene lijn illustreert een voorbeeld van een benadering van „gedeeld risico” — in dit geval wordt de gemeten waarde direct vergeleken op voorwaarde dat de onzekerheid kleiner is dan 50 % — wanneer de onzekerheid groter is dan deze waarde, gaat de benadering over naar additief. De gele lijn illustreert een alternatieve benadering van „gedeeld risico” — wanneer de onzekerheid groter is dan 50 % wordt een additieve benadering vanaf dat punt toegepast**



Zodra alle individuele bronnen van fouten zijn geïdentificeerd en de hieruit voortvloeiende onzekerheden zijn gekwantificeerd, kan het cumulatieve effect worden berekend door vastgelegde regels betreffende de „voortplanting van onzekerheid”. Dit maakt een raming mogelijk van de algemene onzekerheid die met een meting gepaard gaat, uit te drukken als een „betrouwbaarheidsinterval”. Het percentage betrouwbaarheid dat met het betrouwbaarheidsinterval verbonden is, wordt verkregen door de dekkingsfactor  $k$  toe te passen, die verband houdt met een klokvormige waarschijnlijkheidskromme. Een  $k$  van 1 stemt overeen met 68 % betrouwbaarheid,  $k = 2$  met 95 %,  $k = 3$  met 99,7 %.

De evaluatie van meetonzekerheid kan in veel werkplekomgevingen gecompliceerd zijn, en er is geen benadering die in alle situaties kan worden toegepast. Er zijn evenwel een aantal erkende goede praktijken, zoals het gebruik van instrumenten met lage meetonzekerheid en het verzekeren dat traceerbare ijkingen voor de instrumenten worden gebruikt (dit vermindert systematische fouten). Het toepassen van goede meettechnieken zoals herhaling en middeling van metingen tijdens een beoordeling kan toevallige fouten verminderen.

Veel Cenelec-productnormen staan een hybride methode voor, waarbij een meting direct kan worden vergeleken met de grenswaarden, op voorwaarde dat een gespecificeerd maximumniveau van onzekerheid niet is overschreden. Als het maximumniveau is overschreden, wordt de onzekerheid direct als factor opgenomen in de metingen of grenswaarden om de conformiteitscriteria strikter te maken en de overmatige onzekerheid te compenseren.

Meestal zijn de maximaal toegestane onzekerheidswaarden voor metingen van elektromagnetische velden van dezelfde grootteorde als de nauwkeurigheds- en precisiewaarden die kunnen worden bereikt met de soorten meetapparatuur en ijkingprocedures die gewoonlijk worden gebruikt.

Technische normen bieden nuttige bronnen van informatie over het combineren van verschillende onzekerheidselementen om een algemene raming op te stellen. Onzekerheidsbegrotingen kunnen een nuttige tool zijn bij de beoordeling van onzekerheid voor blootstelling aan elektromagnetische velden en ze worden in verschillende

productnormen met betrekking tot elektromagnetische velden besproken. Een goed voorbeeld is beschikbaar in EN 50413, een standaardmeetnorm die kan worden gebruikt in situaties waarbij geen technologie- of sectorspecifieke norm beschikbaar is.

Bij de toepassing van een toegelaten onzekerheidsmarge moet ervoor worden gezorgd dat de blootstelling van een werknemer het AN of de GWB van de richtlijn niet overschrijdt. Artikel 5 van de richtlijn stelt: „Tenzij voldaan is aan de voorwaarden van hetzij artikel 10, lid 1, onder a) of onder c), hetzij artikel 3, lid 3 of lid 4, worden werknemers niet aan hogere waarden blootgesteld dan de GWB voor effecten op de gezondheid en GWB voor effecten op de zintuigen. Indien de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen ondanks de maatregelen die de werkgever heeft genomen, worden overschreden, neemt de werkgever onmiddellijk maatregelen om de blootstelling terug te brengen tot onder die GWB.”

## D.5.2 Onzekerheden met betrekking tot berekeningen van blootstelling

Met betrekking tot berekeningen van interne en externe blootstelling kunnen er veel bronnen van numerieke fouten zijn als de modellen niet correct zijn opgezet. Het is dan ook belangrijk de onzekerheid die met dosimetrie gepaard gaat te onderzoeken. De verschillende bronnen van de onzekerheid kunnen in drie categorieën worden ondergebracht, die in de volgende secties worden beschreven.

### D.5.2.1 Onzekerheden met betrekking tot numerieke methoden

Een voorbeeld zijn de fouten die verband houden met de berekening van een interne dosisgrootte, zoals het SAT. De SAT-waarde vereist dat het elektrisch veld correct wordt berekend in het lichaam in termen van zowel grootte als verdeling van het SAT. Als een ruimtelijke piekwaarde moet worden gemiddeld over een specifieke massa zoals een aaneengesloten gebied van 10 g zoals gespecificeerd in bijlage III bij de richtlijn, zullen fouten optreden als het SAT wordt geëvalueerd voor bijvoorbeeld een kubus. Als de grensvoorwaarden voor de numerieke simulatie niet juist zijn ingesteld, zullen fouten in de oplossing worden ingevoerd door de artefactreflectie van het elektromagnetische veld naar het berekeningsdomein. Bovendien kan discretisatie van de oplossing, bv. de weergave van de blootstellings situatie in kubussen, leiden tot getrapte fouten die aanzienlijke problemen kunnen veroorzaken voor laagfrequente berekeningen.

### D.5.2.2 Onzekerheden met betrekking tot het model van elektromagnetisch toestel

Om een blootstellings situatie te simuleren, moet een representatief model worden gemaakt van het toestel dat het elektromagnetische veld opwekt. In deze gevallen kunnen fouten in de oplossing optreden als afmetingen, positie, opgewekt vermogen, emissiekenmerken enz. van het toestel niet juist zijn weergegeven. De positie van het toestel is vooral belangrijk als de veldbron zich dicht bij het lichaam bevindt, aangezien het veld dat de meeste toestellen opwekken snel daalt naarmate de afstand toeneemt.

### D.5.2.3 Onzekerheden met betrekking tot het model van het menselijk lichaam

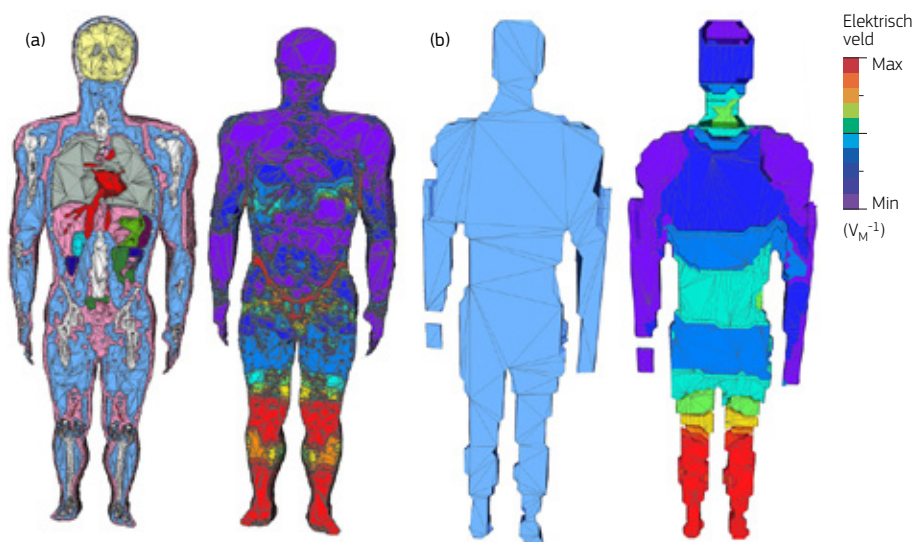
Als het model van het lichaam niet representatief is voor de blootgestelde werknemer in termen van anatomie en houding enz., kunnen fouten in de resultaten optreden. Zo kan een eenvoudig, homogeen model van het lichaam aanzienlijk verschillende waarden van interne dosisgrootheden, zoals geïnduceerde elektrische velden en SAT's, opleveren wanneer ze worden vergeleken met berekeningen die worden uitgevoerd met anatomisch realistische, heterogene modellen. Daarnaast kunnen deze eenvoudige menselijke modellen artificiële fenomenen opwekken, zoals het optreden van maximale

plaatselijke SAT's of geïnduceerde elektrische velden diep in het lichaam, wanneer ze worden gebruikt in numerieke simulaties (figuur D26).

Aanbevolen praktijken om de productie van onnauwkeurigheden in de berekening van dosisgrootheden te matigen, zijn onder meer:

- vergelijkingen van verkregen resultaten door gebruik te maken van andere numerieke methoden voor dezelfde blootstellings situatie. Als soortgelijke resultaten worden verkregen, kan dit een validering betekenen van de numerieke oplossing die voor een bepaalde blootstellingsconfiguratie wordt gebruikt;
- vergelijkingen van numerieke resultaten met metingen. Simulaties van externe veldgrootheden zoals elektrische en magnetische veldsterktes moeten worden vergeleken met gemeten waarden wanneer deze bestaan om het model van de bron van het elektromagnetische veld te valideren;
- vergelijkingen van resultaten van verschillende organisaties (vergelijkingen tussen laboratoria). Vergelijkingen van numerieke resultaten met andere gepubliceerde gegevens voor dezelfde of een soortgelijke blootstellingsconfiguratie kan de beoordelaars een hogere graad van vertrouwen in de geldigheid van de verkregen resultaten geven;
- convergentietests. De numerieke methoden die worden gebruikt om interne dosisgrootheden in het lichaam te berekenen, zijn vaak iteratief van aard (bv. FDTD-methode, SPFD-methode, FEM enz.) en convergeren dan ook vaak in een oplossing. Als de convergentie en stabiliteit van een oplossing zwak is, is de kans groot dat de resultaten die door de simulatie zijn verkregen onnauwkeurig zijn.

**Figuur D26 — Verdeling van geïnduceerd elektrisch veld bij blootstelling aan een extern elektrisch veld van 50 Hz in (a) hoogkwalitatief, heterogeen menselijk model met resolutie 2 mm, (b) laagkwalitatief, homogeen menselijk model met resolutie van 16 mm. Het gebruik van laagkwalitatieve, homogene menselijke modellen met lage resolutie kan leiden tot fouten in de berekende waarden**



#### Hoofdboodschap: onzekerheid

Alle metingen en berekeningen zijn onderhevig aan onzekerheden en deze moeten altijd worden gekwantificeerd en overwogen bij de interpretatie van de resultaten. De benadering om met onzekerheid om te gaan, is afhankelijk van nationale wetgeving en praktijk. Vaak zal het gaan om een benadering van „gedeeld risico”, maar sommige overheden kunnen het gebruik van de additieve benadering eisen.

# AANHANGSEL E.

## INDIRECTE EFFECTEN EN WERKNEMERS MET EEN VERHOOGD RISICO

De EMV-richtlijn vereist dat werkgevers bij de uitvoering van risicobeoordelingen rekening houden met zowel indirecte effecten als werknemers met een verhoogd risico. Afgezien van de drie uitzonderingen vermeld in tabel E1 hieronder (zie sectie 6.2 voor meer details) geeft de richtlijn evenwel geen actieniveaus (AN) of andere richtsnoeren over wat veilige velden zijn. Dit aanhangsel geeft meer uitleg over de problemen bij de bepaling van veilige velden en bijkomende richtsnoeren voor werkgevers die risico's voor deze situaties moeten beoordelen.

**Tabel E1 — AN voor indirecte effecten met kruisverwijzing naar bijkomende details in deze gids**

AN voor indirecte effecten	Sectie
Interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen door statische magnetische velden	6.2.1
Risico op aangetrokken en rondvliegende voorwerpen van statische magnetische velden	6.2.1
Contactstromen van tijdsafhankelijke velden < 110 MHz	6.2.2

### E.1 Indirecte effecten

Indirecte effecten treden op wanneer een voorwerp in een elektromagnetisch veld de oorzaak van een gevaar voor de veiligheid of de gezondheid wordt. De EMV-richtlijn identificeert vijf indirecte effecten waarmee bij elke risicobeoordeling rekening moet worden gehouden:

- interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen;
- risico's op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden;
- inwerkingstelling van elektrische ontstekingen (detonators);
- ontbranding van ontvlambare atmosferen;
- contactstromen.

Er moet ook rekening worden gehouden met eventuele andere indirecte effecten die kunnen optreden (zie sectie E.1.6).

Meestal doen indirecte effecten zich alleen voor onder specifieke omstandigheden. Het is dan ook vaak gemakkelijk om vast te stellen dat deze omstandigheden zich op een specifieke werkplek niet voordoen, wat betekent dat het risico al minimaal is. Soms is dit echter niet het geval, en dan is een meer gedetailleerde beoordeling nodig.

#### E.1.1 Interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen

EMV kunnen mogelijk interferentie veroorzaken met de juiste werking van medische elektronische apparatuur op dezelfde manier als zij dat doet met elke andere elektronische apparatuur. Aangezien medische apparatuur evenwel een vitale functie in een medische behandeling kan hebben, kunnen de gevolgen van interferentie ernstig zijn.

Sinds 30 juni 2001 moet alle medische elektronische apparatuur die in de Europese Unie in de handel wordt gebracht of in gebruik wordt genomen voldoen aan de essentiële eisen van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG zoals gewijzigd). In werkelijkheid voldoet veel van de apparatuur die na 1 januari 1995 in gebruik is genomen ook aan de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen.

Een van de voorwaarden van deze essentiële eisen is dat hulpmiddelen zodanig moeten zijn ontworpen en vervaardigd dat de gevaren verbonden aan redelijkerwijs te voorziene milieumomstandigheden zoals magnetische velden, externe elektrische invloeden en elektrostatische ontladingen worden uitgeschakeld of tot een minimum worden beperkt.

In de praktijk bereiken producenten conformiteit met de essentiële eisen van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen door hun producten te vervaardigen overeenkomstig een geschikte geharmoniseerde norm. In verband met immuniteit voor interferentie is de belangrijkste norm EN 60601-1-2, hoewel er ook eisen in specifieke normen kunnen staan. Terwijl de essentiële eisen met betrekking tot immuniteit voor EMV identiek zijn in de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen en de richtlijn betreffende actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (zie hieronder), is de interpretatie in geharmoniseerde normen dat niet. Versies van EN 60601-1-2 tot en met uitgave 3 (2007) vereisten dat de essentiële functies van apparatuur niet in het gedrang mogen komen bij blootstelling aan:

- magnetische velden met stroomnetfrequentie tot 3 A/m (3,8  $\mu$ T);
- elektrische veldsterktes tot 3 V/m bij frequenties van 80 MHz tot 2,5 GHz (velden zijn meestal amplitudegemoduleerd bij 1 kHz);
- voor reanimatieapparatuur is de immuniteit voor elektrische veldsterkte tussen 80 MHz en 2,5 GHz opgetrokken tot 10 V/m.

Deze waarden bieden een basis voor beoordeling van de kans op interferentie met medische elektronische apparatuur.

Uitgave 4 (2014) van EN 60601-1-2 behandelt de kwestie van consistentie tussen de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen en de richtlijn betreffende actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen. Ze vereist dat de producent geschikte omgevingen voor gebruik vermeldt en de immuniteitsniveaus voor hulpmiddelen bedoeld voor gebruik in de thuiszorg verhoogt.

De norm aanvaardt ook dat het behalen van deze immuniteitsniveaus moeilijk is voor apparatuur die ontworpen is om fysiologische parameters te monitoren. Hij staat daarom lagere immuniteit voor deze apparatuur toe, in de veronderstelling dat ze in een omgeving met een zwak veld wordt gebruikt.

### **E.1.2 Risico's op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden**

In sterke statische magnetische velden kunnen ferromagnetische voorwerpen sterke aantrekkingskrachten ervaren die kunnen leiden tot beweging van het voorwerp. In de juiste omstandigheden kan deze beweging een risico op rondvliegende voorwerpen vormen. Het risico op beweging hangt af van een aantal factoren, waaronder de gradiënt van het magnetisch veld, de massa en vorm van het voorwerp en het materiaal waaruit het is vervaardigd.

De EMV-richtlijn geeft ook een AN van 3 mT om het risico op aangetrokken en rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in het strooiveld van bronnen van hoge fluxdichtheid (> 100 mT) te beperken.

### **E.1.3 In werking stellen van elektrische ontstekingen (detonators)**

Het is aangetoond dat EMV onder geschikte omstandigheden de inwerkingstelling van elektrische ontstekingen (detonators) kan veroorzaken. Dit effect is afhankelijk van de aanwezigheid op de werkplek van zowel elektrische ontstekingen als veldsterktes die

voldoende groot zijn om ze in werking te stellen. Op de meeste werkplekken zal dit evenwel geen probleem zijn, maar sommige werkgevers moeten er toch rekening mee houden, bijvoorbeeld in de defensiesector.

Aangezien elektro-explosieve toestellen een risico kunnen vormen, zelfs bij afwezigheid van sterke EMV, is de opslag en het gebruik ervan meestal strikt gecontroleerd, met beperkingen op activiteiten die in de buurt mogen plaatsvinden, met inbegrip van de opwekking van EMV.

Er is een Europees technisch verslag (CLC/TR 50426) dat richtsnoeren bevat over beoordelingen van de risico's op inwerkingstelling van toestellen met ontstekingsdraad. Het verslag beschrijft methoden voor beoordeling van het risico dat voldoende energie uit het veld kan worden gehaald voor inwerkingstelling.

Een ander Europees technisch verslag dat nuttig kan zijn, is CLC/TR 50404, dat richtsnoeren bevat over beoordeling van risico's en maatregelen om inwerkingstelling van explosieve materialen door statische elektriciteit te vermijden.

#### **E.1.4 Branden en explosies ingevolge de ontbranding van ontvlambare atmosferen**

Het is bewezen dat de interactie van elektromagnetische velden met voorwerpen kan leiden tot het ontstaan van vonkontladingen die ontvlambare atmosferen kunnen doen ontbranden. Aangezien dit effect de aanwezigheid vereist van zowel een ontvlambare atmosfeer als veldsterktes die voldoende sterk zijn om ze te doen ontbranden, zal dit in de meeste werkplekken geen probleem zijn. Werkgevers in bepaalde sectoren moeten er evenwel toch rekening mee houden.

Ontvlambare atmosferen kunnen door meerdere bronnen ontbranden en de normale aanpak bestaat er dan ook in gebieden te identificeren waar dergelijke atmosferen kunnen bestaan en beperkingen op activiteiten in die gebieden in te voeren. Deze beperkingen omvatten meestal een begrenzing van de opwekking van EMV in het gebied.

Er is een Europees technisch verslag (CLC/TR 50427) dat richtsnoeren bevat over beoordelingen van de risico's op onbedoelde ontbranding van ontvlambare atmosferen door radiofrequente EMV. Het verslag beschrijft benaderingen voor beoordeling van de energie die uit het veld kan worden geëxtraheerd en voor vergelijking hiervan met de energie die nodig is om verschillende klassen van ontvlambare materialen te doen ontbranden.

Een ander Europees technisch verslag dat nuttig kan zijn, is CLC/TR 50404, dat richtsnoeren bevat over beoordeling van risico's en maatregelen om ontbranding van ontvlambare atmosferen door statische elektriciteit te vermijden.

#### **E.1.5 Contactstromen**

Contact tussen een persoon en een geleidend voorwerp in een elektromagnetisch veld, waarbij alleen de persoon of alleen het voorwerp geaard is, kan leiden tot een stroom naar de aarde door het contactpunt. Dit kan leiden tot schokken en brandwonden.

De EMV-richtlijn specificeert AN voor contactstromen die bedoeld zijn om pijnlijke schokken te voorkomen. Het is mogelijk dat de persoon die het voorwerp aanraakt nog steeds de interactie gewaarwordt bij contactstromen onder de AN. Hoewel dit niet schadelijk is, kan het hinderlijk zijn. Dit kan worden beperkt door het advies van sectie 9.4.8 op te volgen.

#### **E.1.6 Niet-gespecificeerde indirecte effecten**

Er moet ook rekening worden gehouden met eventuele andere indirecte effecten die kunnen optreden. Voorbeelden van interacties waarmee rekening moet worden gehouden:

- interactie van velden met afscherming of metaalwerk in de werksomgeving, wat leidt tot opwarmings- en thermische gevaren;
- interactie van velden met elektronische en controlesystemen op de werkplek, wat leidt tot interferentie en gestoorde werking;

- interactie van velden met metalen voorwerpen of componenten die dicht bij het lichaam worden gedragen;
- interactie van velden met elektronische componenten of apparatuur die dicht bij het lichaam wordt (worden) gedragen.

## E.2 Werknemers met een verhoogd risico

De EMV-richtlijn identificeert vier groepen werknemers die een verhoogd risico bij EMV op de werkplek kunnen lopen:

- werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen;
- werknemers met passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen;
- werknemers die op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen dragen;
- zwangere werknemers.

Werkgevers moeten zich ook bewust zijn van de mogelijkheid van specifieke risico's voor groepen werknemers die momenteel niet gespecificeerd zijn (zie sectie E2.5).

Deze werknemers zijn mogelijk niet voldoende beschermd door de AN en GWB die in de richtlijn vermeld staan. Wanneer werkgevers vaststellen dat er risico's voor deze groepen werknemers zijn, moet informatie worden verstrekt tijdens opleiding van het personeel en informatie aan bezoekers van de site. Hierbij moeten deze werknemers worden aangemoedigd zichzelf bij het management te identificeren zodat een specifieke risicobeoordeling kan worden uitgevoerd.

### E.2.1 Werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen

#### E2.1.1 Achtergrond

Er zijn veel actieve hulpmiddelen die in mensen kunnen worden geïmplanteed voor medische doeleinden. Het betreft onder meer:

- pacemakers;
- defibrillators;
- cochleaire implantaten;
- hersenstamimplantaten;
- binnenoorprothesen;
- neurostimulators;
- medicatiepompen;
- netvliescodeurs.

Meestal zijn hulpmiddelen met geleiders die met de patiënt verbonden zijn voor waarneming of prikkeling gevoeliger voor interferentie dan hulpmiddelen zonder geleiders. Dit komt doordat de geleiders een lus vormen die kan koppelen met het elektromagnetische veld. Zelfs bij hulpmiddelen met geleiders kan de gevoeligheid variëren afhankelijk van de functie en de uitvoering. Hulpmiddelen die zijn ontworpen om neurofysiologische signalen in het lichaam waar te nemen, zijn meestal het meest vatbaar voor interferentie omdat ze ontworpen zijn om gevoelig te zijn voor kleine spanningswijzigingen op de geleiders. Dergelijke spanningswijzigingen kunnen worden opgewekt door interactie met velden, maar de grootte van de geïnduceerde spanning hangt af van de lengte, het soort en de positie van de geleiders in het lichaam. Meestal koppelen hulpmiddelen met een enkele geleider die een grote effectieve lus kunnen vormen, sterk in het veld, terwijl bipolaire hulpmiddelen meestal minder gevoelig zijn omdat ze veel kleinere effectieve lussen vormen.



Pacemakers zijn meestal uitgerust met een „reed switch” (een soort magnetische schakelaar) die door sterke magnetische velden kan worden geactiveerd en het hulpmiddel van „demand”-modus in „pacing”-modus zetten. Sommige actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen zijn ontworpen om radiofrequentie- of inductief gekoppelde signalen waar te nemen voor programmeringsdoeleinden, terwijl andere, zoals cochleaire implantaten, gebruik kunnen maken van inductieve koppeling als onderdeel van de normale werking. Al deze hulpmiddelen zijn ontworpen om gevoelig te zijn voor externe velden en zullen dan ook vatbaar zijn voor interferentie in aanwezigheid van specifieke velden.

Sinds 1 januari 1995 moeten alle actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen die in de Europese Unie in de handel worden gebracht of in gebruik worden genomen voldoen aan de essentiële eisen van de richtlijn betreffende actieve implanteerbare medische hulpmiddelen (90/385/EEG zoals gewijzigd). Een van de eisen is dat hulpmiddelen zodanig moeten zijn ontworpen en vervaardigd dat de gevaren verbonden aan redelijkerwijs te voorzien milieumstandigheden zoals magnetische velden, externe elektrische invloeden en elektrostatische ontladingen worden uitgeschakeld of tot een minimum worden beperkt.

In de praktijk bereiken producenten conformiteit met de essentiële eisen van de richtlijn betreffende actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen door hun producten te vervaardigen overeenkomstig een geschikte geharmoniseerde norm. Relevante geharmoniseerde normen zijn onder meer EN 45502-1 en de reeks specifieke normen EN 45502-2-X. De immuniteitsvereisten in deze normen zijn afgeleid van de referentieniveaus die beschreven staan in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad, maar sluiten elke tijdsmiddeling van radiofrequente velden uit en gaan ervan uit dat het hulpmiddel is geïmplanteerd volgens goede medische praktijken.

### **E.2.1.2 Richtsnoeren in verband met beoordeling**

#### *Fundamentele benadering*

De eerste stap bestaat erin na te gaan welke apparatuur en activiteiten op de werkplek aanwezig zijn en of van werknemers geweten is dat ze actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) dragen. Niet alle werknemers zullen aangeven dat ze AIMD dragen en naar schatting tot 50 % van de werknemers zou weigeren deze informatie mee te delen uit vrees dat hun job in gevaar komt. De werkgever moet rekening houden met deze terughoudendheid wanneer hij informatie verzamelt.

Als alleen apparatuur en activiteiten vermeld in kolom 1 van tabel 3.2 aanwezig zijn, moet meestal geen verdere actie worden ondernomen, tenzij wordt vastgesteld dat een werknemer een ongevoelig AIMD heeft (zie hieronder).

Als het niet mogelijk is werknemers met AIMD te identificeren, zijn verdere maatregelen meestal niet nodig, maar werkgevers moeten alert blijven voor de mogelijkheid dat nieuwe werknemers of bezoekers AIMD kunnen dragen, of dat huidige werknemers AIMD krijgen.

Wanneer werknemers met AIMD zijn geïdentificeerd, moet de werkgever zo veel mogelijk informatie over het (de) hulpmiddel(en) verzamelen. De werknemer moet meewerken met deze procedure, en waar mogelijk moet hulp worden gevraagd aan de bedrijfsarts en/of de arts die voor de werknemer zorgt.

Als de werknemer een ouder hulpmiddel heeft of specifieke waarschuwingen heeft gekregen dat zijn AIMD ongebruikelijk gevoelig is, moet een specifieke beoordeling worden uitgevoerd. Deze moet gebaseerd zijn op de gekende kenmerken van het hulpmiddel.

In de meeste andere situaties zou het mogelijk moeten zijn een algemene beoordeling uit te voeren zoals hieronder besproken. Als dit aantoonbaar is dat de normale werkzaamheden van de werknemer zouden kunnen leiden tot een gevaarlijke situatie, is de eenvoudigste oplossing meestal de arbeidsplaats of werkzaamheden aanpassen. Als dit moeilijk is, kan de werkgever overwegen een specifieke beoordeling uit te voeren.

#### *Oudere AIMD*

Oudere actieve implantaten van voor 1 januari 1995 hebben mogelijk niet dezelfde immuniteit voor interferentie door EMV als moderne hulpmiddelen. Het is niet duidelijk hoeveel van deze oudere hulpmiddelen nog in gebruik zijn. De batterijen van AIMD hebben

een beperkte levensduur en het volledige hulpmiddel of onderdelen ervan zijn mogelijk samen met de batterijen vervangen. Zo is het bijvoorbeeld gebruikelijk om bij pacemakers de volledige pulsgenerator samen met de batterijen te vervangen, terwijl andere elementen, zoals de draden, behouden blijven. Pacemakers vormen nog steeds de grootste groep implantaten en dit was zeker voor 1995 het geval. Deze oudere pacemakers werden wellicht niet beïnvloed door statische magnetische velden kleiner dan 0,5 mT, laagfrequente velden kleiner dan 2 kV/m en laagfrequente magnetische velden kleiner dan 20  $\mu$ T.

### *Specifieke waarschuwingen*

Alle patiënten met AIMD krijgen algemene waarschuwingen om situaties die tot interferentie kunnen leiden te vermijden. Deze waarschuwingen moeten worden opgevolgd, maar hebben geen invloed op de beoordeling van risico's aan de hand van de algemene beoordelingsbenadering hieronder. Soms zijn er evenwel medische redenen voor het implanteren van AIMD in een niet-standaardconfiguratie of met niet-standaardinstellingen, en hiervoor kunnen specifieke waarschuwingen nodig zijn. Dit kan ook het geval zijn door de klinische toestand van de patiënt. Wanneer specifieke waarschuwingen zijn gegeven, moet een specifieke beoordeling worden uitgevoerd.

### *Algemene beoordeling*

De benadering voor algemene beoordeling volgt de benadering in EN 50527-1 en is gebaseerd op de immuniteitseisen van geharmoniseerde normen voor AIMD. Interferentie zou dan ook niet mogen optreden op voorwaarde dat velden, andere dan statische magnetische velden, de onmiddellijke waarden van de referentieniveaus van Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad niet overschrijden. AIMD zouden ook niet mogen worden beïnvloed door statische magnetische velden zwakker dan 0,5 mT.

### *Specifieke beoordeling*

In sommige gevallen kan het nodig zijn een specifieke beoordeling uit te voeren. Dit is wellicht nodig wanneer:

- werknemers oudere AIMD hebben (zie hierboven);
- werknemers specifieke waarschuwingen hebben gekregen;
- het moeilijk is de arbeidsplaats of de werkzaamheden aan te passen om ervoor te zorgen dat de blootstelling de referentieniveaus van Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad niet overschrijdt.

Meer informatie over specifieke beoordelingen is terug te vinden in bijlage A bij EN 50527 1. Meer richtsnoeren zijn ook terug te vinden in document BGI/GUV-I 5111 van de Duitse Vereniging voor de sociale verzekering voor ongevallen.

## **E.2.2 Werknemers met passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen**

Een reeks medische implantaten kan van metaal zijn. Voorbeelden hiervan zijn kunstgewrichten, pennen, platen, schroeven, chirurgische klemmen, stents, hartklepprotheses, annuloplastiekringen, geïmplanteerde metalen voorbehoedsmiddelen, behuizingen van AIMD en tandvullingen.

Wanneer deze hulpmiddelen vervaardigd zijn uit ferromagnetische materialen, kunnen ze torsies en krachten ondergaan bij aanwezigheid van sterke statische magnetische velden. Bewijzen tot nu toe doen vermoeden dat statische magnetische fluxdichtheden van 0,5 mT of lager niet voldoende effect hebben om een gevaar voor de gezondheid te vormen (ICNIRP, 2009). Dit strookt met de AN die in de EMV-richtlijn worden gegeven om interferentie met AIMD in statische magnetische velden te voorkomen.

In tijdsafhankelijke velden kunnen metalen implantaten het geïnduceerde elektrische veld in het lichaam verstoren, wat leidt tot plaatselijke gebieden met sterke velden. Bovendien kunnen metalen implantaten inductief worden opgewarmd, wat leidt tot opwarming en als gevolg hiervan hittede schade aan omringende weefsels. Uiteindelijk kan dit leiden tot falen van het implantaat.

Er zijn weinig gegevens op basis waarvan een beoordeling van de risico's voor werknemers met passieve implantaten kan worden uitgevoerd. Een factor waarmee rekening moet worden gehouden, is de frequentie van het EMV naarmate doordringing van het veld in het lichaam afneemt met de toenemende frequentie, zodat er weinig of geen interactie is tussen hoogfrequente velden en de meeste implantaten, die zich in een massa omringend weefsel bevinden.

Inductieve opwarming die voldoende is om hitteschade aan omringend weefsel te veroorzaken, hangt af van de extractie van voldoende vermogen van het veld. Dit wordt beïnvloed door de afmetingen en de massa van het implantaat en van de sterkte en frequentie van het toegankelijke veld. Meestal is het echter zo dat conformiteit met Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad voldoende bescherming biedt, terwijl sterkere velden in bepaalde omstandigheden te verantwoorden kunnen zijn.

### E.2.3 Werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen

Op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen vallen binnen het toepassingsgebied van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG zoals gewijzigd). Bij afwezigheid van meer specifieke informatie zijn de overwegingen voor beoordeling dezelfde als voor interferentie met andere medische elektronische apparatuur besproken in sectie E1.1.

Meestal zijn op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen echter niet gevoeliger dan AIMD en hulpmiddelen die niet ontworpen zijn om fysiologische parameters waar te nemen, zijn mogelijk minder gevoelig dan sommige AIMD. Het is dan ook altijd verstandig contact op te nemen met de producent om informatie over immuniteit voor interferentie te vragen.

### E.2.4 Zwangere werknemers

Er zijn meldingen van schadelijke effecten door blootstelling van de moeder aan laagfrequente magnetische velden. Toch wordt het bewijs van een verband tussen deze effecten en blootstelling aan laagfrequente velden algemeen als zeer zwak beschouwd (ICNIRP, 2010). Een groep deskundigen is evenwel van mening dat het zenuwstelsel in ontwikkeling *in utero* mogelijk gevoelig kan zijn voor geïnduceerde tijdsafhankelijke elektrische velden (NRPB, 2004). Dezelfde groep concludeerde dat een beperking van geïnduceerde elektrische veldsterktes tot ongeveer 20 mV/m een adequate bescherming van het zenuwstelsel in ontwikkeling in utero zou moeten bieden. Er werd berekend dat dit kan worden bereikt door conformiteit met de referentieniveaus voor laagfrequente velden zoals vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad.

Er is overtuigend bewijs dat een verhoogde lichaamstemperatuur bij de moeder een schadelijk effect heeft op het resultaat van de zwangerschap, waarbij blijkbaar vooral het centrale zenuwstelsel gevoelig is. Het besluit was dat een beperking van het gemiddelde SAT voor het hele lichaam tot 0,1 W/kg bij zwangere vrouwen voldoende bescherming zou moeten bieden (NRPB, 2004). Dit komt overeen met de basisrestrictie voor radiofrequente blootstelling van 0,08 W/kg die vermeld staat in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad.

Voor de meeste werkgevers bestaat een pragmatische aanpak er dan ook in de blootstellingen van zwangere werknemers te beperken door gebruik te maken van de referentieniveaus vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad. Dit zou adequate bescherming bij zowel lage als hoge frequenties moeten bieden.

### E.2.5 Niet-gespecificeerde werknemers met een verhoogd risico

Werkgevers moeten zich ervan bewust zijn dat er momenteel niet-gespecificeerde groepen werknemers zijn die een verhoogd risico lopen, zoals werknemers die specifieke medicatie nemen voor erkende ziekten.

## AANHANGSEL F.

# RICHTSNOEREN IN VERBAND MET MRI

Beeldvorming door middel van magnetische resonantie (*magnetic resonance imaging*, MRI) is een belangrijke medische technologie die essentieel is geworden voor de diagnose en behandeling van ziekten. Het is een waardevol instrument bij medisch onderzoek. De techniek wordt in de hele Europese Unie gebruikt bij tientallen miljoenen scans per jaar en gaat gepaard met de vrijwillige blootstelling van patiënten of vrijwilligers aan sterke elektromagnetische velden om gedetailleerde beelden te krijgen, zoals het in kaart brengen van hersenmetabolisme en -activiteit. Hoewel MRI een aanvulling vormt op andere beeldvormingstechnologieën zoals computertomografie (*computed tomography*, CT), heeft MRI het voordeel dat er geen blootstelling aan ioniserende straling mee gepaard gaat en dat de techniek geen gekende gezondheidseffecten op lange termijn heeft.

Blootstellingen aan elektromagnetische velden van patiënten en vrijwilligers in de scanner vallen buiten het toepassingsgebied van de EMV-richtlijn. De verdeling van het elektromagnetische veld in de scanner hangt voornamelijk af van de doeltreffendheid van de scan en de kwaliteit van de beeldvorming. Bovendien doen producenten al het mogelijke om de omvang van strooivelden buiten de scanner tot een minimum te beperken, waardoor ook de blootstelling van personeel dat rond de apparatuur werkt wordt verminderd. Statische magnetische velden kunnen de actieniveaus (AN) voor indirecte effecten overschrijden (zie hoofdstuk 6). Bovendien kunnen werknemers onder bepaalde omstandigheden nog steeds worden blootgesteld aan velden boven een grenswaarde voor blootstelling (GWB) (zie tabel F1). De afleiding van de GWB omvat evenwel een veiligheidsmarge, wat betekent dat blootstelling boven de GWB niet noodzakelijk effecten bij werknemers veroorzaakt. Het wordt als veilig beschouwd om patiënten en vrijwilligers routinematig bloot te stellen aan de intense velden in een MRI-scanner (ICNIRP 2004, 2009).

De waarde van MRI als een essentiële technologie in de gezondheidssector is alomerkend en artikel 10 van de EMV-richtlijn staat een voorwaardelijke afwijking van de eis om aan de GWB te voldoen toe. Deze richtsnoeren werden opgesteld in overleg met belanghebbenden van de MRI-gemeenschap om praktische richtsnoeren te bieden over het bereiken van conformiteit met deze voorwaarden, als dit nodig is. Gezondheidszorgverstrekkers die MRI aanbieden, hebben toegang tot röntgen- en radiologiedeskundigen en deskundigen in medische fysica die allemaal moeten worden geraadpleegd om conformiteit te bereiken. Producenten en onderzoeksinstanties beschikken over soortgelijke deskundigen en moeten hen eveneens raadplegen.

### F.1 Ontwerp en bouw van MRI-apparatuur

MRI-scanners zijn ontworpen om een complexe elektromagnetische omgeving op te wekken in de magneetkern van de apparatuur, met drie hoofdcomponenten:

- statische magnetische velden — de meeste systemen voor klinisch gebruik werken bij 1,5 of 3 T, hoewel open systemen die vooral worden gebruikt voor interventieprocedures meestal werken bij lagere magnetische fluxdichtheden (0,2-1 T) en er zijn ook een klein aantal hogeveldscanners die werken bij dichtheden tot 9,4 T; deze worden vooral voor onderzoeksdoeleinden gebruikt;
- laagfrequente schakelende magnetische gradiëntvelden — scanners gebruiken drie rechthoekige gradiënten die snel worden in- en uitgeschakeld om positionele informatie te verkrijgen met betrekking tot de gemeten MR-signalen. Dit zijn complexe gepulste golfvormen die variëren afhankelijk van het soort scan dat wordt uitgevoerd. De gepulste golfvormen hebben equivalente frequenties in het gebied van 0,5-5 kHz;
- radiofrequente velden toegepast bij de Larmor-frequentie, die afhankelijk is van de statische magnetische fluxdichtheid (62-64 MHz en 123-128 MHz voor respectievelijk scanners van 1,5 T en 3 T).

**Tabel F1 — Vergelijking van blootstelling van werknemers aan MRI met grenswaarden en resulterende effecten**

Voorbeeld van blootstelling van werknemers*	Grenswaarden	Gerapporteerde effecten
<b>Statisch magnetisch veld</b>		
1,0 T, 1,5 T, 3,0 T, 7,0 T	2 T, 8 T	Duizeligheid bij afwezigheid van beweging
< 2 m/s gelijkwaardig aan < 3 T/s 0,3 V/m (pk) in hersenen of 2 V/m (pk) in lichaam	0,05 V/m (rms) (GWB voor effecten op de zintuigen) 0,8 V/m (rms) (GWB voor gezondheidseffecten)	Duizeligheid en misselijkheid
<b>Schakelende gradiëntvelden</b>		
100-1 500 Hz Beperkt door PZS-waarden van patiënt, die overeenstemmen met geraamde waarden voor dB/dt en geïnduceerde rms E-velden in hersenen en romp Bij normale plaatsen van patiënt <40 T/s (rms) = 4 V/m in hersenen <40 T/s (rms) = 8 V/m in romp Plaatsen in slechtste geval toegankelijk voor interventiewerknemers <120 T/s (pk) = 8 V/m in hersenen <40 T/s (pk) = 2 V/m in romp	0,8 V/m (rms)	Tintelende gewaarwording, pijn of spiersamentrekking als limieten voor gecontroleerde omstandigheden voor PZS zijn overschreden. CZS-effecten zijn nooit gemeld bij MRI-werknemers, gekende meldingen komen van TMS bij waarden > 500 T/s of > 50-100 V/m
<b>Radiofrequente velden</b>		
42, 64, 128, 300 MHz WBSAT beperkt tot < 4 W/kg in isocentrum komt overeen met WBSAT < 0,4 W/kg halverwege in de magneetkern << 0,1 W/kg bij opening	0,4 W/kg	Warmtegewaarwordingen en zweten bij blootstellingen > 2 W/kg

Gegevens verstrekt door COCIR — meer gegevens over blootstelling van werknemers beschikbaar in Stam, 2014.

Alle MRI-scanners die zijn bedoeld voor diagnose en/of behandeling van mensen en die in de handel zijn gebracht of in gebruik zijn genomen in de Europese Unie sinds 30 juni 2001 moeten voldoen aan de essentiële eisen van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG), die een algemene eis bevat dat ze de veiligheid en gezondheid van gebruikers, of waar van toepassing andere personen, niet in gevaar mogen brengen. Producenten moeten hoogwaardige ontwerp- en constructieoplossingen kiezen die risico's wegwerken of zo veel mogelijk beperken. Om producenten te helpen conformiteit met de essentiële eisen te bereiken en handelend onder een mandaat verstrekt door de Europese Commissie, heeft het Europees Comité voor Elektrotechnische Normalisatie (Cenelec) een productnorm gepubliceerd voor magnetische-resonantie apparatuur voor medische diagnostiek (EN 60601-2-33).

De huidige versie van EN 60601-2-33 bevat een vereiste voor producenten om informatie te verstrekken over de ruimtelijke verdeling van velden en dit is meestal terug te vinden in de handleidingen bij de scanners. Deze informatie is beschikbaar voor alle MR-systemen en moet werkgevers helpen bij de identificatie van gebieden waar de GWB kunnen worden overschreden. Daarnaast moeten scanners informatie geven over de sterkte van de gradiëntvelden en het specifieke energieabsorptietempo (SAT) van de radiofrequente velden vóór het begin van elke scan. Scanners moeten ook over ingebouwde beveiligingen beschikken die beschermen tegen overmatige blootstelling. Het is mogelijk dat de vereisten waarnaar in deze paragraaf wordt verwezen, niet van toepassing zijn op oudere, zogenaamde „verouderde” apparatuur.

## F.2 Blootstelling van werknemers tijdens werking van MRI in de gezondheidssector

MRI-scanners zijn ontworpen om sterke, maar zorgvuldig gecontroleerde velden op te wekken in de magneetkern van de scanner terwijl strooivelden buiten de omtrek van de apparatuur tot een minimum worden beperkt. Velden nemen dan ook snel af naarmate de afstand van de opening van de scanner toeneemt, wat meestal leidt tot hoge ruimtelijke veldgradiënten dicht bij de scanner en veel zwakkere velden op grotere afstanden. De beschikbare bewijzen doen vermoeden dat alleen werk in de magneetkern van de scanner of in de onmiddellijke omgeving van de opening zal leiden tot blootstellingen boven de GWB.

Aangezien blootstellingen van werknemers die niet dicht bij de opening van de scanner moeten komen altijd conform zullen zijn, is het niet nodig ze te beoordelen. De beoordeling van blootstelling voor werknemers die dicht bij de opening moeten komen of in de magneetkern van de scanner moeten gaan, is complex. Het vereist een gedetailleerde kennis van de ruimtelijke verdeling van velden binnen en buiten de scanner, samen met inzicht in de wijze waarop personeel beweegt ten opzichte van de scanner tijdens de uitvoering van hun werk, iets wat sterk afhankelijk zal zijn van de uit te voeren taken. Bovendien moeten beoordelingen bij voorkeur gebaseerd zijn op numerieke modeleringstechnieken zodat blootstellingen direct kunnen worden vergeleken met de GWB. Dergelijke beoordelingen liggen buiten de mogelijkheden van de meeste instanties die routinematige MRI-procedures uitvoeren.

Om informatie over blootstelling van werknemers te verstrekken die voortvloeit uit een reeks typische procedures en verschillende soorten apparatuur, financierde de Europese Commissie een beoordeling bij vier MRI-installaties in verschillende landen. Dit gedetailleerde project beoordeelde de bewegingen en posities van het personeel tijdens verschillende procedures en tegelijkertijd werden velden in kaart gebracht en werd de dosimetrie berekend (Capstick et al., 2008). De resultaten van deze en vroegere onderzoeken (beschreven in Stam, 2008) zijn informatief, hoewel de gedetailleerde conclusies met enige voorzichtigheid moeten worden behandeld. De resultaten houden verband met de vorige EMV-richtlijn en gebruiken andere meeteenheden voor blootstelling. Bovendien zijn ze beperkt tot een relatief klein aantal scanners en blootstellingsscenario's. Recente analyses doen vermoeden dat de GWB in bepaalde omstandigheden kunnen worden overschreden (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

De meetgegevens voor schakelende gradiëntvelden moeten met bijzondere zorg worden behandeld aangezien de actieniveaus in de huidige EMV-richtlijn in veel gevallen minder streng zijn dan deze die in eerdere blootstellingsonderzoeken zijn besproken. Over het algemeen leidt vergelijking met actieniveaus tot een behoudende beoordeling met betrekking tot het gebruik van GWB, zodat de laatste de voorkeur krijgt, maar meestal vereist dit deskundigheid in een complexe computerdosimetrie.

### F.2.1 Blootstellingen met betrekking tot GWB

#### F.2.1.1 Statische magnetische velden

Voor alle scanners met lage veldwaarden (die werken onder 2 T) en de meeste routineprocedures met scanners die werken boven 2 T, zijn de blootstellingen aan statische magnetische velden conform de GWB voor effecten op de zintuigen. Voor alle andere procedures die gebruikmaken van scanners tot 8 T zijn blootstellingen aan statische magnetische velden conform de GWB voor gezondheidseffecten.

#### F.2.1.2 Beweging door statische magnetische velden

Bij beweging door de sterke statische magnetische velden die MRI-scanners opwekken worden elektrische velden in de lichaamsweefsels geïnduceerd. Deze kunnen de GWB die in de EMV-richtlijn vermeld staan overschrijden. Bij normale bewegingssnelheid

gebeurt dit alleen in de magneetkern van de scanner en binnen een korte afstand van de opening (meestal niet meer dan 1 m op basis van beschikbare informatie). Dit is vooral het geval bij installatie van de patiënt, wat gepaard kan gaan met complexe draaibewegingen van het hoofd van de bediener.

### F.2.1.3 Schakelende gradiëntvelden

Voor de meeste routineprocedures zullen blootstellingen aan schakelende gradiëntvelden de GWB voor effecten op de zintuigen of voor gezondheidseffecten niet overschrijden. Voor een klein aantal procedures, waarbij werknemers dicht bij de opening van de scanner moeten gaan (minder dan 1 m), kunnen de GWB echter worden overschreden, terwijl voor een zeer klein aantal de GWB zeer waarschijnlijk zullen worden overschreden, vooral als de werknemer zich in de scanner moet buigen. De werkelijke blootstellingen zijn afhankelijk van een aantal factoren zoals het aantal gradiënten die tegelijkertijd actief zijn en de kenmerken van de gradiënten, waarbij beeldvorming tegen hoge snelheid meestal tot hogere blootstellingen leidt. Tabel F2 illustreert voorbeelden van procedures die in elke categorie vallen.

### F.2.1.4 Radiofrequente velden

GWB voor radiofrequente velden worden tijdsgemiddeld over een periode van zes minuten en blootstellingen zijn meestal conform wanneer een werknemer zich in een scanner moet buigen (bijvoorbeeld om een patiënt te monitoren) op voorwaarde dat dit slechts enkele minuten duurt. Ook langere blootstellingen zijn vaak conform.

## F.3 Afwijking voor MRI

Het belang van MRI als een essentiële technologie in de gezondheidssector is alom erkend en artikel 10 van de EMV-richtlijn staat een niet-discretionaire maar voorwaardelijke afwijking toe van de eis om aan de GWB te voldoen. Deze afwijking is van toepassing op blootstellingen van werknemers in verband met installatie, tests, gebruik, ontwikkeling, onderhoud van, of onderzoek in verband met MRI op voorwaarde dat aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- i) op grond van de overeenkomstig artikel 4 uitgevoerde risicobeoordeling is aangetoond dat GWB zijn overschreden;
- ii) gezien de stand van de techniek zijn alle technische en/of organisatorische maatregelen toegepast;
- iii) de omstandigheden rechtvaardigen de overschrijding van de GWB naar behoren;
- iv) er is rekening gehouden met de specifieke kenmerken van de werkplek, de apparatuur of de arbeidspraktijken;
- v) de werkgever toont aan dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en tegen veiligheidsrisico's, onder meer door ervoor te zorgen dat de instructies ten behoeve van een veilig gebruik die door de vervaardiger zijn verstrekt overeenkomstig de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG) worden opgevolgd.

**Tabel F2 — Risico op overschrijding van de relevante GWB voor blootstelling aan velden met gradiënten tijdens verschillende MRI-onderzoeken**

Risico op overschrijding van GWB	Procedure
Hoog	Plaatsen van geleidedraad (met gelijktijdig scannen) Interventietechnieken zoals interventionele cardiovasculaire MRI Functionele MRI (fysieke stimulatie van patiënt in scanner) Aanpassing van EEG-elektroden (onderzoeksactiviteit)
Gemiddeld	Algehele anesthesie (nabije monitoring van patiënt tijdens scannen) Hartbelastingtest (nabije monitoring van patiënt tijdens scannen) Reiniging/ontsmetting in scanner (zonder scannen) Kind troosten tijdens scannen (trooster blijft buiten scanner, maar binnen 1 m van opening)
Laag	Routinescans (geen personeel aanwezig in scannerruimte) Biopsie (patiënt niet in scanner/zonder scannen) Handmatig toedienen van contrastvloeistof (zonder scannen)

Het dient te worden opgemerkt dat de afwijking alleen van toepassing is in verband met GWB, die bedoeld zijn om de directe effecten van elektromagnetische velden op mensen te voorkomen. Andere gevaren kunnen voortvloeien uit de werking van MRI-apparatuur die aanleiding kan geven tot veiligheidsrisico's met mogelijk ernstige gevolgen. Bedieners moeten ervoor zorgen dat deze op gepaste wijze worden beheerst. Deze andere gevaren zijn onder meer interferentie met:

- actieve of passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen;
- op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen;
- medische elektronische apparatuur;
- cosmetische of medische implantaten.

Andere gevaren zijn:

- risico op beweging van ferromagnetische voorwerpen in het sterke magnetische veld;
- lawaai;
- vloeibaar helium.

## F.4 Voldoen aan de voorwaarden van de afwijking

Deze sectie bevat richtsnoeren aan werkgevers om te beoordelen of ze voldoen aan de voorwaarden van de afwijking.

### F.4.1 Risicobeoordeling om te bepalen of GWB zijn overschreden

Specifieke richtsnoeren over de uitvoering van risicobeoordelingen in de context van de EMV-richtlijn zijn terug te vinden in hoofdstuk 5. MRI-apparatuur maakt gebruik van sterke velden om beelden te vormen. Er zal dan ook vaak kans bestaan dat de GWB worden overschreden. Over het algemeen zullen elektrische veldsterktes alleen de GWB overschrijden in de scanner of zeer dicht bij de opening (zie sectie F1) en bij de meeste MRI-procedures (geraamd op ongeveer 97 %) moet er geen personeel aanwezig zijn op deze posities tijdens het scannen.

Aangezien de beoordeling van blootstellingen wellicht buiten de mogelijkheden ligt van de meeste instanties die routinematige MRI-procedures uitvoeren, is het meestal aanvaardbaar te vertrouwen op gepubliceerde gegevens, samen met informatie over voorspelde blootstellingen verstrekt door scannersystemen.



De sleutel tot het beoordelen van het risico is dan ook bepalen of het personeel in de gebieden moet zijn waar GWB kunnen worden overschreden (meestal binnen 1 m van de opening). Tijdens routinewerking en patiëntenzorg zullen bedieners zich hier bevinden, maar meestal niet terwijl het systeem de scans uitvoert. Wanneer personeel zich binnen 1 m van de opening moet begeven, is traag bewegen meestal voldoende om elektrische velden geïnduceerd door de beweging onder de relevante GWB te houden. Onderzoek van tabel F2 en gepubliceerde blootstellingsgegevens (zie sectie F2) moet werkgevers helpen beslissen welke procedures eventueel aanleiding kunnen geven tot blootstellingen boven de GWB van de schakelende gradiëntvelden.

Het personeel moet vermijden de magneetkern van de scanner in te gaan indien mogelijk (zie sectie F6.4). Toch moet worden opgemerkt dat wanneer het personeel toch in de magneetkern van de scanner moet gaan voor activiteiten zoals ontsmetting, dit gebeurt terwijl de schakelende gradiëntvelden en RF-velden zijn uitgeschakeld, zodat alleen rekening moet worden gehouden met blootstellingen voortvloeiend uit het statisch magnetisch veld. Zoals besproken in sectie F2 zijn de GWB voor gezondheidseffecten voor scanners die werken bij magnetische fluxdichtheden tot 8 T niet overschreden. Als er maatregelen worden genomen om werknemers te informeren en om veiligheidsrisico's te voorkomen, is het aanvaardbaar de GWB voor effecten op de zintuigen tijdelijk te overschrijden.

## **F.4.2 Toepassing van technische en organisatorische maatregelen volgens de stand van de techniek**

### **F.4.2.1 Technische maatregelen**

Technische maatregelen om velden binnen de magneetkern van de scanner te houden, zijn inherent aan het ontwerp en de constructie en gaan gepaard met instellingen om de output te beperken. Producenten ontwikkelen en verbeteren hun apparatuur voortdurend, met inbegrip van maatregelen om velden te beperken als onderdeel van het bereiken van conformiteit met de vereisten van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen. Uit deze conformiteitsvereisten vloeit voort dat de technische maatregelen die op het ogenblik van productie en installatie in de scanners worden ingebouwd, de stand van de techniek weergeven. Wijzigingen aan MR-apparatuur na installatie zijn technisch gezien moeilijk en vereisen meestal herbeoordeling in verband met conformiteit met de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen. Dit ligt meestal buiten de mogelijkheden van de instanties die deze apparatuur gebruiken.

In principe zou het mogelijk zijn werkingsparameters (zoals gradiëntkenmerken of radiofrequente veldsterkte) te kiezen om blootstellingen te beperken wanneer personeel aanwezig moet zijn in de magneetkern of dicht bij de opening van de scanner. In de praktijk is de keuze van de werkingsparameters van een scanner echter meestal hoofdzakelijk ingegeven door klinische behoeften; procedures waarbij personeel zich in de scanner moet buigen (zoals interventieprocedures) zijn vaak procedures die snelle scans vereisen en leiden tot hoge blootstellingen. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat er veel ruimte is om blootstellingen via deze aanpak te verminderen, maar waar er flexibiliteit is, moeten röntgenlaboranten kiezen voor tragere scans en lagere blootstelling aan radiofrequentie als het personeel waarschijnlijk dicht bij de scanner komt. Toch moet de keuze van gepaste scannerinstellingen een kwestie van klinische beoordeling blijven.

### **F.4.2.2 Organisatorische maatregelen**

Werkgevers die over MRI-scanners beschikken, moeten de aanbevelingen volgen die zijn gegeven in secties F5 en F6 hieronder.

### F.4.3 Omstandigheden die de overschrijding van de GWB naar behoren rechtvaardigen

Omstandigheden die de overschrijding van de GWB naar behoren rechtvaardigen, hangen af van specifieke toepassingen. Voor diagnose en behandeling is de vereiste om specifieke procedures uit te voeren altijd een kwestie van klinische beoordeling. Wanneer procedures inhouden dat werknemers zich in het gebied rond de opening bevinden zoals aangeduid op het plan (zie sectie F5.3 hieronder), moet de werkgever de relevante medewerkers in de gezondheidszorg raadplegen om na te gaan of er andere aanvaardbare manieren zijn om de gewenste doelstelling te bereiken, rekening houdend met de klinische noden en de veiligheid van de patiënt.

Producenten moeten met soortgelijke overwegingen rekening houden bij de organisatie van hun werk, vooral de behoefte om ervoor te zorgen dat apparatuur beelden van gepaste kwaliteit voor klinisch gebruik maakt. Onderzoeksinstanties moeten een analoge procedure volgen als die voor directe patiëntenzorg, rekening houdend met de kwaliteit van de verkregen gegevens en de veiligheid van vrijwilligers.

### F.4.4 Kenmerken van de werkplek, apparatuur en werkpraktijken

Werkgevers moeten kennis nemen van de inhoud van sectie F1 hierboven, en de aanbevelingen van secties F5 en F6 hieronder volgen.

### F.4.5 Bescherming van werknemers en veilig gebruik

Zoals uitgelegd in sectie F1 omvat MRI-apparatuur die in overeenstemming is met EN 60601-2-33 beveiligingen om te beschermen tegen overmatige blootstellingen. Wanneer GWB worden overschreden, is er evenwel een risico dat werknemers die het meest gevoelig zijn voor de velden effecten ervaren. Daarom is het belangrijk dat werknemers die het gebied met gecontroleerde toegang betreden (zie sectie F5.1) informatie krijgen over de mogelijke gevolgen van blootstelling zodat ze kunnen herkennen of ze zich voordoen en gepaste maatregelen nemen om hun blootstelling te beperken. Al deze gebeurtenissen moeten worden gemeld aan de manager van de eenheid of de verantwoordelijke, die de gepaste maatregelen moet nemen.

MRI-scanners zijn complexe en uiterst technische onderdelen van medische of onderzoeksapparatuur en de bedieners ervan krijgen intensieve opleidingen. De apparatuur omvat tal van veiligheidssystemen waaronder beveiligingen om te beschermen tegen overmatige blootstellingen en geautomatiseerde waarschuwingssystemen. Als werkgevers beschikken over systemen om te verzekeren dat bedieners de apparatuur gebruiken volgens de instructies van de producent en aandacht besteden aan de geautomatiseerde waarschuwingssystemen, is de apparatuur veilig voor patiënten en werknemers zoals vereist door de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG).

### F.4.6 Zwangere werknemers

Zodra een werkneemster verklaart dat zij zwanger is, moet de werkgever de bestaande risicobeoordeling herzien om na te gaan of ze geschikt is. Als wijzigingen vereist zijn, moet een specifieke risicobeoordeling worden uitgevoerd. Meer richtsnoeren hierover zijn terug te vinden in hoofdstuk 5 en aanhangsel E van deze gids.

## F.5 Organisatie van MRI-installatie

Instanties kunnen blootstelling van werknemers tot een minimum beperken met een gestructureerde benadering van de organisatie van de MRI-installaties en in het bijzonder door het gebied op te delen volgens de sterkte van de velden die wellicht zullen optreden. Dit vergemakkelijkt de beperking van toegang tot gebieden waar het risico op blootstelling boven de GWB hoger is. De meeste MRI-installaties beschikken al

over een systeem van toegangsbeperking op basis van andere gevaren (zie opsomming in sectie F3). De hieronder beschreven benadering is gebaseerd op voorstellen van goede praktijken die elders zijn gepubliceerd en werkt bestaande benaderingen verder uit in de context van de EMV-richtlijn.

### F.5.1 Gebied met gecontroleerde toegang

EN 60601-2-33 definieert het concept van het gebied met gecontroleerde toegang en specificeert dat dit vereist is voor elke MRI-apparatuur die een strooiveld sterker dan 0,5 mT buiten zijn permanent aangebrachte afdekking opwekt en/of niet conform het elektromagnetische interferentieniveau is zoals gespecificeerd in EN 60601-1-2. De afbakening van het gebied met gecontroleerde toegang is dan ook reeds een standaardpraktijk in de gezondheidssector.

In het gebied met gecontroleerde toegang is er een risico op interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen en andere medische apparatuur. Er zijn ook risico's op aantrekking van ferromagnetische materialen of torsies die op dergelijke materialen inwerken.

Toegang tot het gebied moet worden beperkt, bij voorkeur door een deur met gecontroleerde toegang, met gepaste borden. Geschikte organisatorische maatregelen zijn vereist om toegang tot het gebied te controleren (zie sectie F6 hieronder).

### F.5.2 Scannerruimte

De toegang tot de scannerruimte moet beperkt zijn tot de werknemers die er moeten werken. Wie de ruimte betreedt, mag er niet langer blijven dan nodig is om zijn taken uit te voeren.

De ruimtelijke gradiënt van het magnetisch veld is maximaal in het gebied onmiddellijk rond de opening van de scanner. Schakelende gradiëntvelden in dit gebied kunnen ook voldoende sterk zijn opdat er een risico is op overschrijding van de GWB wanneer de scanner in werking is. Dit gebied moet dan ook worden geïdentificeerd op een plattegrond die in de scannerruimte wordt uitgehangen. Het geïdentificeerde gebied is gebaseerd op de meest beperkende van de velden met ruimtelijke gradiënten en schakelende gradiëntvelden, en wordt meestal door de producent aangegeven. Wanneer deze specifieke informatie niet beschikbaar is (bijvoorbeeld voor een oudere scanner) moet standaard een gebied binnen 1 m van de opening worden vastgesteld (gemeten vanaf de centrale as), dit is meestal voldoende. Het plan moet dienen om werknemers te wijzen op de grotere risico's wanneer ze in dit gebied werken. Werknemers mogen het geïdentificeerde gebied alleen betreden als dit nodig is om hun taken uit te voeren en mogen niet langer dan nodig in het gebied blijven. Personeel dat het geïdentificeerde gebied moet betreden, moet traag genoeg bewegen om schadelijke effecten te vermijden.

### F.5.3 Inrichting van scannerruimte

De inrichting van de scannerruimte moet zo zijn ontworpen dat het personeel in de mate van het mogelijke niet te dicht bij de scanner moet werken. Daarom moet anesthesie- en andere verplaatsbare apparatuur zo ver als mogelijk van de scanner verwijderd worden, op voorwaarde dat dit verenigbaar is met goede medische praktijken. Ook het toedienen van geneesmiddelen en contrastvloeistoffen moet waar mogelijk geautomatiseerd zijn, hoewel geweten is dat dit niet altijd veilig is: dit moet klinisch worden beoordeeld. Vooral handmatige infusie wordt vaak beschouwd als een veiliger alternatief voor jonge of zeer zieke patiënten en dit zal altijd klinisch moeten worden beoordeeld.

## F.6 Organisatie van de werkzaamheden

### F.6.1 Gebied met gecontroleerde toegang

In het gebied met gecontroleerde toegang moeten de gepaste organisatorische maatregelen worden genomen en gedocumenteerd. Er moet direct toezicht op de werkzaamheden in het gebied zijn door een personeelslid met autoriteit, zoals de hoofd-röntgenlaborant van die dag.

Medisch personeel en bezoekers in het gebied met gecontroleerde toegang moet voortdurend onder toezicht van een MR-werknemer staan.

Een sleutelement van de maatregelen is screening om personen met een risico te identificeren door de aanwezigheid van actieve of passieve implantaten, of andere risicofactoren zoals lichaamspiercings of tatoeages met een hoog ijzergehalte. Het betreft dezelfde screeningcriteria als deze die voor patiënten en verzorgers worden toegepast.

Er moeten ook maatregelen worden genomen om toegang buiten normale werkuren te controleren (bv. door schoonmakers, veiligheidspersoneel, brandweelrui en personeel voor onderhoud van gebouwen).

De screening moet ook worden uitgebreid naar voorwerpen die in het gebied worden gebracht om na te gaan of ze zijn gemarkeerd als MR-veilig of MR-voorwaardelijk. Dit moet in plaatselijke procedures worden beschreven.

### F.6.2 Opleiding van personeel

Personeel dat in het gebied met gecontroleerde toegang moet werken, moet opleiding krijgen in verband met MRI-veiligheid. De opleiding moet het volgende omvatten:

- bewustzijn van mogelijke effecten van beweging in een sterk statisch magnetisch veld;
- bewustzijn van de effecten van sterke schakelende gradiënten;
- bewustzijn van de effecten van radiofrequente velden;
- bewustzijn van het risico op rondvliegende voorwerpen door aantrekking van ferromagnetische materialen en van de risico's van torsies die op dergelijke materialen inwerken;
- bewustzijn van het risico van interferentie met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen;
- bewustzijn van de risico's van interferentie met medische elektronische apparatuur;
- het belang van toegangsbeperkingen en screening van mensen of voorwerpen die het gebied met gecontroleerde toegang betreden;
- het belang van traag bewegen rond en in de scanner;
- bewustzijn van de ruimtelijke verdeling van velden rond de scanner;
- bewustzijn van andere gevaren zoals lawaai en cryogene gassen;
- evacuatieprocedures in geval van een supergeleidende magneetuitdoving („quench”);
- bewustzijn van procedures in een noodsituatie.

De opleiding moet op maat van de specifieke installatie zijn en wordt daarom in het bedrijf gegeven door iemand met gepaste kennis en ervaring. Verwacht wordt dat de relevante Europese beroepsinstanties binnenkort meer richtsnoeren over opleidingsvereisten zullen uitwerken.

Wanneer ander personeel zoals schoonmakers, veiligheidspersoneel, brandweelrui en personeel voor onderhoud van gebouwen toegang kan hebben tot het gebied met gecontroleerde toegang, moeten ook zij een bewustmakingsopleiding krijgen die is aangepast aan de gebieden waartoe zij toegang kunnen hebben, hoewel die niet zo gedetailleerd moet zijn als voor MR-personeel.

### F.6.3 Scannerruimte

Personeelsleden die de ruimte rond de opening die op het plan is aangeduid moeten betreden, moeten ervoor zorgen dat ze traag genoeg bewegen om voorbijgaande effecten voor de persoon aanvaardbaar te maken. Meer richtsnoeren over beperking van beweging in statische magnetische velden zijn gepubliceerd (ICNIRP, 2014) en wordt verder besproken in sectie D4. Personeelsleden moeten zich bewust zijn van de effecten van schakelende gradiëntvelden en van het belang om niet in het gebied te komen dat op de plattegrond is aangeduid, tenzij dit vereist is voor de procedure die wordt uitgevoerd, en in dat geval niet langer in het gebied te blijven dan nodig.

Wanneer actieve scanning wordt uitgevoerd met werknemers naast of in de magneetkern kunnen zij stimulatie van de perifere zenuwen waarnemen. Moderne scanners zijn zo ontworpen dat zij stimulatie van de perifere zenuwen voor de meeste mensen beperken, maar de meest gevoelige personen kunnen toch nog effecten waarnemen en moeten zich bewust zijn van de symptomen zodat maatregelen kunnen worden genomen om deze effecten te beperken. Als werknemers effecten van blootstelling waarnemen, moeten zij dit melden aan het faciliteitenbeheer, dat indien nodig de risicobeoordeling en preventiemaatregelen bijwerkt.

Directe effecten op werknemers kunnen leiden tot veiligheidsrisico's voor anderen. Zo kan duizeligheid of visuele verstoring van werknemers als gevolg van snelle beweging door het statische veld hun vermogen om de gepaste patiëntenzorg toe te dienen aantasten.

### F.6.4 In de scanner gaan

Het personeel moet niet worden verzocht in de magneetkern van de scanner te gaan tenzij dit absoluut nodig is. In de magneetkern van de scanner gaan, bijvoorbeeld om de scanner schoon te maken of een patiënt te troosten, moet worden beperkt tot het minimum dat nodig is om de taak uit te voeren. Het personeel moet nagaan of de procedure nodig is dan wel of het mogelijk is hetzelfde doel te bereiken zonder in de magneetkern te gaan. Personeel dat niet vertrouwd is met de effecten van beweging in sterke statische magnetische velden kan een verhoogd risico lopen.

In veel gevallen kan een eenvoudige benadering zoals kijken op afstand (bijvoorbeeld met een spiegel) worden gebruikt voor activiteiten zoals monitoring van patiënten tijdens het scannen of inspecteren van de magneetkern van de scanner. Voor bepaalde schoonmaakprocedures kunnen ook instrumenten met een lange handgreep worden gebruikt. Verstandig gebruik van deze benaderingen beperkt de behoefte voor werknemers om in de scanner te gaan tot een minimum.

Als personeel in de scanner moet gaan, moeten de radiofrequente velden en schakelende gradiëntvelden worden uitgeschakeld tenzij ze absoluut vereist zijn. Als schakelende gradiëntvelden vereist zijn, moeten ze, indien nodig, worden beperkt tot één enkele gradiënt en een trage scansnelheid om de hoogte van blootstellingen te beperken. Als radiofrequente velden vereist zijn, moeten ook zij worden beperkt tot het minimale vermogen dat nodig is om de werkzaamheden uit te voeren.

## F.7 MRI in onderzoeksomgevingen

Het is geweten dat in onderzoeksomgevingen de werkzaamheden meestal minder routinematig zijn en een grotere mate van activiteit van de werknemer dicht bij de scanner vereisen. Toch moet het meestal mogelijk zijn de algemene beginselen te volgen die hierboven beschreven staan voor het scannen van patiënten door ze indien nodig aan te passen zodat ze voldoen aan de specifieke vereisten van het onderzoek. Gedetailleerd advies over de veilige werking van MRI in onderzoeksomgevingen werd uitgewerkt door de „International Society for Magnetic Resonance in Medicine” (Calamante et al., 2014).

# AANHANGSEL G.

## VEREISTEN VAN ANDERE EUROPESE TEKSTEN

### G.1 Wettelijke basis voor Europese wetgeving

De Europese wetgeving is opgesteld op basis van drie fundamentele verdragen:

- Verdrag betreffende de Europese Unie (VEU);
- Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie (VWEU);
- Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie.

Het VWEU (vroeger het Verdrag van Rome) vormt de wetgevende basis voor de hieronder besproken richtlijnen.

### G.2 Richtlijnen betreffende gezondheid en veiligheid

Het VWEU stelt tot doel de verbetering van het werkmilieu om de veiligheid en de gezondheid van de werknemers te beschermen. Om deze doelstelling te behalen, maakt het de invoering mogelijk van richtlijnen die minimale vereisten vastleggen.

#### G.2.1 Kaderrichtlijn

In 1989 werd de kaderrichtlijn (89/391/EEG) ingevoerd als een overkoepelende richtlijn op dit gebied. De kaderrichtlijn bevat een aantal algemene beginselen betreffende de preventie van beroepsrisico's en de bescherming van werknemers met betrekking tot arbeidsongevallen en -ziekten. Zij legt een aantal verplichtingen op aan werkgevers in verband met:

- risicobeoordeling (zie hoofdstuk 5);
- risicopreventie (zie hoofdstuk 9);
- maatregelen voor eerste hulp, brandbestrijding, evacuatie en maatregelen in geval van ernstig en onmiddellijk gevaar;
- bijhouden van gegevens over ongevallen;
- voorlichting, deelneming en opleiding van de werknemers;
- gezondheidstoezicht volgens nationale gewoonten en praktijken;
- bescherming van bijzonder kwetsbare risicogroepen.

De kaderrichtlijn legt ook werknemers verplichtingen op, zij moeten:

- op de juiste wijze gebruikmaken van apparatuur, stoffen en persoonlijke beschermingsmiddelen;
- de werkgever onmiddellijk op de hoogte stellen van iedere situatie die een ernstig en onmiddellijk gevaar met zich brengt en van elk geconstateerd mankement in de beschermingsystemen;
- samenwerken met de werkgever aan de tenuitvoerlegging van maatregelen voor de bescherming van de gezondheid en de veiligheid.

De kaderrichtlijn voorziet ook de invoering van bijzondere richtlijnen die hoofdzakelijk bijkomende details geven over hoe de doelstellingen van de kaderrichtlijn in specifieke situaties kunnen worden behaald. De EMV-richtlijn is slechts één van vele individuele richtlijnen die een aanvulling vormen op de algemene vereisten van de kaderrichtlijn. Een aantal van deze andere richtlijnen kan relevant zijn voor werken met EMV en wordt hieronder kort besproken. Voor ondubbelzinnige informatie over deze richtlijnen kunt u de richtlijnen zelf raadplegen, de nationale wetgeving die ze ten uitvoer legt en eventueel beschikbare officiële gidsen.

### G.2.2 Arbeidsmiddelenrichtlijn

De arbeidsmiddelenrichtlijn (2009/104/EG) legt werkgevers verplichtingen op om ervoor te zorgen dat arbeidsmiddelen die ter beschikking van de werknemers worden gesteld, veilig zijn en geschikt zijn voor de werkplek waarin ze moeten worden gebruikt. Zij verplicht werkgevers er ook toe ervoor te zorgen dat arbeidsmiddelen tijdens de gehele gebruiksduur op gepaste wijze worden onderhouden. De werkgever moet de arbeidsmiddelen keuren en/of testen om na te gaan of ze op de juiste wijze zijn geïnstalleerd en goed functioneren, en moet de resultaten schriftelijk vastleggen.

Wanneer een arbeidsmiddel een specifiek gevaar kan opleveren, moet de werkgever het gebruik ervan voorbehouden aan werknemers die met dat gebruik belast zijn en erop toezien dat de betrokken werknemers in geval van reparatie, ombouwing, onderhoud, verzorging daartoe een specifieke bekwaamheid bezitten.

Werkgevers moeten werknemers informatie verstrekken over de omstandigheden waaronder de arbeidsmiddelen moeten worden gebruikt, over voorzienbare abnormale situaties en over gevaren die relevant zijn voor hen. Werknemers moeten ook een gepaste opleiding krijgen.

### G.2.3 Richtlijn arbeidsplaatsen

De richtlijn arbeidsplaatsen (89/654/EEG) verplicht werkgevers ertoe een arbeidsplaats te voorzien die veilig, schoon en naar behoren onderhouden is.

### G.2.4 Richtlijn veiligheids- en/of gezondheidssignalering

De richtlijn veiligheids- en/of gezondheidssignalering (92/58/EEG) verplicht werkgevers ertoe veiligheids- en/of gezondheidssignalering aan te brengen wanneer risico's niet kunnen worden voorkomen of niet voldoende kunnen worden beperkt. Werknemers en hun vertegenwoordigers moeten instructies krijgen over de betekenis van borden en de maatregelen die zij moeten nemen wanneer ze zijn aangebracht.

De minimale vereisten voor deze borden staan in detail beschreven in de bijlagen bij de richtlijn.

### G.2.5 Richtlijn zwangere werkneemsters

De richtlijn zwangere werkneemsters (92/85/EEG) verplicht werkgevers ertoe veiligheids- en gezondheidsrisico's te beoordelen bij blootstelling aan een reeks fysieke, biologische en chemische stoffen, met inbegrip van niet-ioniserende stralingen. De resultaten van de beoordeling en eventuele te nemen maatregelen moeten ter beschikking worden gesteld van werkneemsters tijdens de zwangerschap, na de bevalling en tijdens de lactatie, en aan werkneemsters die zich mogelijk in een van deze situaties bevinden. Wanneer de risico's zijn geïdentificeerd, moet de werkgever ze vermijden door de arbeidsomstandigheden aan te passen, de werkneemster een andere job te geven of vrij te stellen van arbeid.

De richtlijn biedt zwangere werkneemsters ook bescherming tegen de uitvoering van nachtarbeid wanneer dit medisch is aangewezen, kent rechten op zwangerschapsverlof toe en biedt bescherming tegen ontslag tijdens zwangerschap of zwangerschapsverlof.

## G.2.6 Richtlijn jongeren op het werk

De richtlijn jongeren op het werk (94/33/EG) legt een beschermingssysteem vast voor werknemers jonger dan 18 jaar. Met een aantal gedefinieerde uitzonderingen moeten lidstaten arbeid verbieden van jongeren die nog onder de opgelegde voltijdse leerplicht vallen (en in elk geval kinderen jonger dan 15).

Werkgevers moeten een risicobeoordeling uitvoeren die in het bijzonder rekening houdt met risico's die voortvloeien uit een gebrek aan ervaring, doordat jongeren zich niet bewust zijn van reële of mogelijke risico's, of doordat hun ontwikkeling nog niet is voltooid. Werkgevers moeten in dit geval maatregelen nemen om de veiligheid en gezondheid van jongeren te beschermen. De beoordeling vindt plaats voordat de jongeren met hun arbeid beginnen en wanneer de arbeidsomstandigheden ingrijpend veranderen. Jonge werknemers en hun vertegenwoordigers moeten op de hoogte worden gebracht van het resultaat van de beoordeling en van de genomen maatregelen.

## G.2.7 Richtlijn gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen

De richtlijn gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (89/656/EEG) verplicht werkgevers ertoe ervoor te zorgen dat persoonlijke beschermingsmiddelen worden gebruikt wanneer risico's niet kunnen worden vermeden of voldoende beperkt door technische of organisatorische maatregelen. Een persoonlijk beschermingsmiddel moet in overeenstemming zijn met de desbetreffende communautaire bepalingen inzake ontwerp en constructie en moet:

- geschikt zijn voor de te vermijden risico's zonder zelf een vergroot risico in te houden;
- beantwoorden aan de bestaande omstandigheden op de arbeidsplaats;
- afgestemd zijn op de ergonomische eisen en de vereisten met betrekking tot de gezondheid van de werknemer;
- na de nodige aanpassingen geschikt zijn voor de drager.

De persoonlijke beschermingsmiddelen moeten gratis ter beschikking worden gesteld, in goede staat van werking en in hygiënische toestand. De werkgever moet een beoordeling uitvoeren om na te gaan of ze geschikt zijn en, indien nodig, verenigbaar zijn met andere persoonlijke beschermingsmiddelen.

Werknemers moeten een gepaste opleiding krijgen over het gebruik van de persoonlijke beschermingsmiddelen die zij krijgen.

## G.3 Goederenrichtlijnen

Het VWEU verbiedt kwantitatieve handelsbeperkingen tussen lidstaten van de Europese Unie of maatregelen die een soortgelijk effect hebben. Jurisprudentie heeft bepaald dat beperkingen op het vrije verkeer van goederen binnen de Europese Unie alleen gerechtvaardigd kan zijn op basis van niet-conformiteit met *essentiële eisen*. Dit leidde ertoe dat *essentiële eisen* moest kunnen worden gedefinieerd en dat de beoordeling van de overeenstemming moest worden gestandaardiseerd.

Deze kwesties werden aanvankelijk behandeld door goedkeuring van de Nieuwe benadering van goederenvoorschriften, die de volgende beginselen vastlegde:

- wetgevende harmonisatie moet beperkt zijn tot de essentiële eisen waaraan goederen die in de EU in de handel worden gebracht, moeten voldoen als ze van het vrije verkeer van goederen binnen de EU gebruik willen maken;
- de technische specificaties opdat goederen aan de essentiële eisen voldoen, moeten in geharmoniseerde normen worden vastgelegd;
- van goederen die zijn vervaardigd overeenkomstig geharmoniseerde normen wordt aangenomen dat ze in overeenstemming zijn met de overeenstemmende essentiële eisen;



- de toepassing van geharmoniseerde of andere normen blijft vrijwillig; producenten kunnen altijd andere technische specificaties toepassen om aan de eisen te voldoen, maar moeten in dat geval aantonen dat ze dat hebben gedaan.

De nieuwe benadering is nu vervangen door het nieuwe wetgevende kader dat aspecten van het vroegere systeem heeft herzien en versterkt.

Dit systeem van goederenwetgeving maakt de regulering mogelijk van breed gedefinieerde groepen producten die een aantal essentiële eisen gemeenschappelijk hebben. Momenteel werden onder dit systeem 27 richtlijnen opgesteld, maar slechts enkele daarvan zijn relevant voor EMV-veiligheid op de werkplek; ze worden hieronder besproken.

### G.3.1 Elektrische apparatuur

Elektrische apparatuur die in de Europese Unie in de handel wordt gebracht, is onderworpen aan de eisen van de laagspanningsrichtlijn (2006/95/EG). Deze richtlijn werd in 2014 herschreven en lidstaten moeten nationale wetgeving invoeren om de nieuwe laagspanningsrichtlijn (2014/35/EU) tegen 20 april 2016 ten uitvoer te leggen. Met een aantal specifieke uitzonderingen zijn de laagspanningsrichtlijnen van toepassing op elektrische apparatuur bestemd voor wisselspanning tussen 50 en 1 000 V of gelijkspanning tussen 75 en 1 500 V.

De laagspanningsrichtlijnen vereisen dat apparatuur bij correcte installatie en degelijk onderhoud en bij gebruik overeenkomstig de bestemming, de veiligheid van mensen, huisdieren en goederen niet in gevaar brengt. Wat in het bijzonder van belang is voor deze gids, is de vereiste om technische maatregelen te nemen om ervoor te zorgen dat apparatuur geen gevaarlijke stralingen opwekt.

### G.3.2 Machines

Machines die in de Europese Unie in de handel worden gebracht, zijn onderworpen aan de eisen van de machinerichtlijn (2006/42/EG). De richtlijn is in de ruime zin van toepassing op elk samenstel, voorzien van of bestemd om te worden voorzien van een aandrijfsysteem, van onderling verbonden onderdelen of componenten waarvan er ten minste één kan bewegen en die samengevoegd worden voor een bepaalde toepassing. Met uitzondering van hijsmachines is apparatuur die alleen op basis van rechtstreeks gebruikte menselijke of dierlijke spierkracht wordt aangedreven, uitgesloten van het toepassingsgebied van de richtlijn. Er zijn een aantal specifieke uitsluitingen en toevoegingen bij dit ruime toepassingsgebied.

De machinerichtlijn is opgesteld om ervoor te zorgen dat machines geen gevaar opleveren voor de veiligheid en de gezondheid van personen. Er zijn specifieke vereisten die stellen dat ongewenste emissie van straling van de machine moet worden geëlimineerd of verminderd tot een niveau dat geen nadelige gevolgen heeft voor personen. Iedere functionele emissie van niet-ioniserende straling tijdens het installeren, het werken en het schoonmaken moet worden beperkt tot een niveau dat geen nadelige gevolgen heeft voor personen.

Producenten van machines moeten in de instructies die bij de machines worden geleverd, informatie verstrekken over overblijvende risico's. Producenten moeten ook informatie verstrekken over niet-ioniserende straling die gevaarlijk kan zijn voor personen, met inbegrip van personen met implanteerbare medische hulpmiddelen.

### G.3.3 Radioapparatuur

Radioapparatuur die in de Europese Unie in de handel is gebracht, moet voldoen aan de vereisten van de richtlijn betreffende radioapparatuur en telecommunicatie-eindapparatuur (1999/5/EG). Vanaf 13 juni 2016 wordt deze richtlijn evenwel ingetrokken en vervangen door de radioapparatuurrichtlijn (2014/53/EU). Tijdens overgangsbepalingen mag radioapparatuur die voldoet aan Richtlijn 1999/5/EG nog in de handel worden gebracht tot 13 juni 2017. De radioapparatuurrichtlijn is van toepassing op alle apparatuur die is ontworpen voor bedoelde uitzending en/of ontvangst van radiogolven ten behoeve van radiocommunicatie

en/of radiodeterminatie (radiogolven gebruiken om de positie, snelheid of andere kenmerken van een voorwerp te bepalen, of informatie over deze kenmerken). De richtlijn betreffende radioapparatuur en telecommunicatie-eindapparatuur heeft een breder toepassingsgebied en omvat bijvoorbeeld ook apparatuur die bedoeld is voor aansluiting op een openbaar netwerk.

Beide richtlijnen bevatten dezelfde vereisten met betrekking tot gezondheid en veiligheid als de laagspanningsrichtlijnen (zie sectie G3.1), maar zonder beperking van de spanning.

### G.3.4 Medische apparatuur

Medische elektronische apparatuur die in de Europese Unie in de handel wordt gebracht, is onderworpen aan de vereisten van hetzij de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen (93/42/EEG), hetzij de richtlijn betreffende actieve implanteerbare medische hulpmiddelen (90/385/EEG). Beide richtlijnen worden verder besproken in secties E.2.1.1 (richtlijn actieve implanteerbare medische hulpmiddelen) en E.2.3 (richtlijn medische hulpmiddelen).

### G.3.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Persoonlijke beschermingsmiddelen die in de Europese Unie in de handel worden gebracht, moeten voldoen aan de vereisten van de richtlijn gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (89/686/EEG). Met enkele specifieke uitzonderingen zijn persoonlijke beschermingsmiddelen algemeen gedefinieerd als toestellen of voorzieningen die door een persoon worden gedragen of vastgehouden voor bescherming tegen een of meerdere gevaren voor gezondheid en veiligheid.

De richtlijn gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen vereist dat persoonlijke beschermingsmiddelen pas in de handel worden gebracht en in gebruik genomen als ze de gezondheid en veiligheid van gebruikers waarborgen wanneer ze naar behoren worden onderhouden en worden gebruikt zoals bedoeld. Persoonlijke beschermingsmiddelen mogen de veiligheid of gezondheid van andere personen, dieren of goederen niet in gevaar brengen.

### G.3.6 Algemene productveiligheid

Het doel van de richtlijn algemene productveiligheid (2001/95/EG) is de veiligheid van producten bedoeld voor gebruik door consumenten te verzekeren. Wanneer dergelijke producten binnen het toepassingsgebied van de nieuwe benadering of de nieuwe wetgevende kaderrichtlijnen vallen, hebben de vereisten van de specifieke richtlijn meestal voorrang op die van de richtlijn algemene productveiligheid. Hoewel de richtlijn algemene productveiligheid tot doel heeft consumenten te beschermen, is ze van toepassing op goederen die worden aangekocht voor gebruik door een bedrijf, op voorwaarde dat de goederen bedoeld zijn voor gebruik door consumenten.

De richtlijn algemene productveiligheid vereist dat dergelijke goederen geen of slechts een minimaal risico vormen dat verenigbaar is met het bedoelde gebruik en dat als aanvaardbaar wordt beschouwd (verenigbaar met een hoog niveau van bescherming van gezondheid en veiligheid). Deze vereisten zijn van toepassing onder alle redelijkerwijs te voorziene gebruiksomstandigheden, met inbegrip van installatie, ingebruikname en onderhoud.

### G.3.7 Elektromagnetische compatibiliteit

Apparatuur die elektromagnetische storingen kan veroorzaken of door dergelijke storing kan worden aangetast en in de Europese Unie in de handel is gebracht of in werking is gesteld, is onderworpen aan de vereisten van de richtlijn elektromagnetische compatibiliteit (2004/108/EG). Deze richtlijn werd onlangs herwerkt en de nieuwe richtlijn elektromagnetische compatibiliteit (2014/30/EU) treedt in werking op 20 april 2016; de bestaande richtlijn wordt vanaf die datum ingetrokken. Apparatuur die voor 20 april 2016 in de handel is gebracht en in overeenstemming is met

Richtlijn 2004/108/EG mag na deze datum verder in de handel worden gebracht. Er zijn specifieke uitzonderingen op het toepassingsgebied van de richtlijnen, met inbegrip van apparatuur, die binnen het toepassingsgebied van de richtlijn betreffende radioapparatuur en telecommunicatie-eindapparatuur (zie G.3.3) en luchtvaartapparatuur vallen. Vereisten voor elektromagnetische compatibiliteit voor luchtvaart staan vermeld in Verordening (EG) nr. 216/2008, terwijl voertuigen met vier en meer wielen vallen onder Verordening (EG) nr. 661/2009.

De richtlijnen elektromagnetische compatibiliteit bevatten geen bepalingen die specifiek te maken hebben met de bescherming van veiligheid en gezondheid van mensen. Ze bevatten evenwel vereisten om elektromagnetische storingen te beperken om interferentie met andere apparatuur te voorkomen en vereisten dat apparatuur een bepaald niveau van immuniteit voor verstoring heeft, dat ervoor zorgt dat de apparatuur in de bedoelde omgeving kan werken zonder onaanvaardbare achteruitgang. Deze vereisten kunnen implicaties hebben op de veiligheid in verband met sommige indirecte effecten.

## G.4 Aanbeveling van de Raad van de Europese Unie

Om de bevolking te beschermen, heeft de Raad van de Europese Unie een aanbeveling opgesteld betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden (1999/519/EG). De aanbeveling biedt een kader om de bevolking te beschermen tegen de vastgestelde schadelijke gezondheidseffecten die kunnen voortvloeien uit blootstelling aan elektromagnetische velden. Ze heeft geen betrekking op de bescherming van werknemers.

De aanbeveling van de Raad is niet bindend, maar legt een systeem van basisrestricties vast; dit zijn grootheden die niet mogen worden overschreden en zijn min of meer vergelijkbaar met de GWB die in de EMV-richtlijn worden gebruikt.

Aangezien de basisrestricties vooral zijn vastgelegd in termen van interne grootheden in het lichaam die niet gemakkelijk kunnen worden gemeten, beschrijft de aanbeveling van de Raad ook een systeem van referentieniveaus in termen van externe veldgrootheden die gemakkelijker kunnen worden beoordeeld. De referentieniveaus zijn afgeleid van de basisrestricties met behoudende benaderingen zodat, als het referentieniveau niet is overschreden, de onderliggende basisrestrictie ook niet zal worden overschreden. Aangezien de afleiding van de referentieniveaus evenwel is gebaseerd op veronderstellingen in het slechtste geval, is het vaak mogelijk de referentieniveaus te overschrijden zonder de basisrestricties te overschrijden. In verband hiermee zijn referentieniveaus min of meer vergelijkbaar met de actieniveaus in de EMV-richtlijn.

Door de systemen van basisrestricties en referentieniveaus toe te passen, werd lidstaten aangeraden de risico's en voordelen van technologieën die elektromagnetische velden opwekken in overweging te nemen. Lidstaten werd ook aangeraden informatie aan de bevolking te verstrekken en onderzoek dat relevant is voor de gezondheidseffecten van elektromagnetische velden te bevorderen en te controleren.

De aanbeveling van de Raad nodigt de Europese Commissie ook uit bij te dragen tot de bescherming van de bevolking. De Commissie werd uitgenodigd werk te maken van Europese normen om het beschreven beschermingssysteem te ondersteunen, onderzoek naar effecten van blootstelling op korte en lange termijn aan te moedigen, de opstelling van internationale consensus op dit gebied te bevorderen en de kwesties die onder de aanbeveling vallen te controleren.

Het beschermingssysteem dat in de aanbeveling van de Raad is beschreven, werd ruim aanvaard als kader voor bescherming van de bevolking. In het bijzonder de referentieniveaus die in de aanbeveling van de Raad zijn gegeven, werden gebruikt als basis om blootstellingen in veel openbare plaatsen te beheersen. Bovendien werden de referentieniveaus gebruikt om te informeren over de ontwikkeling van normen voor de elektromagnetische immuniteit van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen.

## AANHANGSEL H. EUROPESE EN INTERNATIONALE NORMEN

Technische normen in verband met EMV zijn opgesteld door instanties zoals de Internationale Elektrotechnische Commissie (IEC), het Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie (Cenelec) en normalisatie-instanties.

Cenelec heeft al een reeks normen voor blootstelling op het werk in verband met EMV-beoordeling opgesteld. Deze normen werden evenwel opgesteld om conformiteit te bereiken met betrekking tot de vorige EMV-richtlijn. Normen uit 2013 of vroeger mogen dan ook niet worden gebruikt om conformiteit met de huidige EMV-richtlijn te beoordelen.

Met een aantal bestaande normen kan de conformiteit met Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad evenwel worden beoordeeld. Krachtens artikel 4, lid 6, van de EMV-richtlijn moeten werkgevers geen blootstellingsbeoordelingen uitvoeren voor werkplekken die open staan voor het publiek en waarvoor een evaluatie aantoont dat ze in overeenstemming zijn met Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad. Deze bepaling geldt op voorwaarde dat de blootstellingen van werknemers dezelfde zijn als die voor de bevolking en dat er geen gezondheids- en veiligheidsrisico's zijn.

Cenelec publiceert ook productnormen die geharmoniseerd zijn met verschillende productrichtlijnen (zie sectie G.3). Lijsten van normen die zijn geharmoniseerd voor elke productrichtlijn zijn gepubliceerd in het gedeelte „bedrijven” van de website van de Europese Commissie. Deze normen mogen door producenten en leveranciers worden gebruikt om conformiteit met EMV-veiligheidsvereisten aan te tonen. Wanneer apparatuur bedoeld is voor openbaar gebruik en voldoet aan de strengere veiligheidsniveaus die voor deze apparatuur is vereist, wordt de werkplek verondersteld in overeenstemming te zijn met Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad, op voorwaarde dat er geen andere apparatuur in gebruik is.

Zoals hierboven vermeld, vallen normen meestal ofwel onder emissienormen ofwel onder blootstellingsnormen:

- Emissienormen hebben te maken met emissies van apparatuur en bieden producenten een manier om aan te tonen dat de velden die een product uitzendt een bepaalde grens niet zullen overschrijden. De grens is meestal ofwel de AN of GWB van de EMV-richtlijn, ofwel de waarden van de aanbeveling (1999/519/EG) van de Raad. Het is belangrijk te weten dat deze beoordelingen gebaseerd zijn op het gebruik van de apparatuur zoals bedoeld. Als apparatuur niet wordt gebruikt zoals bedoeld door de producent, is het mogelijk dat de beoordeling ongeldig is.
- Normen voor beoordeling van blootstelling geven meestal een gestandaardiseerde wijze van beoordeling van blootstellingen in specifieke sectoren of voor specifieke technologieën. Bij werkplekbeoordelingen moet rekening worden gehouden met hoe apparatuur wordt gebruikt en moeten alle aspecten van werken met de apparatuur worden opgenomen, ook schoonmaak en onderhoud.

Over het algemeen streven emissienormen ernaar te verzekeren dat de totale blootstelling aan de emissie van een toestel voldoende laag is opdat gebruik, zelfs in de nabijheid van andere toestellen die EMV uitstralen, de blootstellingslimieten niet zullen overschrijden.

Merk op dat deze normen betrekking hebben op de beoordeling van individuele apparaten, terwijl de EMV-richtlijn betrekking heeft op blootstelling van werknemers

van alle bronnen. Het is mogelijk dat blootstelling aan meer dan één bron die zelf conform is, leidt tot een gecombineerde persoonlijke blootstelling die een AN of GWB overschrijdt. Over het algemeen echter nemen velden snel af met de afstand tot de bron ervan, zodat bij apparatuur die ver uit elkaar staat de resulterende velden meestal conform zijn.

Cenelec werkt momenteel aan nieuwe technische normen die zijn toegespitst op conformiteit met de huidige EMV-richtlijn. Deze normen worden gepubliceerd zodra ze zijn goedgekeurd, maar het zal wellicht nog een tijd duren voordat een uitgebreid geheel van normen wordt uitgewerkt. Toch moet iedereen die een beoordeling moet uitvoeren nagaan of er een norm beschikbaar is die betrekking heeft op de huidige EMV-richtlijn.

Binnen Cenelec wordt de ontwikkeling van nieuwe normen voor blootstellingsbeoordeling uitgevoerd door de Technische Commissie CLC/TC106X: elektromagnetische velden in de menselijke omgeving. De voortgang van de ontwikkeling van nieuwe normen kan worden opgevolgd op het gedeelte TC106X van de website van Cenelec.

# AANHANGSEL I. INFORMATIEBRONNEN

## I.1 Adviserend/Regelgevend

### I.1.1 Europese Unie

Land	Organisatie	Website
Oostenrijk	Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz	<a href="http://www.bmask.gv.at/site">www.bmask.gv.at/site</a>
België	Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg	<a href="http://www.employment.belgium.be">www.employment.belgium.be</a>
Bulgarije	National Center of Public Health and Analyses	<a href="http://ncphp.government.bg/en">ncphp.government.bg/en</a>
Kroatië	Ministry of Labour and Pension System	<a href="http://www.mrms.hr">www.mrms.hr</a>
Cyprus	Ministry of Labour and Social Insurance	<a href="http://www.mlsi.gov.cy">www.mlsi.gov.cy</a>
Tsjechië	Ministry of Labour and Social Affairs	<a href="http://www.mpsv.cz/cs">www.mpsv.cz/cs</a>
Denemarken	Danish Working Environment Authority	<a href="http://www.at.dk">www.at.dk</a>
Estland	Labour Inspectorate of Estonia	<a href="http://www.ti.ee">www.ti.ee</a>
Finland	Ministry of Social Affairs and Health	<a href="http://www.riskithaltuun.fi">www.riskithaltuun.fi</a>
Frankrijk	Ministère du Travail, de l'Emploi, et du Dialogue social	<a href="http://www.travail.gouv.fr">www.travail.gouv.fr</a>
Duitsland	Federal Ministry of Labour and Social Affairs	<a href="http://www.bmas.bund.de">www.bmas.bund.de</a>
Griekenland	Ministry of Labour and Social Affairs	<a href="http://www.mathra.gr">www.mathra.gr</a>
Hongarije	National Research Institute for Radiobiology	<a href="http://www.osski.hu">www.osski.hu</a>
Ierland	Health and Safety Authority	<a href="http://www.hsa.ie">www.hsa.ie</a>
Italië	National Institute for Insurance against Accidents at Work	<a href="http://www.inail.it">www.inail.it</a>
Letland	State Labour Inspectorate of the Republic of Latvia	<a href="http://www.vdi.gov.lv">www.vdi.gov.lv</a>
Litouwen	Labour Department, Ministry of Social Security and Labour	<a href="http://www.socmin.lt/en">www.socmin.lt/en</a>
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines	<a href="http://www.itm.lu/de/home.html">www.itm.lu/de/home.html</a>
Malta	Occupational Health and Safety Authority	<a href="http://www.ohsa.org.mt">www.ohsa.org.mt</a>
Nederland	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)	<a href="http://www.rivm.nl">www.rivm.nl</a>
Polen	Central Institute for Labour Protection	<a href="http://www.ciop.pl">www.ciop.pl</a>
Portugal	Autoridade para as Condições de Trabalho	<a href="http://www.act.gov.pt">www.act.gov.pt</a>
Roemenië	The National Research and Development Institute on Occupational Safety	<a href="http://www.protectiamuncii.ro">www.protectiamuncii.ro</a>
Slowakije	Ministry of Labour, Social Affairs and Family	<a href="http://www.employment.gov.sk/en">www.employment.gov.sk/en</a>
Slovenië	Ministry of Labour, Family and Social Affairs	<a href="http://www.gov.si">www.gov.si</a>
Spanje	National Institute of Safety and Hygiene at Work	<a href="http://www.meys.es">www.meys.es</a>
Zweden	Swedish Work Environment Authority	<a href="http://www.av.se">www.av.se</a>
Verenigd Koninkrijk	Health and Safety Executive Public Health England	<a href="http://www.hse.gov.uk">www.hse.gov.uk</a> <a href="http://www.gov.uk/government/organisations/public-health-england">www.gov.uk/government/organisations/public-health-england</a>

## I.1.2 Internationale organisaties

Organisatie	Website
Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling	<a href="http://www.icnirp.de">www.icnirp.de</a>
Wereldgezondheidsorganisatie	<a href="http://www.who.int">www.who.int</a>
Europees Verbond van Vakverenigingen	<a href="http://www.etuc.org">www.etuc.org</a>
European Public Health Alliance	<a href="http://www.epha.org">www.epha.org</a>
Het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk	<a href="http://osha.europa.eu">osha.europa.eu</a>
Internationale Commissie voor gezondheid op het werk	<a href="http://www.icohweb.org">www.icohweb.org</a>

## I.2 Handelsverenigingen

Organisatie	Website
Raad van Europese werkgevers in de sectoren metaal, techniek en technologie	<a href="http://www.ceemet.org">www.ceemet.org</a>
Vereniging van Europese Automobielfabrikanten	<a href="http://www.acea.be">www.acea.be</a>
Euro Chlor	<a href="http://www.eurochlor.org">www.eurochlor.org</a>
Europees netwerk van transmissiesysteembeheerders voor elektriciteit — ENTSO-E	<a href="http://www.entsoe.eu">www.entsoe.eu</a>
European Coordination Committee of the Radiological Electromedical and Healthcare IT Industry (COCIR)	<a href="http://www.cocir.org">www.cocir.org</a>
Verbond van de elektriciteitsindustrie — Eurelectric	<a href="http://www.eurelectric.org">www.eurelectric.org</a>

### I.3 Nationale documenten met richtsnoeren

Land	Documenten
België	Besluit nr. 7 betreffende de minimale vereisten voor veiligheid en gezondheid op het werk, Belgisch staatsblad nr. 88, 1999
Denemarken	The executive order no. 559 on „The Performance of Work” The executive order no. 513 amending the executive order no. 559 on „The Performance of Work” Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, Maj 2002  At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING — A.1.8, Gravid og ammendes arbejdsmiljø
Estland	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piinormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finland	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa yllälistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN)  Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (print) ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN)  Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0  Sähkömagneettiset kentät työympäristössä — Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311  Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311  Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen — Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.) ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
Frankrijk	Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (Resistance Welding)  INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Duitsland	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder  BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder  BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen  BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder  IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen  IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten  IFA-Report 2/2009, Electromagnetic fields at handheld spot-welding guns  Hannah Heinrich (2007). Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields, Health Physics, 92, (6)  BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Electromagnetic fields at workplace, ISSN 0174-4992



Griekenland	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Letland	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā
Litouwen	Lithuanian Hygiene Norm (HN) 110: 2001 Electromagnetic field of 50 Hz frequency in work places. Permissible values of the parameters and measuring requirements' and labour No 660/174 of 21 December 2001  Lithuanian Hygiene Norm (HN) 80: 2011 Electromagnetic field in working places and living environment. Permissible values of the parameters and measuring requirements in the 10 kHz to 300 GHz radiofrequency zone, approved by the order of minister of health and No V-199 of 2 March 2011  Rules on determining electrostatic field strength permitted levels in working places approved by the order of minister of health and No 28 of 18 January 2001
Luxemburg	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4
Polen	EU Directive, ICNIRP Guidelines and Polish Legislation on Electromagnetic Fields, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 12(2), 125-136  Exposure of Workers to Electromagnetic Fields. A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 15(1), 3-33
Roemenië	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) — Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007

## I.4 Documenten met richtsnoeren vanuit de sectoren

Organisatie	Document met richtsnoeren
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. 3e uitgave, 2014

# AANHANGSEL J.

## VERKLARENDE WOORDENLIJST EN AFKORTINGEN

### J.1 Verklarende woordenlijst

Administratieve maatregelen	Niet-technische veiligheidsmaatregelen zoals: gecontroleerde toegang, veiligheidsopleiding en waarschuwingsborden
Afwijking	De gedeeltelijke intrekking van een wet of verordening in specifieke omstandigheden
Beveiligd tegen uitval	Een component die is beveiligd tegen uitval is een component die bij storing het gevaar niet vergroot, d.w.z. in een veilige toestand is. In de storingsmodus wordt het systeem buiten werking gesteld of ongevaarlijk gemaakt
Beveiliging (zie Beveiligingen)	Een mechanisch, elektrisch of ander soort toestel dat tot doel heeft de werking van apparatuur onder specifieke omstandigheden te verhinderen
Beveiligingen	Een mechanisch, elektrisch of ander soort toestel dat tot doel heeft de werking van apparatuur onder specifieke omstandigheden te verhinderen
Blootstellingsindex	De vastgestelde blootstelling gedeeld door de grenswaarde. Als de blootstellingsindex kleiner is dan één, is de blootstelling conform.
Contactstroom	De elektrische stroom die door een persoon gaat wanneer hij een geleidend voorwerp aanraakt binnen een elektromagnetisch veld
Diëlektrisch	Een elektrische isolator die kan worden gepolariseerd door een toegepast elektrisch veld
Dipool	Een antenne bestaande uit een geleidende staaf met de aansluitingsgeleider in het midden
Dosimetrie	De berekening of beoordeling van de afzetting van energie in een menselijk lichaam
Elektromagnetisch spectrum	Het elektromagnetisch spectrum is het bereik van alle mogelijke frequenties van elektromagnetische straling. Het spectrum gaat van korte golflengten zoals röntgenstralen, via zichtbare straling naar stralingen met langere golflengten van microgolven, televisie- en radiogolven
Elektromagnetische straling	Elektromagnetische straling is een vorm van straling met componenten van elektrische en magnetische velden, die kan worden beschreven als golven die zich tegen lichtsnelheid voortbewegen. Onder bepaalde omstandigheden kan elektromagnetische straling worden beschreven als deeltjes die fotonen worden genoemd
Fosfenen	Lichtflitsen die een persoon waarneemt zonder dat er licht op de ogen invalt
Frequentie	Het aantal cycli per tijdseenheid van een trilling. Symbool: f. Eenheid: Hz
Gevaar	Iets dat schade kan veroorzaken. Het kan gaan om een gevaar voor mensen, eigendommen of het milieu
Golflengte	De afstand tussen soortgelijke punten op opeenvolgende cycli van een golf. Eenheid: meter, symbool: m
Inductie	(Elektromagnetische) inductie is de opwekking van spanning over een elektrische geleider bij blootstelling aan een tijdsafhankelijk magnetisch veld
Industriële elektrolyse	Een procedure die op grote schaal wordt gebruikt, waarbij een elektrische stroom een anders niet-spontane chemische reactie stimuleert
Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling ( <i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP</i> )	Een instantie van onafhankelijke wetenschappelijke deskundigen die tot doel heeft informatie en advies te verspreiden over de mogelijke gezondheidsgevaren van blootstelling aan niet-ioniserende straling
Joule	De eenheid van energie, gelijk aan arbeid verricht door een kracht van 1 newton die een voorwerp over 1 meter verplaatst. Symbool: J

Magnetic resonance imaging (Beeldvorming door middel van magnetische resonantie)	Een medische-beeldvormingstechniek die gebruikmaakt van sterke magnetische velden en hoogfrequente elektromagnetische velden om gedetailleerde beelden in het lichaam te maken
Magnetische deeltjesinspectie	Een methode om scheuren en andere defecten in een magnetisch materiaal op te sporen door gebruik van magnetisch poeder en magnetische velden
Niet-ioniserende straling	Straling die geen ionisatie in biologische weefsels produceert. Voorbeelden zijn ultraviolette straling, licht, infraroodstraling en radiofrequente straling
Orthogonaal	Onder een rechte hoek (90 graden)
Productnorm	Document dat essentiële kenmerken van een product specificeert en dat eenvormigheid van productie en interoperabiliteit mogelijk maakt
Radiofrequente straling	Elektromagnetische straling, vaak gedefinieerd als straling met frequenties tussen 100 kHz en 300 GHz
Redelijkerwijs te voorziene gebeurtenis	Het vóórkomen van een gebeurtenis die onder de gegeven omstandigheden vrij nauwkeurig kan worden voorspeld, en waarvan de waarschijnlijkheid of de frequentie van vóórkomen niet laag of zeer laag is
Risico	De kans op verwonding, schade of beschadiging
Risicofactor	Het product van de aannemelijkheid dat een gevaarlijke gebeurtenis zich voordoet en het resultaat of de schade die hieruit voortvloeit
Sinusoidaal	Variërend op een wijze die kan worden weergegeven door de trigonometrische sinusfunctie
Spanning	De eenheid van elektrisch potentiaalverschil, symbool: V
Stroomdichtheid	De elektrische stroom of de stroom van elektrische lading door een geleidend medium, zoals weefsel, per oppervlakte-eenheid van de dwarsdoorsnede van een gebied. Eenheid: ampère per vierkante meter. Symbool: A/m <sup>2</sup>
Technische controle	Veiligheidsmaatregelen met specifiek technisch ontwerp die moeten worden toegepast als de basismethode om blootstelling aan straling te verminderen. Een fysieke manier om toegang tot straling te voorkomen
Technische norm	Document dat een gestandaardiseerde benadering van een procedure specificeert
Toestellen met ontstekingsdraad	Een detonator die een elektrische stroom gebruikt om een draad te laten verdampen: de resulterende schok en warmte leiden tot de ontsteking van het omgevende explosieve materiaal
Transmissie	De doorgang van straling door een medium. Als niet alle straling wordt geabsorbeerd, wordt de doorgaande straling de transmissiestraling genoemd. Afhankelijk van de golflengte, de polarisatie, de stralingsintensiteit en het transmissiemateriaal
Vermogensdichtheid	Vermogen van invallende straling per oppervlakte-eenheid van een gebied (Wm <sup>2</sup> )
Walkietalkie	Een draagbaar tweerichtingscommunicatietoestel dat werkt in niet-gelicenseerde radiofrequentiebanden. Meer formeel gekend als een draagbare zender-ontvanger
Watt	De eenheid van vermogen, gelijk aan 1 joule energie per seconde. Symbool: W
Wifi	Een systeem voor verbinding van elektronische apparatuur zoals computers met een lokaal netwerk met gebruik van radiofrequente communicatie

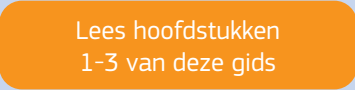

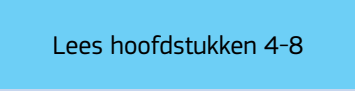


## J.2 Afkortingen

AIMD	Active implanted medical device (Actief geïmplantieerd medisch hulpmiddel)
AM	Amplitudemodulatie
AN	Actieniveau
BI	Blootstellingsindexen
BSS	Basic safety standards (Basisnormen voor veiligheid)
Cenelec	Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie

CZS	Centraal zenuwstelsel
DECT	Digital enhanced cordless telecommunications
Dvd	Digital versatile disc
ELF	Extreme low frequency (Extreem lage frequentie)
EMV	Elektromagnetische velden
ERP	Effective radiated power (Effectief uitgestraald vermogen)
FD	Finite difference
FDTD	Finite difference in het tijdsdomein
FEM	Finite element-methode
GWB	Grenswaarde voor blootstelling
HF	High frequency (Hoge frequentie)
ICNIRP	Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
Ir	Infrarood
IT	Informatietechnologie
LF	Low frequency (Lage frequentie)
MF	Medium frequency (Middenfrequentie)
MFR	Meervoudige frequentiemethode
MRI	Magnetic resonance imaging (Beeldvorming door middel van magnetische resonantie)
NMR	Nuclear magnetic resonance (Kernspinresonantie)
OIRA	Online interactieve risicobeoordeling
RC	Weerstand-condensator
RF	Radiofrequentie
RFID	Radiofrequentie-identificatie
RMS	Root-mean-square (Wortel van het gemiddelde van de kwadraten)
SA	Specifieke absorptie
SAT	Specifiek energieabsorptietempo
SHF	Super high frequency (Superhoge frequentie)
SPFD	Scalar potential finite difference
STD	Shaped time domain (Gevormd tijdsdomein)
Tetra	Terrestrial trunked radio
Tv	Televisie
UHF	Ultra high frequency (Ultrahoge frequentie)
Uv	Ultraviolet
VHF	Very high frequency (Zeer hoge frequentie)
VLF	Very low frequency (Zeer lage frequentie)
WBSAR	Whole-body averaged SAR
WLAN	Wireless local area network (Draadloos lokaal netwerk)
WPM	Weighted peak method (Gewogen-piekwaardemethode)

### J.3 Symbolen van stroomschema's

Tabel J.3 — Symbolen van stroomschema's die in deze gids worden gebruikt

Symbool	Beschrijving	Betekenis in deze gids
 Lees hoofdstukken 1-3 van deze gids	„Terminator”	Geeft begin en einde van procedure aan
 Conformiteit aangetoond?	Beslissing	Stelt een vraag om de gebruiker naar één van de twee stappenplannen te leiden, gemarkeerd met ja of neen
 Lees hoofdstukken 4-8	Procedure	Vermeldt de procedure die moet worden gevolgd om voort te gaan
 Beoordeel aan de hand van AN voor directe effecten (figuur 6.4)	Verbinding buiten pagina	Wordt gebruikt om de link te leggen naar een ander stroomschema. Deze krijgen een kleurencode om de begin- en eindpunten te markeren.
 Zie bijlage II, tabel B2	Vorbereiding	Deelt de gebruiker mee dat hij voor deze sectie van het stroomschema voorbereidende werkzaamheden moet uitvoeren. Heeft betrekking op een vak met kleurcode.

## AANHANGSEL K. BIBLIOGRAFIE

### K.1 Hoofdstuk 5 — Beoordeling van risico's in de context van de EMV-richtlijn

Occupational Health and Safety Management Systems — Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Electromagnetic fields at workplaces — A new scientific approach to occupational health and safety. ISSN 0174-4992.

### K.2 Hoofdstuk 9 — Beschermings- en preventiemaatregelen

ISO (International Organization for Standardization) (2011). Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs. ISO7010.

Melton, G., and Shaw, R. (2014), Electromagnetic fields in the welding environment, RR1018, HSE, Londen.

### K.3 Hoofdstuk 11 — Risico's, symptomen en gezondheidstoezicht

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M., and Hietanen, M. (2014), *Operating model for managing accidental overexposure to RF- fields*, Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. ISBN 978-952-261-393-6.

### K.4 Aanhangsel D — Beoordeling van blootstelling

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I., and Hirata, A. (2013), „On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines”, *Phys Med Biol*, Vol. 58, blz. 8597-8607.

HVBG (2001), Accident Prevention Regulation Electromagnetic Fields. BGVB11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), „Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields”, *Health Phys*, Vol. 92, nr. 6, blz. 541-6.

ICNIRP(1998), „ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”, *Health Phys*, Vol. 74, nr. 4, blz. 494-522.

ICNIRP(2010), „ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz-100 kHz)”, *Health Phys*, Vol. 99, nr. 6, blz. 818-836.

ICNIRP (2014) , „ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz”, *Health Phys*, Vol. 106, nr. 3, blz. 418-425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), „Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields”, *Health Phys*, Vol. 79, nr. 4, blz. 373-88.

## K.5 Aanhangsel E — Indirecte effecten en werknemers met een verhoogd risico

German Social Accident Insurance Association (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), „Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0-300 GHz)”, *Documents of the NRPB*, Vol. 15, nr. 3.

## K.6 Aanhangsel F — Magnetic Resonance Imaging

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G. en van den Brink, J.S. namens ISMRM Safety Committee (2014), „MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting”, *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M., en Kuster, N. (2008), „An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment”, Projectverslag VT/2007/017.

Cenelec (het Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie) (2010). Medical electrical equipment — Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN60601-2-33.

ICNIRP (Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling) (2004), „Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients”, *Health Phys*, Vol. 87, blz. 197-216.

ICNIRP (2009), „Amendment to the ICNIRP ‘statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients’”, *Health Phys*, Vol. 97, nr. 3, blz. 259-261.

McRobbie, DW (2012), „Occupational exposure in MRI”, *Br J Radiol*, Vol. 85, blz. 293-312.

MRI Working Group (2008), *Using MRI safely — practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Nederland.

Stam, R. (2008), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, RIVM Report 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Nederland.

Stam, R. (2014), „The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities”, *Ann Occup Hyg*, Vol. 58, nr. 5, blz. 529-541.

# AANHANGSEL L.

## RICHTLIJN 2013/35/EU



## I

(Wetgevingshandelingen)

## RICHTLIJNEN

## RICHTLIJN 2013/35/EU VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD

van 26 juni 2013

**betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden) (twintigste bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) en tot intrekking van Richtlijn 2004/40/EG**

HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

Gezien het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie, en met name artikel 153, lid 2,

Gezien het voorstel van de Europese Commissie,

Na toezending van het ontwerp van wetgevingshandeling aan de nationale parlementen,

Gezien het advies van het Europees Economisch en Sociaal Comité <sup>(1)</sup>,

Na raadpleging van het Comité van de Regio's,

Handelend volgens de gewone wetgevingsprocedure <sup>(2)</sup>,

Overwegende hetgeen volgt:

(1) Ingevolge het Verdrag kunnen het Europees Parlement en de Raad door middel van richtlijnen minimumvoorschriften vaststellen om de verbetering van met name het werkmilieu te bevorderen, teneinde een betere bescherming van de gezondheid en de veiligheid van werknemers te waarborgen. In deze richtlijnen moet vermeden worden zodanige administratieve, financiële en juridische verplichtingen op te leggen dat de oprichting en ontwikkeling van kleine en middelgrote ondernemingen daardoor zou kunnen worden belemmerd.

(2) In artikel 31, lid 1, van het Handvest van de grondrechten van de Europese Unie is bepaald dat iedere werknemer recht heeft op gezonde, veilige en waardige arbeidsomstandigheden.

(3) Na de inwerkingtreding van Richtlijn 2004/40/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden) (achttiende individuele richtlijn als bedoeld in artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) <sup>(3)</sup> zijn door belanghebbenden, met name binnen de medische wereld, ernstige bedenkingen geuit over de mogelijke gevolgen van de tenuitvoerlegging van die richtlijn voor de toepassing van medische procedures op basis van medische beeldvorming. Tevens werd bezorgdheid geuit over de gevolgen van de richtlijn voor bepaalde industriële activiteiten.

(4) De Commissie heeft de door de belanghebbenden aangedragen argumenten aandachtig bestudeerd en na enkele raadplegingen heeft zij besloten enkele bepalingen van Richtlijn 2004/40/EG grondig te heroverwegen op basis van nieuwe wetenschappelijke informatie afkomstig van internationaal erkende deskundigen.

(5) Richtlijn 2004/40/EG is gewijzigd bij Richtlijn 2008/46/EG van het Europees Parlement en de Raad <sup>(4)</sup>, waarmee de omzettingstermijn voor Richtlijn 2004/40/EG met vier jaar is verlengd, en vervolgens bij Richtlijn 2012/11/EU van het Europees Parlement en de Raad <sup>(5)</sup>, waarmee die omzettingstermijn is verlengd tot en met 31 oktober 2013. Dit moest de Commissie in de gelegenheid stellen een nieuw voorstel in te dienen en de medewetgevers in de gelegenheid stellen een nieuwe richtlijn vast te stellen op basis van recenter en degelijker bewijsmateriaal.

(6) Richtlijn 2004/40/EG moet worden ingetrokken en er moeten passender en evenrediger maatregelen worden ingevoerd ter bescherming van werknemers tegen de aan elektromagnetische velden verbonden risico's. Die richtlijn had geen betrekking op de effecten op lange termijn, waaronder mogelijke kankerwekkende effecten, van blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische,

<sup>(1)</sup> PB C 43 van 15.2.2012, blz. 47.

<sup>(2)</sup> Standpunt van het Europees Parlement van 11 juni 2013 (nog niet bekendgemaakt in het Publicatieblad) en besluit van de Raad van 20 juni 2013.

<sup>(3)</sup> PB L 159 van 30.4.2004, blz. 1.

<sup>(4)</sup> PB L 114 van 26.4.2008, blz. 88.

<sup>(5)</sup> PB L 110 van 24.4.2012, blz. 1.

magnetische en elektromagnetische velden, waarvoor op dit moment geen sluitend wetenschappelijk bewijs bestaat dat er een causaal verband bestaat. De ze richtlijn heeft betrekking op alle bekende directe biofysische effecten en indirecte door elektromagnetische velden veroorzaakte effecten, teneinde niet alleen de gezondheid en de veiligheid van elke werknemer afzonderlijk te waarborgen, maar ook voor alle werknemers in de Unie een als minimum te beschouwen basisbescherming te bieden, waarbij eventuele concurrentievervalsing wordt vermeden.

- (7) Deze richtlijn heeft geen betrekking op veronderstelde effecten op lange termijn van blootstelling aan elektromagnetische velden, aangezien er op dit moment geen sluitend wetenschappelijk bewijs bestaat van een causaal verband. Mocht er echter een dergelijk sluitend wetenschappelijk bewijs worden geleverd, dan moet de Commissie overwegen hoe die effecten het beste kunnen worden aangepakt en moet zij het Europees Parlement en de Raad op de hoogte houden door middel van het verslag over de praktische toepassing van deze richtlijn. Daarbij moet de Commissie, behalve met de toegespitste informatie die zij ontvangt van de lidstaten, ook rekening houden met het meest recente onderzoek op dit gebied en met de daaruit voortvloeiende nieuwe wetenschappelijke inzichten.
- (8) Minimumvoorschriften dienen te worden vastgelegd, waarbij de lidstaten de keuze wordt gelaten gunstiger bepalingen voor de bescherming van werknemers te handhaven of aan te nemen, met name als het gaat om het vastleggen van lagere waarden voor de actieniveaus (AN) of de grenswaarden voor blootstelling aan elektromagnetische velden (GWB). De uitvoering van deze richtlijn mag echter niet als rechtvaardiging dienen voor enigerlei verlaging van het in de lidstaten reeds bestaande beschermingsniveau.
- (9) Het systeem ter bescherming tegen elektromagnetische velden moet beperkt blijven tot een omschrijving, zonder overbodige details, van de te verwezenlijken doelstellingen, de in acht te nemen beginselen en de toe te passen basisgrootheden, teneinde de lidstaten in staat te stellen de minimumvoorschriften op equivalente wijze toe te passen.
- (10) Voor de bescherming van werknemers die aan elektromagnetische velden worden blootgesteld, moet een doeltreffende en doelmatige risicobeoordeling worden uitgevoerd. Deze verplichting moet echter in verhouding staan tot de daadwerkelijke situatie op de werkplek. Daarom moet een beschermingssysteem worden ontworpen dat verschillende risico's op een eenvoudige, geclassificeerde en begrijpelijke manier groepeert. Derhalve kan de verwijzing naar een aantal indicatoren en standaardsituaties in praktische handleidingen de werkgevers van pas komen bij het voldoen aan hun verplichtingen.
- (11) De ongewenste effecten op het menselijk lichaam zijn afhankelijk van de frequentie van het elektromagnetische veld of de straling waaraan het lichaam wordt blootgesteld. Derhalve moeten systemen voor de beperking van de blootstelling steunen op blootstellingspatronen

en frequentieafhankelijk zijn om aan elektromagnetische velden blootgestelde werknemers adequaat te beschermen.

- (12) Het niveau van blootstelling aan elektromagnetische velden kan doeltreffender worden verminderd door reeds bij het ontwerpen van werkplekken voor preventie te zorgen en arbeidsmiddelen, -procedures en -methoden zodanig te kiezen dat risico's bij voorrang aan de bron worden bestreden. Maatregelen met betrekking tot arbeidsmiddelen en -methoden leveren derhalve een bijdrage aan de bescherming van de betrokken werknemers. Wel moet dubbel werk met betrekking tot de beoordelingen worden voorkomen in gevallen waarin de arbeidsmiddelen voldoen aan de relevante vereisten in het recht van de Unie inzake producten waarin stringenter veiligheidsniveaus zijn vastgesteld dan die waarin deze richtlijn voorziet. Hierdoor is het in een groot aantal gevallen mogelijk te volstaan met een vereenvoudigde beoordeling.
- (13) Het is van belang dat werkgevers de situatie aanpassen aan de technische vooruitgang en de wetenschappelijke kennis inzake de risico's in verband met blootstelling aan elektromagnetische velden, teneinde de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van werknemers te verbeteren.
- (14) Aangezien deze richtlijn een bijzondere richtlijn is in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG van de Raad van 12 juni 1989 betreffende de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk <sup>(1)</sup>, is Richtlijn 89/931/EEG van toepassing op het gebied van de blootstelling van werknemers aan elektromagnetische velden, onverminderd meer stringente en/of meer specifieke bepalingen in deze richtlijn.
- (15) De in deze richtlijn vastgestelde natuurkundige grootheden, GWB en AN zijn gebaseerd op de aanbevelingen van de Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (ICNIRP) en moeten worden bezien in overeenstemming met de concepten van de ICNIRP, tenzij deze richtlijn anders bepaalt.
- (16) Om ervoor te zorgen dat deze richtlijn bijgewerkt blijft, moet aan de Commissie de bevoegdheid worden overgedragen om overeenkomstig artikel 290 van het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie handelingen vast te stellen ten aanzien van zuiver technische wijzigingen in de bijlagen, om de vaststelling te weerhouden van verordeningen en richtlijnen op het gebied van technische harmonisatie en normalisatie, technische vooruitgang, wijzigingen in de meest relevante normen of specificaties en nieuwe wetenschappelijke gegevens met betrekking tot risico's in verband met elektromagnetische velden, en om de AN aan te passen. Het is van bijzonder belang dat de Commissie bij haar voorbereidende werkzaamheden tot passende raadpleging overgaat, onder meer op deskundigenniveau. De Commissie moet bij de voorbereiding en opstelling van de gedelegeerde handelingen ervoor zorgen dat de desbetreffende documenten tijdig en op gepaste wijze gelijktijdig worden toegezonden aan het Europees Parlement en aan de Raad.

<sup>(1)</sup> PB L 183 van 29.6.1989, blz. 1.

- (17) Indien zuiver technische wijzigingen in de bijlagen nodig blijken, dient de Commissie nauw samen te werken met het Raadgevend Comité voor veiligheid en gezondheid op de arbeidsplaats, ingesteld bij het besluit van de Raad van 22 juli 2003 <sup>(1)</sup>.
- (18) In uitzonderingsgevallen waarin dwingende redenen van urgentie, zoals mogelijke onmiddellijke risico's voor de gezondheid en veiligheid van werknemers ten gevolge van hun blootstelling aan elektromagnetische velden, dat vereisen, moet de mogelijkheid worden geboden om de spoedprocedure op door de Commissie vastgestelde gedelegeerde handelingen toe te passen.
- (19) Overeenkomstig de gezamenlijke politieke verklaring van de lidstaten en de Commissie van 28 september 2011 over toelichtende stukken <sup>(2)</sup> hebben de lidstaten zich ertoe verbonden om in gerechtvaardigde gevallen de kennisgeving van hun omzettingsmaatregelen vergezeld te doen gaan van één of meer stukken waarin het verband tussen de onderdelen van een richtlijn en de overeenkomstige delen van de nationale omzettinginstrumenten wordt toegelicht. Met betrekking tot deze richtlijn acht de wetgever de toezending van dergelijke stukken gerechtvaardigd.
- (20) Een systeem dat GWB en AN omvat, moet, voor zover van toepassing, worden beschouwd als een hulpmiddel om te voorzien in een hoog niveau van bescherming tegen de schadelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheidsrisico's die het gevolg kunnen zijn van blootstelling aan elektromagnetische velden. Een dergelijk systeem kan echter op gespannen voet staan met de specifieke omstandigheden van bepaalde activiteiten, zoals het gebruik van magnetische resonantie in de medische sector. Er moet derhalve met deze specifieke omstandigheden rekening worden gehouden.
- (21) Gezien het eigen karakter van de strijdkrachten en ten einde een doeltreffende inzet en onderlinge samenwerking mogelijk te maken, onder meer bij gezamenlijke internationale militaire oefeningen, moeten de lidstaten gelijkwaardige of meer specifieke beschermingssystemen kunnen toepassen, bijvoorbeeld internationaal overeengekomen normen zoals die van de NAVO, mits schadelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheidsrisico's worden voorkomen.
- (22) Van werkgevers dient te worden verlangd dat zij er zorg voor dragen dat risico's in verband met elektromagnetische velden op het werk worden uitgebannen of tot een minimum worden beperkt. Niettemin kan het voorkomen dat in specifieke gevallen en in naar behoren gerechtvaardigde omstandigheden de in deze richtlijn vastgestelde GWB slechts tijdelijk worden overschreden. De werkgever dient dan de noodzakelijke maatregelen te nemen om te zorgen dat de GWB zo snel mogelijk weer in acht worden genomen.
- (23) Een systeem dat een hoog beschermingsniveau waarborgt met betrekking tot de schadelijke gevolgen voor de gezondheid en de veiligheidsrisico's van blootstelling aan

elektromagnetische velden moet naar behoren rekening houden met specifieke groepen werknemers met een verhoogd risico en moet storingen van of effecten op het functioneren van medische hulpmiddelen, zoals metalen prothesen, pacemakers en defibrillators, cochlea-implantaten en andere implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, vermijden. Storingen, met name bij pacemakers, kunnen optreden bij niveaus die onder de AN liggen en daarom moeten daarvoor passende voorzorgs- en beschermingsmaatregelen worden getroffen,

HEBBER DE VOLGENDE RICHTLIJN VASTGESTELD:

#### HOOFDSTUK I

#### ALGEMENE BEPALINGEN

##### Artikel 1

#### Onderwerp en werkingssfeer

1. Bij deze richtlijn, die de twintigste bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG is, worden minimumvoorschriften vastgesteld voor de bescherming van werknemers tegen risico's voor hun gezondheid en veiligheid die zich voordoen of kunnen voordoen door blootstelling aan elektromagnetische velden tijdens het werk.

2. Deze richtlijn heeft betrekking op alle bekende directe biofysische effecten en indirecte effecten veroorzaakt door elektromagnetische velden.

3. De in deze richtlijn vastgestelde grenswaarden voor blootstelling (GWB) hebben enkel betrekking op de wetenschappelijk zorgvuldig vastgestelde verbanden tussen directe biofysische effecten op de korte termijn en blootstelling aan elektromagnetische velden.

4. Deze richtlijn heeft geen betrekking op de veronderstelde effecten op lange termijn.

De Commissie volgt de laatste wetenschappelijke ontwikkelingen op de voet. Als er sluitend wetenschappelijk bewijs voorhanden komt met betrekking tot veronderstelde effecten op lange termijn, neemt de Commissie een passende reactie op beleidsniveau in overweging en dient, zo nodig, een wetgevingsvoorstel in met betrekking tot deze effecten. Door middel van het in artikel 15 bedoelde verslag houdt de Commissie het Europees Parlement en de Raad in dit verband op de hoogte.

5. Deze richtlijn heeft geen betrekking op de risico's die verbonden zijn aan het contact met stroomvoerende geleiders.

6. Onverminderd meer stringente of meer specifieke bepalingen van deze richtlijn, blijft Richtlijn 89/391/EEG onverkort van toepassing op het gehele gebied bedoeld in lid 1.

##### Artikel 2

#### Definities

Voor de toepassing van deze richtlijn wordt verstaan onder:

- a) „elektromagnetische velden”: statische elektrische, statische magnetische en tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden met frequenties tot 300 GHz;

<sup>(1)</sup> PB C 218 van 13.9.2003, blz. 1.

<sup>(2)</sup> PB C 369 van 17.12.2011, blz. 14.

- b) „directe biofysische effecten”: effecten op het menselijk lichaam rechtstreeks veroorzaakt door de aanwezigheid ervan in een elektromagnetisch veld, met inbegrip van:
- i) thermische effecten, zoals opwarming van weefsel door absorptie van energie van elektromagnetische velden in het weefsel;
  - ii) niet-thermische effecten, zoals stimulering van spieren, zenuwen of zintuigen. Deze effecten kunnen een schadelijke uitwerking hebben op de mentale en fysieke gezondheid van blootgestelde werknemers. De stimulering van zintuigen kan bovendien leiden tot voorbijgaande symptomen zoals duizeligheid of fofenen. Deze effecten kunnen tijdelijke hinder veroorzaken of de cognitie of andere hersen- of spierfuncties beïnvloeden en daardoor het vermogen van een werknemer om veilig te werken beïnvloeden (dit wil zeggen veiligheidsrisico's); en
  - iii) elektrische stromen in extremiteiten;
- c) „indirecte effecten”: effecten veroorzaakt door de aanwezigheid van een object in een elektromagnetisch veld, die een gevaar voor de veiligheid of de gezondheid kunnen opleveren, zoals:
- i) interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen, inclusief pacemakers en andere implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen;
  - ii) het risico op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden;
  - iii) het in werking stellen van elektrische ontstekingen (detonators);
  - iv) brand en explosies als gevolg van de ontbranding van brandbare materialen door vonken als gevolg van geïnduceerde velden, contactstromen of vonkontladingen; en
  - v) contactstromen;
- d) „grenswaarden voor blootstelling (GWB)”: waarden die zijn vastgesteld op grond van biofysische en biologische bevindingen, met name op grond van breed wetenschappelijk erkende directe kortetermijn- en acute effecten, te weten thermische effecten en elektrische stimulering van weefsel;
- e) „GWB voor effecten op de gezondheid”: GWB bij overschrijding waarvan werknemers kunnen blootstaan aan effecten die schadelijk zijn voor de gezondheid, zoals opwarming of stimulering van de zenuwen en het spierweefsel;
- f) „GWB voor effecten op de zintuigen”: GWB bij overschrijding waarvan werknemers kunnen blootstaan aan voorbijgaande verstoringen van de zintuiglijke waarneming en geringe wijzigingen in de hersenfuncties;
- g) „actieniveaus (AN)”: operationele niveaus die zijn vastgesteld om eenvoudiger te kunnen aantonen dat de relevante GWB

in acht zijn genomen, of, in voorkomend geval, om de in deze richtlijn gespecificeerde beschermings- of preventie maatregelen te nemen.

De in bijlage II gehanteerde AN-terminologie moet als volgt worden uitgelegd:

- i) voor elektrische velden hebben „laag AN” en „hoog AN” betrekking op de niveaus behorende bij de specifieke beschermings- of preventie maatregelen welke in deze richtlijn zijn gespecificeerd; en
- ii) voor magnetische velden heeft „laag AN” betrekking op de niveaus van de GWB voor effecten op de zintuigen en „hoog AN” op de GWB voor effecten op de gezondheid.

### Artikel 3

#### Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus

1. De natuurkundige grootheden met betrekking tot blootstelling aan elektromagnetische velden staan vermeld in bijlage I. De GWB voor effecten op de gezondheid, de GWB voor effecten op de zintuigen alsmede de AN zijn opgenomen in de bijlagen II en III.

2. De lidstaten verlangen dat de werkgever ervoor zorgt dat de blootstelling van werknemers aan elektromagnetische velden beperkt blijft tot de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen opgenomen in bijlage II, voor niet-thermische effecten, en in bijlage III voor thermische effecten. De inachtneming van de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen moet worden aangetoond met behulp van de relevante in artikel 4 genoemde procedures voor de beoordeling van de blootstelling. Wanneer de blootstelling van werknemers aan elektromagnetische velden de GWB ter zake overschrijdt, dan neemt de werkgever onverwijld maatregelen overeenkomstig artikel 5, lid 8.

3. Voor de toepassing van deze richtlijn geldt dat de werkgever wordt geacht de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen in acht te nemen wanneer wordt aangetoond dat de relevante, in de bijlagen II en III opgenomen AN niet worden overschreden. Overschrijdt de blootstelling de AN, dan neemt de werkgever maatregelen overeenkomstig artikel 5, lid 2, tenzij uit de overeenkomstig artikel 5, leden 1, 2 en 3, verrichte beoordeling blijkt dat de relevante GWB niet zijn overschreden en dat veiligheidsrisico's kunnen worden uitgesloten.

Niettegenstaande het bepaalde in de eerste alinea, mag de blootstelling hoger zijn:

- a) dan de lage AN voor elektrische velden (bijlage II, tabel B1) indien dat door de praktijk of het procedé wordt gerechtvaardigd, mits ofwel de GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A3) niet worden overschreden; of
- i) de GWB voor effecten op de gezondheid (bijlage II, tabel A2) niet worden overschreden;

- ii) overmatige vonkontladingen en contactstromen (bijlage II, tabel B3) worden voorkomen met behulp van specifieke beschermingsmaatregelen overeenkomstig artikel 5, lid 6; en
  - iii) aan de werknemers informatie aangaande de situaties als bedoeld in artikel 6, onder f), is verstrekt;
- b) dan de lage AN voor magnetische velden (bijlage II, tabel B2) indien dat door de praktijk of het procedé wordt gerechtvaardigd, onder andere voor hoofd en romp, gedurende de werktijd, mits ofwel de GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A3) niet worden overschreden; of
- i) de GWB voor effecten op de zintuigen slechts tijdelijk worden overschreden;
  - ii) de GWB voor effecten op de gezondheid (bijlage II, tabel A2) niet worden overschreden;
  - iii) gehandeld wordt overeenkomstig artikel 5, lid 9, wanneer er symptomen van voorbijgaande aard zijn overeenkomstig lid 9, onder a); en
  - iv) aan de werknemers informatie aangaande de situaties als bedoeld in artikel 6, onder f), is verstrekt.
4. Niettegenstaande de leden 2 en 3 mag de blootstelling hoger zijn dan:
- a) de GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A1) gedurende de werktijd, indien dat door de praktijk of het procedé wordt gerechtvaardigd, mits:
    - i) zij slechts tijdelijk worden overschreden;
    - ii) de GWB voor effecten op de gezondheid (bijlage II, tabel A1) niet worden overschreden;
    - iii) specifieke preventiemaatregelen zijn genomen overeenkomstig artikel 5, lid 7;
    - iv) gehandeld wordt overeenkomstig artikel 5, lid 9, wanneer er symptomen van voorbijgaande aard zijn overeenkomstig lid 9, onder b); en
    - v) aan de werknemers informatie aangaande de situaties als bedoeld in artikel 6, onder f), is verstrekt;
  - b) de GWB voor effecten op de zintuigen (bijlage II, tabel A3 en bijlage III, tabel A2) gedurende de werktijd, indien dat door de praktijk of het procedé wordt gerechtvaardigd, mits:
    - i) zij slechts tijdelijk worden overschreden;
    - ii) de GWB voor effecten op de gezondheid (bijlage II, tabel A2 en bijlage III, tabel A1 en tabel A3) niet worden overschreden;
    - iii) gehandeld wordt overeenkomstig artikel 5, lid 9, wanneer er symptomen van voorbijgaande aard zijn overeenkomstig lid 9, onder a); en

- iv) aan de werknemers informatie aangaande de situaties als bedoeld in artikel 6, onder f), is verstrekt.

## HOOFDSTUK II

### VERPLICHTINGEN VAN WERKGEVERS

#### Artikel 4

#### Beoordeling van risico's en bepaling van blootstelling

1. Bij de uitvoering van de verplichtingen uit hoofde van artikel 6, lid 3, en artikel 9, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG beoordeelt de werkgever alle risico's waaraan de werknemers zijn blootgesteld als gevolg van de elektromagnetische velden op de arbeidsplaats en indien nodig meet of berekent hij de niveaus van de elektromagnetische velden waaraan de werknemers zijn blootgesteld.

Onverminderd artikel 10 van Richtlijn 89/391/EEG en artikel 6 van deze richtlijn kan die beoordeling op verzoek openbaar worden gemaakt overeenkomstig de relevante wetgeving van de Unie en de lidstaten. Met name ingeval er in de loop van een dergelijke beoordeling persoonsgegevens van werknemers worden verwerkt, voldoet iedere openbaarmaking aan Richtlijn 95/46/EG van het Europees Parlement en de Raad van 24 oktober 1995 betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens<sup>(1)</sup> en met de nationale wetgeving van de lidstaten die deze richtlijn ten uitvoer leggen. Het staat de overheden die in het bezit zijn van een kopie van de beoordeling vrij een verzoek om toegang tot de beoordeling of een verzoek tot openbaarmaking van de beoordeling te weigeren, indien de openbaarmaking de bescherming van de commerciële belangen van de werkgever, waaronder de belangen met betrekking tot intellectuele eigendom, zou ondermijnen, tenzij een hoger openbaar belang openbaarmaking gebiedt. Ook de werkgever kan onder dezelfde voorwaarden weigeren om de beoordeling openbaar te maken overeenkomstig de relevante wetgeving van de Unie en de lidstaten.

2. Met het oog op de in lid 1 van dit artikel bedoelde beoordeling stelt de werkgever vast in hoeverre er sprake is van elektromagnetische velden op de arbeidsplaats en beoordeelt hij deze, waarbij hij rekening houdt met de in artikel 14 bedoelde relevante praktische handleidingen en andere door de betrokken lidstaat verstrekte normen of richtsnoeren, waaronder gegevensbanken betreffende blootstelling. Niettegenstaande de verplichtingen van de werkgever uit hoofde van dit artikel, is de werkgever in voorkomend geval ook gerechtigd rekening te houden met de emissieniveaus en andere passende veiligheidsgegevens die door de vervaardiger of distributeur overeenkomstig het relevante Unierecht voor de apparatuur zijn verstrekt, waaronder een risicobeoordeling, indien van toepassing op de GWB op de arbeidsplaats of de plaats van installatie.

3. Indien niet op betrouwbare wijze aan de hand van beschikbare gegevens kan worden vastgesteld of de GWB in acht worden genomen, wordt de blootstelling beoordeeld aan de hand van metingen of berekeningen. Bij de beoordeling wordt dan rekening gehouden met de onzekerheden bij metingen of berekeningen, zoals rekenkundige fouten, bronmodellering, fantoomgeometrie en de elektrische eigenschappen van weefsel en materiaal, zoals bepaald volgens de relevante beste praktijken.

<sup>(1)</sup> PB L 281 van 23.11.1995, blz. 31.

4. De in de leden 1, 2 en 3 van dit artikel bedoelde beoordeling, meting en berekening worden met passende frequentie door bevoegde diensten of personen gepland en uitgevoerd, rekening houdend met de handleidingen van deze richtlijn en met name met de artikelen 7 en 11 van Richtlijn 89/391/EEG inzake de vereiste deskundige diensten of personen en raadpleging van en participatie door de werknemers. De gegevens die door middel van de beoordeling, meting en berekening van het niveau van blootstelling zijn verkregen, worden in een passende traceerbare vorm bewaard, om latere raadpleging overeenkomstig het nationale recht en de nationale praktijk mogelijk te maken.

5. Overeenkomstig artikel 6, lid 3, van Richtlijn 89/391/EEG besteedt de werkgever bij de risicobeoordeling met name aandacht aan:

- a) de GWB voor effecten op de gezondheid, de GWB voor effecten op de zintuigen en de AN als bedoeld in artikel 3 en de bijlagen II en III van deze richtlijn;
- b) de frequentie, het niveau, de duur en de aard van de blootstelling, met inbegrip van de verdeling over het lichaam van de werknemer en over de ruimte van de arbeidsplaats;
- c) mogelijke directe biofysische effecten;
- d) mogelijke effecten voor de gezondheid en veiligheid van werknemers met een verhoogd risico, in het bijzonder werknemers die een actief of passief geïmplant medisch hulpmiddel, zoals een pacemaker, dragen, werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, zoals een insulinepomp, en zwangere werknemers;
- e) mogelijke indirecte effecten;
- f) het bestaan van vervangend materieel dat ontworpen is om het niveau van blootstelling aan elektromagnetische velden te verminderen;
- g) passende, door het in artikel 8 bedoelde gezondheidstoezicht op de gezondheid verkregen informatie;
- h) informatie verstrekt door de vervaardiger van apparatuur;
- i) andere relevante informatie aangaande gezondheid en veiligheid;
- j) blootstelling aan verscheidene bronnen;
- k) gelijktijdige blootstelling aan velden van verschillende frequenties.

6. De beoordeling van de blootstelling hoeft niet te worden uitgevoerd op arbeidsplaatsen die opengesteld zijn voor het publiek, indien er reeds een beoordeling heeft plaatsgevonden overeenkomstig de bepalingen inzake beperking van de blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden, de in die bepalingen vervatte beperkingen voor de werknemers worden geëerbiedigd en de gezondheids- en veiligheidsrisico's worden uitgesloten. Aan deze voorwaarden wordt geacht te zijn voldaan wanneer apparatuur die bestemd is voor algemeen gebruik op de beoogde wijze wordt gebruikt en in overeenstemming is met het recht van de Unie inzake producten dat voor-

ziet in stringenter veiligheidsniveaus dan die waarin deze richtlijn voorziet, en er geen andere apparatuur wordt gebruikt.

7. De werkgever is in het bezit van een risicobeoordeling, overeenkomstig artikel 9, lid 1, onder a), van Richtlijn 89/391/EEG, en vermeldt welke maatregelen overeenkomstig artikel 5 van deze richtlijn moeten worden getroffen. De werkgever kan in de risicobeoordeling de redenen opnemen waarom hij meent dat de aard en de omvang van de aan elektromagnetische velden verbonden risico's een meer uitvoerige risicobeoordeling overbodig maken. De risicobeoordeling wordt regelmatig bijgewerkt, met name indien er ingrijpende veranderingen hebben plaatsgevonden waardoor deze achterhaald zou kunnen zijn, of wanneer uit de resultaten van het in artikel 8 bedoelde gezondheidstoezicht blijkt dat aanpassing nodig is.

#### Artikel 5

##### Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's

1. De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de risico's ten gevolge van elektromagnetische velden op de arbeidsplaats worden geëlimineerd of tot een minimum beperkt, waarbij hij rekening houdt met de technische vooruitgang en de beschikbaarheid van maatregelen om de productie van elektromagnetische velden aan de bron te beheersen.

De vermindering van de risico's die verbonden zijn aan de blootstelling aan elektromagnetische velden geschiedt met inachtneming van de in artikel 6, lid 2, van Richtlijn 89/391/EEG vermelde algemene preventieprincipes.

2. Op basis van de in artikel 4 bedoelde risicobeoordeling, als blijkt dat de in artikel 3 en de bijlagen II en III bedoelde relevante AN overschreden worden en tenzij uit de overeenkomstig artikel 4, leden 1, 2 en 3, verrichte beoordeling blijkt dat de relevante GWB niet worden overschreden en veiligheidsrisico's kunnen worden uitgesloten, gaat de werkgever over tot de opstelling en uitvoering van een actieplan dat technische en/of organisatorische maatregelen omvat om een blootstelling waarbij de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen worden overschreden te voorkomen; er moet met name rekening worden gehouden met:

- a) alternatieve werkmethode die leiden tot lagere blootstelling aan elektromagnetische velden;
- b) de keuze van arbeidsmiddelen die minder intense elektromagnetische velden uitzenden, rekening houdend met het te verrichten werk;
- c) technische maatregelen om de emissie van elektromagnetische velden te beperken, waar nodig ook door het gebruik van vergrendeling, afscherming of soortgelijke mechanismen ter bescherming van de gezondheid;
- d) adequate afbakenings- en toegangsmaatregelen, zoals signaleringen, etiketten, vloermarkeringen, hekken, om de toegang te beperken of te controleren;
- e) bij blootstelling aan elektrische velden: maatregelen en procedures voor het beheersen van vonkontladingen en contactstromen met behulp van technische middelen en door opleiding van werknemers;

- f) passende onderhoudsprogramma's voor de arbeidsmiddelen, de werkplek en de systemen op de arbeidsplaats;
- g) het ontwerp en de indeling van de werkplek en de arbeidsplaats;
- h) beperking van de duur en intensiteit van de blootstelling; en
- i) de beschikbaarheid van geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen.

3. Op basis van de in artikel 4 bedoelde risicobeoordeling gaat de werkgever over tot de opstelling en uitvoering van een actieplan dat technische en/of organisatorische maatregelen bevat om alle risico's voor werknemers met een verhoogd risico alsmede alle risico's ten gevolge van indirecte effecten, als bedoeld in artikel 4, te voorkomen.

4. Naast het verschaffen van informatie beschreven in artikel 6 van deze richtlijn, past de werkgever krachtens artikel 15 van Richtlijn 89/391/EEG de in dit artikel bedoelde maatregelen aan aan de vereisten voor werknemers met een verhoogd risico en in voorkomend geval aan afzonderlijke risicobeoordelingen, met name voor werknemers die verklaard hebben dat zij actieve of passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen gebruiken, zoals pacemakers, of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen gebruiken, zoals insulinepompen, of voor zwangere werknemers die de werkgever van hun zwangerschap op de hoogte hebben gesteld.

5. Op basis van de in artikel 4 bedoelde risicobeoordeling worden werkplekken waar werknemers met waarschijnlijkheid worden blootgesteld aan elektromagnetische velden die de AN overschrijden, overeenkomstig de bijlagen II en III en Richtlijn 92/58/EEG van de Raad van 24 juni 1992 betreffende de minimumvoorschriften voor de veiligheids- en/of gezondheidssignalering op het werk (negende bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) <sup>(1)</sup> gemarkeerd door middel van passende signaleringen. De betreffende ruimten worden als zodanig aangewezen en voor zover nodig wordt de toegang ertoe beperkt. Indien de toegang tot deze ruimten reeds om andere redenen op passende wijze is beperkt en de werknemers over de met elektromagnetische velden samenhangende risico's zijn geïnformeerd, zijn geen specifieke signaleringen en beperkingen van de toegang in verband met elektromagnetische velden vereist.

6. Indien artikel 3, lid 3, onder a), van toepassing is, worden specifieke beschermingsmaatregelen genomen, zoals opleiding van werknemers overeenkomstig artikel 6 en het gebruik van technische middelen en persoonlijke bescherming, bijvoorbeeld het aarden van de voorwerpen waarmee gewerkt wordt, het verbinden van werknemers met die voorwerpen (potentiaalvereffening) en in voorkomend geval overeenkomstig artikel 4, lid 1, onder a), van Richtlijn 89/656/EEG van de Raad van 30 november 1989 betreffende de minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van persoonlijke beschermingsmiddelen door de werknemers (derde bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) <sup>(2)</sup>, het gebruik van isolerende schoenen, handschoenen en beschermende kleding.

7. Indien artikel 3, lid 4, onder a), van toepassing is, worden specifieke beschermingsmaatregelen genomen, onder meer betreffende beheersing van bewegingen.

8. Tenzij voldaan is aan de voorwaarden van hetzij artikel 10, lid 1, onder a) of onder c), hetzij artikel 3, lid 3 of lid 4, worden werknemers niet aan hogere waarden blootgesteld dan de GWB voor effecten op de gezondheid en GWB voor effecten op de zintuigen. Indien de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen ondanks de maatregelen die de werkgever heeft genomen, worden overschreden, neemt de werkgever onmiddellijk maatregelen om de blootstelling terug te brengen tot onder die GWB. De werkgever gaat na en registreert waarom de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen zijn overschreden en wijzigt de beschermings- en preventiemaatregelen op zodanige wijze dat de grenswaarden niet opnieuw worden overschreden. De gewijzigde beschermings- en preventiemaatregelen worden in een passende traceerbare vorm bewaard, om latere raadpleging overeenkomstig het nationale recht en de nationale praktijk mogelijk te maken.

9. Indien artikel 3, leden 3 en 4, van toepassing is, en wanneer de werknemer signaleert dat symptomen van voorbijgaande aard optreden, werkt de werkgever indien nodig de risicobeoordeling en de preventiemaatregelen bij. Symptomen van voorbijgaande aard kunnen het volgende omvatten:

- a) zintuiglijke gewaarwordingen en effecten in het functioneren van het centraal zenuwstelsel in het hoofd, opgewekt door tijdsafhankelijke magnetische velden; en
- b) effecten van statische magnetische velden, zoals duizeligheid en misselijkheid.

#### Artikel 6

##### Voorlichting en opleiding van de werknemers

Onverminderd de artikelen 10 en 12 van Richtlijn 89/391/EEG zorgt de werkgever ervoor dat werknemers die met waarschijnlijkheid aan risico's in verband met elektromagnetische velden op het werk zullen worden blootgesteld, en/of hun vertegenwoordigers, alle noodzakelijke voorlichting en opleiding ontvangen in verband met het resultaat van de in artikel 4 bedoelde risicobeoordeling, in het bijzonder betreffende:

- a) maatregelen die in toepassing van deze richtlijn zijn genomen;
- b) de waarden en concepten van de GWB en AN, de daarmee verbonden mogelijke risico's en de getroffen preventieve maatregelen;
- c) de mogelijke indirecte gevolgen van blootstelling;
- d) de resultaten van de overeenkomstig artikel 4 van deze richtlijn verrichte beoordeling, meting of berekening van de mate van blootstelling aan elektromagnetische velden;
- e) de wijze waarop schadelijke gezondheidseffecten van de blootstelling kunnen worden opgespoord en gemeld;
- f) het mogelijk optreden van voorbijgaande symptomen en gewaarwordingen die verband houden met effecten in het centrale en het perifere zenuwstelsel;

<sup>(1)</sup> PB L 245 van 26.8.1992, blz. 23.

<sup>(2)</sup> PB L 393 van 30.12.1989, blz. 18.

- g) de omstandigheden waarin werknemers recht hebben op gezondheidstoezicht;
- h) veilige werkmethoden om de risico's als gevolg van blootstelling tot een minimum te beperken;
- i) werknemers met een verhoogd risico, zoals bedoeld in artikel 4, lid 5, onder d), en in artikel 5, leden 3 en 4, van deze richtlijn.

#### Artikel 7

##### Raadpleging en deelneming van de werknemers

Overeenkomstig artikel 11 van Richtlijn 89/391/EEG wordt voorzien in raadpleging en deelneming van de werknemers en/of hun vertegenwoordigers.

#### HOOFDSTUK III

#### DIVERSE BEPALINGEN

#### Artikel 8

##### Gezondheidstoezicht

1. Met het oog op de preventie en vroegtijdige diagnose van mogelijke schadelijke gezondheidseffecten ten gevolge van blootstelling aan elektromagnetische velden wordt een passend gezondheidstoezicht uitgeoefend overeenkomstig artikel 14 van Richtlijn 89/391/EEG. Er wordt voorzien in de aanleg en de beschikbaarheid van gezondheidsdossiers overeenkomstig het nationale recht en/of de nationale praktijk.

2. Overeenkomstig het nationale recht en de nationale praktijk worden de gegevens die door middel van het gezondheidstoezicht zijn verkregen, in een passende vorm bewaard die latere raadpleging ervan mogelijk maakt, onder voorbehoud van vertrouwelijkheidsvoorschriften. De individuele werknemer heeft desgevraagd toegang tot de hem persoonlijk betreffende medische gegevens.

Indien een werknemer melding maakt van een ongewenst of onverwacht gezondheidseffect, of indien blootstelling boven de GWB wordt vastgesteld, zorgt de werkgever ervoor dat de betrokken werknemer(s) een passend medisch onderzoek kan(kunnen) ondergaan of passend individueel gezondheidstoezicht krijgt(krijgen), overeenkomstig het nationale recht en de nationale praktijk.

Dit onderzoek of dit toezicht worden beschikbaar gesteld op het tijdstip dat de werknemer wenst, en de eraan verbonden kosten zijn niet voor rekening van de werknemer.

#### Artikel 9

##### Sancties

De lidstaten voorzien in adequate sancties op niet-naleving van de krachtens deze richtlijn vastgestelde nationale wetgeving. Deze sancties dienen doeltreffend, evenredig en afschrikkend te zijn.

#### Artikel 10

##### Afwijkingen

1. In afwijking van artikel 3 en onverminderd artikel 5, lid 1, is het volgende van toepassing:

- a) mogen blootstellingen de GWB overschrijden indien de blootstelling verband houdt met de installatie, het testen, het gebruik, de ontwikkeling, het onderhoud van of onderzoek betreffende MRI-apparatuur (MRI — Magnetic Resonance Imaging) voor patiënten in de gezondheidssector, indien aan alle volgende voorwaarden is voldaan:
  - i) op grond van de overeenkomstig artikel 4 uitgevoerde risicobeoordeling is aangetoond dat BGW zijn overschreden;
  - ii) gezien de stand van de techniek zijn alle technische en/of organisatorische maatregelen toegepast;
  - iii) de omstandigheden rechtvaardigen de overschrijding van de GWB naar behoren;
  - iv) er is rekening gehouden met de kenmerken van de arbeidsplaats, de arbeidsmiddelen of de arbeidspraktijken; en
  - v) de werkgever toont aan dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en tegen veiligheidsrisico's, onder meer door ervoor te zorgen dat de instructies ten behoeve van een veilig gebruik die door de vervaardiger zijn verstrekt overeenkomstig Richtlijn 93/42/EEG van de Raad van 14 juni 1993 betreffende medische hulpmiddelen<sup>(1)</sup>, worden opgevolgd;
- b) mogen de lidstaten toestaan dat een gelijkwaardig of meer specifiek beschermingssysteem wordt toegepast voor personeel dat werkzaam is in operationele militaire installaties of betrokken is bij militaire activiteiten, met inbegrip van gezamenlijke internationale militaire oefeningen, mits gezorgd wordt voor preventie van schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's;
- c) mogen de lidstaten in naar behoren gerechtvaardigde gevallen en enkel zolang deze gevallen naar behoren gerechtvaardigd blijven, toestaan dat de GWB tijdelijk worden overschreden in specifieke sectoren of ten behoeve van specifieke activiteiten die niet onder de werkings sfeer van punten a) en b) vallen. Hierbij wordt onder „naar behoren gerechtvaardigde omstandigheden” verstaan omstandigheden waarin aan de volgende voorwaarden is voldaan:
  - i) uit de overeenkomstig artikel 4 uitgevoerde risicobeoordeling is gebleken dat de GWB zijn overschreden;
  - ii) gezien de stand van de techniek zijn alle technische en/of organisatorische maatregelen toegepast;
  - iii) er is rekening gehouden met de specifieke kenmerken van de arbeidsplaats, de arbeidsmiddelen of de arbeidspraktijken; en
  - iv) de werkgever toont aan dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's, onder meer met behulp van vergelijkbare, meer specifieke en internationaal erkende normen en richtsnoeren.

<sup>(1)</sup> PB L 169 van 12.7.1993, blz. 1.



2. De lidstaten stellen de Commissie op de hoogte van elke afwijking uit hoofde van lid 1, onder b) en c), en motiveren die afwijkingen, in het verslag bedoeld in artikel 15.

#### Artikel 11

##### Technische wijzigingen van de bijlagen

1. De Commissie is bevoegd overeenkomstig artikel 12 gedelegeerde handelingen vast te stellen om zuiver technische wijzigingen in de bijlagen aan te brengen teneinde:

- a) rekening te houden met de vaststelling van verordeningen en richtlijnen op het gebied van de technische harmonisatie en normalisatie met betrekking tot het ontwerp, de bouw, de vervaardiging of de constructie van arbeidsmiddelen of werkplekken;
- b) rekening te houden met de technische vooruitgang, wijzigingen in de meest toepasselijke normen of specificaties, en nieuwe wetenschappelijke inzichten op het gebied van elektromagnetische velden;
- c) aanpassingen door te voeren in de AN wanneer er sprake is van nieuw wetenschappelijk bewijs, mits de werknemers onverminderd gebonden blijven aan de bestaande, in de bijlagen II en III genoemde GWB.

2. De Commissie stelt overeenkomstig artikel 12 gedelegeerde handelingen vast om in bijlage II ICNIRP-richtsnoeren voor het beperken van blootstelling aan elektrische velden als gevolg van bewegingen van het menselijk lichaam in een statisch magnetisch veld en door tijdsafhankelijke magnetische velden onder 1 Hz in te voegen van zodra zij beschikbaar zijn.

3. Indien dit, in het geval van de wijzigingen van de bijlagen, zoals bedoeld in de leden 1 en 2, om dwingende redenen van urgentie vereist is, is de procedure van artikel 13 van toepassing op overeenkomstig dit artikel vastgestelde gedelegeerde handelingen.

#### Artikel 12

##### Uitoefening van de delegatie

1. De bevoegdheid om gedelegeerde handelingen vast te stellen wordt aan de Commissie toegekend onder de in dit artikel neergelegde voorwaarden.

2. De in artikel 11 bedoelde bevoegdheid om gedelegeerde handelingen vast te stellen, wordt aan de Commissie toegekend voor een termijn van vijf jaar met ingang van 29 juni 2013. De Commissie stelt uiterlijk negen maanden voor het einde van de termijn van vijf jaar een verslag op over de bevoegdheidsdelegatie. De bevoegdheidsdelegatie wordt stilzwijgend met termijnen van dezelfde duur verlengd, tenzij het Europees Parlement of de Raad zich uiterlijk drie maanden voor het einde van elke termijn tegen deze verlenging verzet.

3. Het Europees Parlement of de Raad kan de in artikel 11 bedoelde bevoegdheidsdelegatie te allen tijde intrekken. Het besluit tot intrekking beëindigt de delegatie van de in dat besluit genoemde bevoegdheid. Het wordt van kracht op de dag na die van de bekendmaking ervan in het *Publicatieblad van de Europese Unie* of op een daarin genoemde latere datum. Het laat de geldigheid van de reeds van kracht zijnde gedelegeerde handelingen onverlet.

4. Zodra de Commissie een gedelegeerde handeling heeft vastgesteld, doet zij daarvan gelijktijdige kennisgeving aan het Europees Parlement en de Raad.

5. Een overeenkomstig artikel 11 vastgestelde gedelegeerde handeling treedt alleen in werking indien het Europees Parlement noch de Raad daartegen binnen een termijn van twee maanden na de kennisgeving van de handeling aan het Europees Parlement en de Raad bezwaar heeft gemaakt, of indien zowel het Europees Parlement als de Raad voor het verstrijken van die termijn de Commissie hebben meegedeeld dat zij daartegen geen bezwaar zullen maken. Die termijn wordt op initiatief van het Europees Parlement of de Raad met twee maanden verlengd.

#### Artikel 13

##### Spoedprocedure

1. Een overeenkomstig dit artikel vastgestelde gedelegeerde handeling treedt onverwijld in werking en is van toepassing zolang geen bezwaar wordt gemaakt overeenkomstig lid 2. In de kennisgeving van de gedelegeerde handeling aan het Europees Parlement en de Raad wordt vermeld om welke redenen die met de gezondheid en de bescherming van werknemers verband houden, gebruik wordt gemaakt van de spoedprocedure.

2. Het Europees Parlement of de Raad kan overeenkomstig de in artikel 12, lid 5, bedoelde procedure bezwaar maken tegen een gedelegeerde handeling. In dat geval trekt de Commissie de handeling onverwijld in na de kennisgeving van het besluit waarbij het Europees Parlement of de Raad bezwaar maakt.

#### HOOFDSTUK IV

##### SLOTBEPALINGEN

#### Artikel 14

##### Praktische handleidingen

Uiterlijk zes maanden voor 1 juli 2016 stelt de Commissie niet-bindende praktische handleidingen beschikbaar om de uitvoering van deze richtlijn te vergemakkelijken. Die praktische handleidingen hebben met name betrekking op:

- a) de bepaling van de blootstelling, waarbij rekening wordt gehouden met passende Europese of internationale normen, waaronder:
  - de rekenmethoden voor de beoordeling van de GWB,
  - ruimtelijke middeling van externe elektrische en magnetische velden,
  - aanwijzingen om onzekerheden in de metingen en berekeningen te verdisconteren;
- b) aanwijzingen voor het aantonen dat aan de voorschriften is voldaan voor speciale soorten niet-uniforme blootstelling in specifieke situaties, op basis van betrouwbaar gebleken dosimetrie;
- c) de beschrijving van de „gewogen-piekwaardemethode” voor de laagfrequente velden en van de „sommatie van de multi-frequente velden” voor de hoogfrequente velden;

- d) de wijze waarop de risicobeoordeling wordt uitgevoerd alsmede, waar maar mogelijk, de beschikbaarstelling van vereenvoudigde technieken, met name gezien de behoeften van de kleine en middelgrote ondernemingen;
- e) maatregelen om risico's te vermijden of te beperken, waaronder specifieke preventiemaatregelen afhankelijk van het niveau van blootstelling en de kenmerken van de arbeidsplaats;
- f) de vaststelling van gedocumenteerde arbeidsprocedures alsmede specifieke voorlichting en opleidingsmaatregelen voor werknemers die aan elektromagnetische velden worden blootgesteld gedurende MRI-gerelateerde activiteiten die onder artikel 10, lid 1, onder a), vallen;
- g) de evaluatie van blootstellingen in het frequentiegebied tussen 100 kHz en 10 MHz waarbij zowel met thermische als met niet-thermische effecten rekening moet worden gehouden;
- h) aanwijzingen betreffende het medisch onderzoek en medisch toezicht waarin de werkgever overeenkomstig artikel 8, lid 2, moet voorzien.

De Commissie werkt nauw samen met het Raadgevend Comité voor veiligheid en gezondheid op de arbeidsplaats. Het Europees Parlement wordt op de hoogte gehouden.

#### Artikel 15

##### Evaluatie en verslaglegging

Met inachtneming van artikel 1, lid 4, wordt het verslag over de praktische uitvoering van deze richtlijn opgesteld overeenkomstig artikel 17 bis van Richtlijn 89/391/EEG.

#### Artikel 16

##### Omzetting

- De lidstaten doen de nodige wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen in werking treden om uiterlijk op 1 juli 2016 aan deze richtlijn te voldoen.

Wanneer de lidstaten die bepalingen vaststellen, wordt in de bepalingen zelf of bij de officiële bekendmaking daarvan naar deze richtlijn verwezen. De regels voor de verwijzing worden vastgesteld door de lidstaten.

- De lidstaten delen de Commissie de tekst van de belangrijkste bepalingen van intern recht mee die zij op het onder deze richtlijn vallende gebied vaststellen.

#### Artikel 17

##### Intrekking

- Richtlijn 2004/40/EG wordt ingetrokken met ingang van 29 juni 2013.
- Verwijzingen naar de ingetrokken richtlijn gelden als verwijzingen naar de onderhavige richtlijn en worden gelezen volgens de concordantietabel in bijlage IV.

#### Artikel 18

##### Inwerkingtreding

Deze richtlijn treedt in werking op de dag van de bekendmaking ervan in het *Publicatieblad van de Europese Unie*.

#### Artikel 19

##### Adressaten

Deze richtlijn is gericht tot de lidstaten.

Gedaan te Brussel, 26 juni 2013.

Voor het Europees Parlement  
De voorzitter  
M. SCHULZ

Voor de Raad  
De voorzitter  
A. SHATTER

## BIJLAGE I

**NATUURKUNDIGE GROOTHEDEN MET BETREKKING TOT DE BLOOTSTELLING AAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN**

De volgende natuurkundige grootheden worden gebruikt om de blootstelling aan elektromagnetische velden te beschrijven:

De elektrische veldsterkte (E) is een vectorgrootheid die overeenkomt met de kracht die op een geladen deeltje, ongeacht de beweging daarvan in de ruimte, wordt uitgeoefend. Zij wordt uitgedrukt in volt per meter ( $\text{Vm}^{-1}$ ). Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen het elektrische veld in de omgeving E en het elektrische veld dat in het lichaam E (in situ) aanwezig is als gevolg van blootstelling aan het elektrische veld in de omgeving.

Elektrische stromen in extremiteiten ( $I_L$ ) zijn stromen in de extremiteiten van een persoon die wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden met een frequentie van 10 MHz tot en met 110 MHz als gevolg van contact met een object in een elektromagnetisch veld of het vloeien van capacitieve stromen, opgewekt in het blootgestelde lichaam. Zij worden uitgedrukt in ampère (A).

Contactstroom ( $I_C$ ) is een stroom die optreedt wanneer een persoon in contact komt met een voorwerp in een elektromagnetisch veld. Zij wordt uitgedrukt in ampère (A). Een stationaire contactstroom treedt op wanneer een persoon in voortdurend contact is met een voorwerp in een elektromagnetisch veld. Tijdens het tot stand brengen van dat contact kan een vonkontlading optreden met bijbehorende transiënte stromen.

Elektrische lading (Q) is een passende grootheid die wordt gebruikt voor vonkontlading; zij wordt uitgedrukt in coulomb (C).

De magnetische veldsterkte (H) is een vectorgrootheid die, naast de magnetische fluxdichtheid, dient voor de beschrijving van een magnetisch veld op elk punt in de ruimte. Zij wordt uitgedrukt in ampère per meter ( $\text{Am}^{-1}$ ).

De magnetische fluxdichtheid (B) is een vectorgrootheid die een op bewegende ladingen inwerkende kracht veroorzaakt. Zij wordt uitgedrukt in tesla (T). In de lege ruimte en in biologische materialen kunnen de magnetische fluxdichtheid en de magnetische veldsterkte in elkaar worden omgerekend met de equivalentie van een magnetische veldsterkte van  $H = 1 \text{ Am}^{-1}$  aan een magnetische fluxdichtheid van  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$  (ongeveer 1,25 microtesla).

De vermogensdichtheid (S) is een passende grootheid voor gebruik bij zeer hoge frequenties, wanneer de doordringingsdiepte in het lichaam gering is. Zij is het loodrecht op een oppervlak vallende uitgezonden vermogen, gedeeld door de grootte van het oppervlak. Zij wordt uitgedrukt in watt per vierkante meter ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

De specifieke energieabsorptie (SA) is energie die wordt geabsorbeerd per massa-eenheid biologisch weefsel. Zij wordt uitgedrukt in joule per kilogram ( $\text{Jkg}^{-1}$ ). In deze richtlijn wordt deze grootheid gebruikt om grenzen vast te stellen voor de effecten van gepulste microgolfstraling.

Het specifieke energieabsorptietempo (SAT), gemiddeld over het gehele lichaam of over lichaamsdelen, is het tempo waarin de energie per massa-eenheid biologisch materiaal wordt geabsorbeerd. Het wordt uitgedrukt in watt per kilogram ( $\text{Wkg}^{-1}$ ). Het SAT voor het gehele lichaam is een algemeen aanvaarde grootheid voor het relateren van schadelijke thermische effecten aan de blootstelling aan radiofrequente velden (RF). Naast het gemiddelde SAT voor het gehele lichaam zijn lokale SAT-waarden noodzakelijk voor het evalueren en beperken van te grote energieafzetting in kleine delen van het lichaam als gevolg van bijzondere blootstellingomstandigheden. Voorbeelden van dergelijke omstandigheden zijn: personen die aan RF in het lage MHz-gebied worden blootgesteld (bv. van diëlektrische verwarmingstoestellen) en personen die aan het nabije veld van een antenne worden blootgesteld.

Van deze grootheden kunnen de magnetische fluxdichtheid (B), de contactstroom ( $I_C$ ), de elektrische stromen in extremiteiten ( $I_L$ ), de elektrische veldsterkte (E), de magnetische veldsterkte (H) en de vermogensdichtheid (S) direct worden gemeten.

## BIJLAGE II

## NIET-THERMISCHE EFFECTEN

## GRENSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING EN ACTIENIVEAUS IN HET FREQUENTIEGEBIED VAN 0 Hz TOT EN MET 10 MHz

## A. GRENSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING (GWB)

GWB onder 1 Hz (tabel A1) zijn grenzen voor statische magnetische velden die niet door lichaamsweefsel worden beïnvloed.

GWB voor frequenties van 1 Hz t/m 10 MHz (tabel A2) zijn grenzen voor elektrische velden, opgewekt in het lichaam als gevolg van blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische en magnetische velden.

GWB voor externe magnetische fluxdichtheid tot en met 1 Hz

De GWB voor effecten op de zintuigen zijn de GWB voor normale arbeidsomstandigheden (tabel A1) en houden verband met duizeligheid en andere fysiologische effecten die betrekking hebben op de verstoring van het menselijk evenwichtsgaan, voornamelijk als gevolg van beweging in een statisch magnetisch veld.

De GWB voor effecten op de gezondheid voor gecontroleerde arbeidsomstandigheden (tabel A1) zijn op tijdelijke basis van toepassing tijdens de werktijd, indien door de praktijk of het proces gerechtvaardigd en op voorwaarde dat voorzorgsmaatregelen, zoals beheersing van bewegingen en informatievervalsing aan werknemers, zijn genomen.

Tabel A1

GWB voor externe magnetische fluxdichtheid ( $B_0$ ) van 0 t/m 1 Hz

	GWB voor effecten op de zintuigen
Normale arbeidsomstandigheden	2 T
Plaatselijke blootstelling van extremiteiten	8 T
	GWB voor effecten op de gezondheid
Gecontroleerde arbeidsomstandigheden	8 T

GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische veldsterkte van 1 Hz tot en met 10 MHz

De GWB voor effecten op de gezondheid (tabel A2) houden verband met de elektrische stimulering van alle weefsels van het perifere en het centrale zenuwstelsel in het lichaam, inclusief het hoofd.

Tabel A2

## GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische veldsterkte van 1 Hz t/m 10 MHz

Frequentiegebied	GWB voor effecten op de gezondheid
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (piek)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (piek)

Opmerking A2-1:  $f$  is de frequentie in hertz (Hz).

Opmerking A2-2: De GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische velden zijn ruimtelijke piekwaarden in het gehele lichaam van de blootgestelde persoon.

Opmerking A2-3: De GWB zijn piekwaarden in de tijd die gelijk zijn aan de wortel van het gemiddelde van de kwadraten (Root-Mean-Square — RMS), vermenigvuldigd met  $\sqrt{2}$  voor sinusoidale velden. In geval van niet-sinusoidale velden wordt de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de blootstelling gebaseerd op de gewogen-piekwaardemethode (filtering in het tijdsdomein), zoals uitgelegd in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen, maar andere wetenschappelijk bewezen en gevalideerde procedures voor de beoordeling van de blootstelling kunnen worden toegepast, op voorwaarde dat die tot ongeveer gelijkwaardige en vergelijkbare resultaten leiden.

GWB voor effecten op de zintuigen voor interne elektrische veldsterkte van 1 Hz tot en met 400 Hz

De GWB voor effecten op de zintuigen (tabel A3) houden verband met de effecten van elektrische velden op het centraal zenuwstelsel in het hoofd, d.w.z. netvliesfosfenen en kleine voorbijgaande veranderingen in bepaalde hersenfuncties.

Tabel A3

**GWB voor effecten op de zintuigen voor interne elektrische veldsterkte van 1 Hz t/m 400 Hz**

Frequentiegebied	GWB voor effecten op de zintuigen
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (piek)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (piek)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (piek)

Opmerking A3-1:  $f$  is de frequentie in hertz (Hz).

Opmerking A3-2: De GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische velden zijn ruimtelijke piekwaarden in het gehele lichaam van de blootgestelde persoon.

Opmerking A3-3: De GWB zijn piekwaarden in de tijd die gelijk zijn aan de wortel van het gemiddelde van de kwadraten (Root-Mean-Square — RMS), vermenigvuldigd met  $\sqrt{2}$  voor sinusoidale velden. In geval van niet-sinusoidale velden wordt de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de blootstelling gebaseerd op de gewogen-piekwaardemethode (filtering in het tijdsdomein), zoals uitgelegd in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen, maar andere wetenschappelijk bewezen en gevalideerde procedures voor de beoordeling van de blootstelling kunnen worden toegepast, op voorwaarde dat die tot ongeveer gelijkwaardige en vergelijkbare resultaten leiden.

**B. ACTIENIVEAUS (AN)**

De volgende natuurkundige grootheden en waarden worden gebruikt om de actieniveaus (AN) te specificeren, waarvan de grootte wordt vastgesteld om via een vereenvoudigde beoordeling op de naleving van de desbetreffende GWB toe te zien of om te bepalen wanneer de desbetreffende, in artikel 5 van deze richtlijn bepaalde, beschermings- of voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen:

- Lage AN(E) en hoge AN(E) voor elektrische veldsterkte  $E$  voor tijdsafhankelijke elektrische velden, zoals bepaald in tabel B1;
- Lage AN(B) en hoge AN(B) voor magnetische fluxdichtheid  $B$  voor tijdsafhankelijke magnetische velden, zoals bepaald in tabel B2;
- $AN(I_c)$  voor contactstromen, zoals bepaald in tabel B3;
- $AN(B_0)$  voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden, zoals bepaald in tabel B4.

AN komen overeen met de berekende of gemeten elektrische en magnetische veldwaarden op de werkplek bij afwezigheid van de werknemer.

Actieniveaus (AN) voor blootstelling aan elektrische velden

Lage AN (tabel B1) voor externe elektrische velden zijn gebaseerd op het beperken van de interne elektrische velden onder de GWB (tabellen A2 en A3) en het beperken van vonkontladingen op de werksomgeving.

Onder hoge AN overschrijdt het interne elektrische veld de GWB niet (tabellen A2 en A3) en worden hinderlijke vonkontladingen vermeden, op voorwaarde dat de in artikel 5, lid 6, bedoelde beschermende maatregelen zijn genomen.

Tabel B1

**AN voor blootstelling aan elektrische velden van 1 Hz t/m 10 MHz**

Frequentiegebied	Elektrische veldsterkte lage AN(E) [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (RMS)	Elektrische veldsterkte hoge AN(E) [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (RMS)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Frequentiegebied	Elektrische veldsterkte lage AN(E) [ $Vm^{-1}$ ] (RMS)	Elektrische veldsterkte hoge AN(E) [ $Vm^{-1}$ ] (RMS)
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3$ kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Opmerking B1-1:  $f$  is de frequentie in hertz (Hz).

Opmerking B1-2: De lage AN(E) en hoge AN(E) zijn de RMS-waarden van de elektrische veldsterkte die gelijk zijn aan de piekwaarden, gedeeld door  $\sqrt{2}$  voor sinusoidale velden. In geval van niet-sinusoidale velden wordt de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de blootstelling gebaseerd op de gewogen-piekwaardemethode (filtering in het tijdsdomein), zoals uitgelegd in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen, maar andere wetenschappelijk bewezen en gevalideerde procedures voor de beoordeling van de blootstelling kunnen worden toegepast, op voorwaarde dat die tot ongeveer gelijkwaardige en vergelijkbare resultaten leiden.

Opmerking B1-3: AN komen overeen met de berekende of gemeten maximumwaarden op de positie van het lichaam van de werknemer. Dit resulteert in een behoudende beoordeling van blootstelling en automatische inachtneming van de GWB in alle niet-uniforme blootstellingsomstandigheden. Ter vereenvoudiging van de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de inachtneming van de GWB in specifieke niet-uniforme omstandigheden, worden in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen criteria voor ruimtelijke middeling van gemeten velden op basis van vastgestelde dosimetrie bepaald. In geval van een zeer plaatselijke bron met een afstand van enkele centimeters van het lichaam, wordt het opgewekte elektrische veld per geval dosimetrisch bepaald.

Actieniveaus (AN) voor blootstelling aan magnetische velden

Lage AN (tabel B2) zijn bedoeld voor frequenties onder 400 Hz en worden afgeleid van de GWB voor de effecten op de zintuigen (tabel A3) en voor frequenties boven 400 Hz afgeleid van de GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische velden (tabel A2).

Hoge AN (tabel B2) worden afgeleid van de GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische velden met betrekking tot elektrische stimulering van de perifere en autonome zenuwweefsels in hoofd en romp (tabel A2). Door de hoge AN in acht te nemen worden de GWB voor effecten op de gezondheid niet overschreden, maar de effecten met betrekking tot netvliesfosfenen en kleine voorbijgaande veranderingen in hersenactiviteit zijn mogelijk, indien de blootstelling van het hoofd de lage AN voor blootstelling tot en met 400 Hz overschrijdt. In deze gevallen is artikel 5, lid 6, van toepassing.

AN voor blootstelling van extremiteiten worden afgeleid van de GWB voor effecten op de gezondheid voor interne elektrische velden met betrekking tot elektrische stimulering van de weefsels in extremiteiten, door ermee rekening te houden dat een magnetisch veld zwakker aan de extremiteiten dan aan het gehele lichaam is gekoppeld.

Tabel B2

**AN voor blootstelling aan magnetische velden van 1 Hz t/m 10 MHz**

Frequentiegebied	Magnetische fluxdichtheid lage AN(B) [ $\mu T$ ] (RMS)	Magnetische fluxdichtheid hoge AN(B) [ $\mu T$ ] (RMS)	Magnetische fluxdichtheid lage AN voor blootstelling van ledematen aan een plaatselijk magnetisch veld [ $\mu T$ ] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300$ Hz $\leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3$ kHz $\leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Opmerking B2-1:  $f$  is de frequentie in hertz (Hz).

Opmerking B2-2: De lage AN en de hoge AN zijn de RMS-waarden die gelijk zijn aan de piekwaarden, gedeeld  $\sqrt{2}$  voor sinusoidale velden. In geval van niet-sinusoidale velden wordt de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de blootstelling gebaseerd op de gewogen-piekwaardemethode (filtering in het tijdsdomein), zoals uitgelegd in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen, maar andere wetenschappelijk bewezen en gevalideerde procedures voor de beoordeling van de blootstelling kunnen worden toegepast, op voorwaarde dat die tot ongeveer gelijkwaardige en vergelijkbare resultaten leiden.

Opmerking B2-3: AN voor blootstelling aan magnetische velden komen overeen met de maximumwaarden op de positie van het lichaam van de werknemer. Dit resulteert in een behoudende beoordeling van blootstelling en automatische inachtneming van de GWB in alle niet-uniforme blootstellingsomstandigheden. Ter vereenvoudiging van de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de inachtneming van de GWB in specifieke niet-uniforme omstandigheden, worden in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen criteria voor ruimtelijke middeling van gemeten velden op basis van vastgestelde dosimetrie bepaald. In geval van een zeer plaatselijke bron met een afstand van enkele centimeters van het lichaam, wordt het opgewekte elektrische veld per geval dosimetrisch bepaald.

Tabel B3

**AN voor contactstromen ( $I_C$ )**

Frequentiegebied	AN( $I_C$ ) stationaire contactstroom [mA] (RMS)
t/m 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Opmerking B3-1: f is de frequentie in kilohertz (kHz).

Actieniveaus (AN) voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden

Tabel B4

**AN voor magnetische fluxdichtheid van statische magnetische velden**

Gevaren	AN( $B_0$ )
Interferentie met actieve geïmplanteerde hulpmiddelen, bv. pacemakers	0,5 mT
Risico op aangetrokken en rondvliegende voorwerpen in het strooiveld van bronnen van hoge veldsterkte ( $> 100$ mT)	3 mT

## BIJLAGE III

## THERMISCHE EFFECTEN

## GRENSSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING EN ACTIENIVEAUS IN HET FREQUENTIEGEBIED VAN 100 kHz TOT EN MET 300 GHz

## A. GRENSSWAARDEN VOOR BLOOTSTELLING (GWB)

GWB voor effecten op de gezondheid voor frequenties van 100 kHz t/m 6 GHz (tabel A1) zijn grenswaarden voor energie en geabsorbeerd vermogen per massa-eenheid lichaamsweefsel als gevolg van blootstelling aan elektrische en magnetische velden.

GWB voor effecten op de zintuigen voor frequenties van 0,3 t/m 6 GHz (tabel A2) zijn grenswaarden van geabsorbeerde energie in een kleine massa weefsel in het hoofd als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden.

GWB voor effecten op de gezondheid voor frequenties boven 6 GHz (tabel A3) zijn grenswaarden voor de vermogensdichtheid van een elektromagnetische golf die op het lichaamsoppervlak valt.

Tabel A1

## GWB voor effecten op de gezondheid als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden van 100 kHz t/m 6 GHz

GWB voor effecten op de gezondheid	Gemiddelde SAT-waarden gemiddeld over een periode van zes minuten
GWB gerelateerd aan thermische belasting van het gehele lichaam, uitgedrukt als gemiddeld SAT in het lichaam	0,4 Wkg <sup>-1</sup>
GWB gerelateerd aan plaatselijke thermische belasting in hoofd en romp, uitgedrukt als plaatselijk SAT in het lichaam	10 Wkg <sup>-1</sup>
GWB gerelateerd aan plaatselijke thermische belasting in de extremiteiten, uitgedrukt als plaatselijk SAT in de extremiteiten	20 Wkg <sup>-1</sup>

Opmerking A1-1: De plaatselijke SAT-middelingsmassa is 10 g aaneengesloten weefsel; het aldus verkregen maximale SAT moet de waarde zijn die voor de raming van de blootstelling wordt gebruikt. Met deze 10 g weefsel wordt een massa van 10 g aaneengesloten weefsel met ongeveer homogene elektrische eigenschappen bedoeld. Hierbij valt op te merken dat een massa aaneengesloten weefsel te gebruiken is in de computerdosimetrie, maar moeilijkheden kan opleveren bij directe fysieke metingen. Er kan een eenvoudige geometrische vorm zoals een kubusvormige of bolvormige weefselmassa worden gebruikt.

GWB voor effecten op de zintuigen van 0,3 GHz tot en met 6 GHz

Deze GWB voor effecten op de zintuigen (tabel A2) heeft betrekking op het vermijden van effecten op het gehoor die veroorzaakt worden door blootstellingen van het hoofd aan gepulseerde microgolven.

Tabel A2

## GWB voor effecten op de gezondheid als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden van 0,3 t/m 6 GHz

Frequentiegebied	Plaatselijke specifieke energieabsorptie (SA)
$0,3 \leq f \leq 6$ GHz	10 mJkg <sup>-1</sup>

Opmerking A2-1: Plaatselijke SA middelingsmassa is 10 g weefsel.

Tabel A3

## GWB voor effecten op de gezondheid als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden van 6 t/m 300 GHz

Frequentiegebied	GWB voor effecten op de gezondheid met betrekking tot vermogensdichtheid
$6 \leq f \leq 300$ GHz	50 Wm <sup>-2</sup>



Opmerking A3-1: De vermogensdichtheid wordt gemiddeld over  $20 \text{ cm}^2$  van het blootgestelde oppervlak. Ruimtelijke maximale vermogensdichtheden, herleid tot een gemiddelde over  $1 \text{ cm}^2$ , mogen niet meer bedragen dan 20 maal de waarde van  $50 \text{ Wm}^{-2}$ . Vermogensdichtheden van 6 t/m 10 GHz moeten worden berekend als gemiddelden over een periode van 6 minuten. Boven 10 GHz moet de vermogensdichtheid worden gemiddeld over een willekeurige periode van  $68/f^{1,05}$  minuten ( $f$  is de frequentie in GHz), ter compensatie van de geleidelijk kortere penetratiediepte naarmate de frequentie stijgt.

#### B. ACTIENIVEAUS (AN)

De volgende natuurkundige grootheden en waarden worden gebruikt om de actieniveaus (AN) te specificeren, waarvan de grootte wordt vastgesteld om via een vereenvoudigde beoordeling op de naleving van de desbetreffende GWB toe te zien of om te bepalen wanneer de desbetreffende, in artikel 5 bepaalde, beschermings- of voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen:

- AN(E) voor de elektrische veldsterkte  $E$  van tijdsafhankelijke elektrische velden, zoals bepaald in tabel B1;
- AN(B) voor de magnetische fluxdichtheid  $B$  van tijdsafhankelijke magnetische velden, zoals bepaald in tabel B1;
- AN(S) voor de vermogensdichtheid van elektromagnetische golven, zoals bepaald in tabel B1;
- AN( $I_c$ ) voor contactstromen, zoals bepaald in tabel B2;
- AN( $I_l$ ) voor elektrische stromen in extremiteiten, zoals bepaald in tabel B2.

AN komen overeen met de berekende of gemeten veldwaarden op de werkplek bij afwezigheid van de werknemer, als maximumwaarde op de positie van het lichaam of een bepaald deel van het lichaam.

Actieniveaus (AN) voor blootstelling aan elektrische en magnetische velden

AN(E) en AN(B) worden afgeleid van de SAT of de vermogensdichtheidwaarden (tabellen A1 en A3) op basis van drempelwaarden met betrekking tot interne thermische effecten veroorzaakt door blootstelling aan (externe) elektrische en magnetische velden.

Tabel B1

#### AN voor blootstelling aan elektrische en magnetische velden van 100 kHz t/m 300 GHz

Frequentiegebied	Elektrische veldsterkte AN(E) [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (RMS)	Magnetische fluxdichtheid AN(B) [ $\mu\text{T}$ ] (RMS)	Vermogensdichtheid AN(S)[ $\text{Wm}^{-2}$ ]
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$1 \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8/f$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$10 \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	—
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	—
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	—
$6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Opmerking B1-1:  $f$  is de frequentie in hertz (Hz).

Opmerking B1-2:  $[\text{AN(E)}]^2$  en  $[\text{AN(B)}]^2$  moeten worden berekend als gemiddelden over een periode van 6 minuten. Voor RF-pulsen geldt dat de piekvermogensdichtheid, berekend als gemiddelde over de pulsbreedte, niet hoger zal zijn dan 1 000 maal de respectieve AN(S)-waarde. De analyse voor multifrequentievelden wordt gebaseerd op sommatie, zoals in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen is uitgelegd.

Opmerking B1-3: AN(E) en AN(B) komen overeen met de berekende of gemeten maximumwaarden op de positie van het lichaam van de werknemer. Dit resulteert in een behoudende beoordeling van blootstelling en automatische inachtneming van de GWB in alle niet-uniforme blootstellingsomstandigheden. Ter vereenvoudiging van de overeenkomstig artikel 4 verrichte beoordeling van de inachtneming van de GWB in specifieke niet-uniforme omstandigheden, worden in de in artikel 14 bedoelde praktische handleidingen criteria voor ruimtelijke middeling van gemeten velden op basis van vastgestelde dosimetrie bepaald. In geval van een zeer plaatselijke bron met een afstand van enkele centimeters van het lichaam, wordt de inachtneming van de GWB per geval dosimetrisch bepaald.

Opmerking B1-4: De vermogensdichtheid wordt gemiddeld over  $20 \text{ cm}^2$  van het blootgestelde oppervlak. Ruimtelijke maximale vermogensdichtheden, herleid tot een gemiddelde over  $1 \text{ cm}^2$ , mogen niet meer bedragen dan 20 maal de waarde van  $50 \text{ Wm}^{-2}$ . Vermogensdichtheden van 6 t/m 10 GHz moeten worden berekend als gemiddelden over een periode van 6 minuten. Boven 10 GHz wordt de vermogensdichtheid gemiddeld over een willekeurige periode van  $68/f^{1,05}$  -minuten ( $f$  is de frequentie in GHz), ter compensatie van de geleidelijk kortere penetratiediepte naarmate de frequentie stijgt.

Tabel B2

**AN voor stationaire tijdsafhankelijke contactstromen en opgewekte extremitestromen**

Frequentiegebied	Stationaire contactstroom $AN(I_C)$ [mA] (RMS)	Opgewekte extremitestroom in een extremitet, $AN(I_L)$ [mA] (RMS)
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	40	—
$10 \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	40	100

Opmerking B2-1:  $[AN(I_L)]^2$  moet worden berekend als gemiddelde over een periode van 6 minuten.

## BIJLAGE IV

## Concordantietabel

Richtlijn 2004/40/EG	Deze richtlijn
Artikel 1, lid 1	Artikel 1, lid 1
Artikel 1, lid 2	Artikel 1, leden 2 en 3
Artikel 1, lid 3	Artikel 1, lid 4
Artikel 1, lid 4	Artikel 1, lid 5
Artikel 1, lid 5	Artikel 1, lid 6
Artikel 2, onder a)	Artikel 2, onder a)
—	Artikel 2, onder b)
—	Artikel 2, onder c)
Artikel 2, onder b)	Artikel 2, onder d), e) en f)
Artikel 2, onder c)	Artikel 2, onder g)
Artikel 3, lid 1	Artikel 3, lid 1
Artikel 3, lid 2	Artikel 3, lid 1
—	Artikel 3, lid 2
Artikel 3, lid 3	Artikel 3, leden 2 en 3
—	Artikel 3, lid 4
Artikel 4, lid 1	Artikel 4, lid 1
Artikel 4, lid 2	Artikel 4, leden 2 en 3
Artikel 4, lid 3	Artikel 4, lid 3
Artikel 4, lid 4	Artikel 4, lid 4
Artikel 4, lid 5, onder a)	Artikel 4, lid 5, onder b)
Artikel 4, lid 5, onder b)	Artikel 4, lid 5, onder a)
—	Artikel 4, lid 5, onder c)
Artikel 4, lid 5, onder c)	Artikel 4, lid 5, onder d)
Artikel 4, lid 5, onder d)	Artikel 4, lid 5, onder e)
Artikel 4, lid 5, onder d), i)	—
Artikel 4, lid 5, onder d), ii)	—
Artikel 4, lid 5, onder d), iii)	—

Richtlijn 2004/40/EG	Deze richtlijn
Artikel 4, lid 5, onder d), iv)	—
Artikel 4, lid 5, onder e)	Artikel 4, lid 5, onder f)
Artikel 4, lid 5, onder f)	Artikel 4, lid 5, onder g)
—	Artikel 4, lid 5, onder h)
—	Artikel 4, lid 5, onder i)
Artikel 4, lid 5, onder g)	Artikel 4, lid 5, onder j)
Artikel 4, lid 5, onder h)	Artikel 4, lid 5, onder k)
—	Artikel 4, lid 6
Artikel 4, lid 6	Artikel 4, lid 7
Artikel 5, lid 1	Artikel 5, lid 1
Artikel 5, lid 2, inleidende formule	Artikel 5, lid 2, inleidende formule
Artikel 5, lid 2, onder a), b) en c)	Artikel 5, lid 2, onder a), b) en c)
—	Artikel 5, lid 2, onder d)
—	Artikel 5, lid 2, onder e)
Artikel 5, lid 2, onder d) tot en met g)	Artikel 5, lid 2, onder f) tot en met i)
—	Artikel 5, lid 4
Artikel 5, lid 3	Artikel 5, lid 5
—	Artikel 5, lid 6
—	Artikel 5, lid 7
Artikel 5, lid 4	Artikel 5, lid 8
—	Artikel 5, lid 9
Artikel 5, lid 5	Artikel 5, lid 3
Artikel 6, inleidende formule	Artikel 6, inleidende formule
Artikel 6, onder a)	Artikel 6, onder a)
Artikel 6, onder b)	Artikel 6, onder b)
—	Artikel 6, onder c)
Artikel 6, onder c)	Artikel 6, onder d)
Artikel 6, onder d)	Artikel 6, onder e)
—	Artikel 6, onder f)

Richtlijn 2004/40/EG	Deze richtlijn
Artikel 6, onder e)	Artikel 6, onder g)
Artikel 6, onder f)	Artikel 6, onder h)
—	Artikel 6, onder i)
Artikel 7	Artikel 7
Artikel 8, lid 1	Artikel 8, lid 1
Artikel 8, lid 2	—
Artikel 8, lid 3	Artikel 8, lid 2
Artikel 9	Artikel 9
—	Artikel 10
Artikel 10, lid 1	Artikel 11, lid 1, onder c)
Artikel 10, lid 2, onder a)	Artikel 11, lid 1, onder a)
Artikel 10, lid 2, onder b)	Artikel 11, lid 1, onder b)
Artikel 11	—
—	Artikel 12
—	Artikel 13
—	Artikel 14
—	Artikel 15
Artikel 13, lid 1	Artikel 16, lid 1
Artikel 13, lid 2	Artikel 16, lid 2
—	Artikel 17
Artikel 14	Artikel 18
Artikel 15	Artikel 19
Bijlage	Bijlage I, bijlage II en bijlage III
—	Bijlage IV

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](https://twitter.com/EU_Social)

