

sche velden in arbe  
in arbeidssituatie  
Elektromagnetisch  
sche velden in arbe  
in arbeidssituaties  
Elektromagnetisch  
sche velden in arbe  
in arbeidssituaties  
Elektromagnetisch  
sche velden in arbe  
in arbeidssituaties  
Elektromagnetisch  
sche velden in arbe  
in arbeidssituaties  
Elektromagnetisch  
sche velden in arbe  
in arbeidssituaties



Ministerie van Sociale Zaken en  
Werkgelegenheid

# ***Elektro- magnetische velden in arbeidssituaties***

Beknopte gids voor de  
Nederlandse situatie

juli 2016

# Inhoud

1	Algemene inleiding en leeswijzer	3
2	Elektromagnetische velden, bronnen en risico's	5
3	Regelgeving in Nederland	8
4	RI&E-systematiek en deskundigheid	9
5	Categorieën werkomgevingen	11
6	Maatregelen en vuistregels	20
7	Werknemers met een verhoogd risico	26
8	Werkomgevingen met afwijkende regels	29
Bijlage 1	Limieten in de richtlijn	31
Bijlage 2	Bronnen van uitgebreidere informatie	36
Bijlage 3	Verbods-, waarschuwings- en gebodsborden	38

# 1

## Algemene inleiding en leeswijzer

### 1.1 Elektromagnetische velden in arbeidssituaties

Elektromagnetische velden ontstaan bij opwekking, transport of gebruik van elektriciteit, het opwarmen van materialen door inductie en het draadloos verzenden van informatie. Elektromagnetische velden waaraan werknemers worden blootgesteld kunnen in bepaalde gevallen sterker zijn dan de velden waaraan leden van de bevolking worden blootgesteld. Op 26 juni 2013 namen het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie een nieuwe Europese richtlijn aan: 'Richtlijn 2013/35/EU betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysieke agentia (elektromagnetische velden)', verder genoemd 'de richtlijn'. De bepalingen in de richtlijn dienen ervoor om alle werknemers in de Europese Unie een gelijkwaardig beschermingsniveau tegen de risico's van elektromagnetische velden te geven. De bepalingen in de richtlijn zijn in Nederland geïmplementeerd door een wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit op 1 juli 2016. Werkgevers dienen uit te gaan van de actuele tekst van het Arbeidsomstandighedenbesluit en niet van de tekst van de artikelen in de richtlijn.

### 1.2 Voor wie is deze gids bedoeld?

Deze beknopte gids voor de Nederlandse situatie, verder genoemd 'deze gids', is in eerste instantie bedoeld voor werkgevers die willen bepalen of er voor hun werknemers risico's van elektromagnetische velden in de werkomgeving kunnen zijn. Daarnaast kan deze gids nuttig zijn voor geïnteresseerde werknemers en voor preventiemedewerkers en arbodeskundigen, zoals arbeidshygiënist, veiligheidsdeskundigen en bedrijfsartsen.

### 1.3 Hoe deze gids te gebruiken

Deze gids is bedoeld als eerste instap voor werkgevers bij de beoordeling van risico's van elektromagnetische velden in de werkomgeving. Met 'werkomgeving' wordt in deze gids bedoeld: de combinatie van arbeidsmiddelen (alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, installaties, apparaten, transportmiddelen en gereedschappen), werkomstandigheden en werkzaamheden. Deze gids geeft een beknopte uitleg over de aard en de risico's van elektromagnetische velden, de inpassing van de risicobeoordeling en maatregelen in de Nederlandse wet- en regelgeving en een overzicht van de werkomgevingen waarin relatief sterke elektromagnetische velden kunnen voorkomen. Deze gids kan werkgevers een snelle indicatie geven of er een uitgebreidere inventarisatie en evaluatie van de risico's van elektromagnetische velden nodig is. Voor werkomgevingen waar dat het geval is, verwijst deze gids naar meer gedetailleerde bronnen van informatie.

.....  
<sup>1</sup> Parlement en Raad van de Europese Unie (2013) 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 fysieke 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. Publicatieblad van de Europese Unie L 179: 1-21.

## 1.4 Verhouding tot andere actuele richtsnoeren

Deze gids is afgestemd op de Nederlandse Arbowet- en regelgeving en geeft een relatief beknopt overzicht voor werkgevers. De Europese Commissie heeft een uitgebreide gids van goede praktijken uitgebracht (Niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2013/35/EU “Elektromagnetische velden”, Deel 1 en Deel 2, verder genoemd ‘de Europese gids’). Voor meer gedetailleerde informatie over de gezondheidseffecten, het meten en beoordelen van elektromagnetische velden, het nemen van maatregelen en voorbeelden van werkomgevingen wordt in eerste instantie naar de Europese gids verwezen (zie Bijlage 2). Daarbij moet wel altijd worden gecontroleerd of de informatie niet in strijd is met de bepalingen in het Arbeidsomstandighedenbesluit, met andere Nederlandse regelgeving of met de arbeidshygiënische cultuur in Nederland.

## 1.5 Verouderde richtsnoeren

De volgende richtsnoeren zijn in Nederland gepubliceerd ter ondersteuning van een voorgaande, ingetrokken richtlijn (2004/40/EG). Zij dienen daarom bij voorkeur niet meer te worden gebruikt:

- Bolte, J.F.B., M.J.M. Pruppers (2006) Elektromagnetische velden in arbeidssituaties. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag.
- Van Rongen, E., J.F.B. Bolte, M.J.M. Pruppers (2006) Arbo-Informatieblad 39 – Elektromagnetische velden. Sdu Uitgevers, Den Haag.
- NEN-normen: alle Nederlandse normen die afgeleid zijn van Europese normen, dateren van vóór 1 juli 2013 en ontwikkeld zijn in het kader van richtlijn 2004/40/EG.

Bij twijfel moet men altijd uitgaan van de informatie die na 1 juli 2013 gepubliceerd is en die gebaseerd is op richtlijn 2013/35/EU en de daaruit voortvloeiende Nederlandse wet- en regelgeving. Ook bij alle andere, in deze gids niet nader genoemde bronnen van informatie (arbocatalogi, brochures, websites, RI&E-tools), met name als die vóór 1 juli 2016 zijn gepubliceerd, dient men er op bedacht te zijn dat de inhoud verouderd of achterhaald kan zijn.

# 2 Elektromagnetische velden, bronnen en risico's

## 2.1 Elektromagnetische velden

Elektrische velden ontstaan door een elektrische lading of door veranderende magnetische velden. Magnetische velden ontstaan door een bewegende lading of door veranderende elektrische velden, zoals die bij een geleider waar wisselstroom door loopt. Het aantal golfbewegingen in de sterkte van de velden per tijdseenheid noemt men de frequentie. Als de frequentie wordt uitgedrukt in het aantal golfbewegingen per seconde, is de eenheid daarvan 'hertz'. De afstand tussen twee pieken in de golfbeweging noemt men de golflengte. De geleider, het apparaat of de zender die de velden produceert noemt men 'de bron'. Onder bepaalde voorwaarden, als vuistregel op een afstand van meer dan tien keer de golflengte vanaf de bron, zijn het elektrische en magnetische veld volledig gekoppeld en in fase en spreekt men van het verre veld. De pieken en dalen in de sterkte van het elektrische veld vallen dan samen met de pieken en dalen in de sterkte van het magnetische veld. Op kortere afstand is de koppeling nog niet volledig en spreekt men van het nabije veld. In de rest van deze gids wordt de term 'elektromagnetische velden' gebruikt als afkorting voor de verzameling termen elektrische velden, magnetische velden of elektromagnetische velden.

Als de afstand tot de bron van de elektromagnetische velden ruwweg groter is dan tien keer de golflengte, vindt er transport van energie plaats en kan er van 'straling' worden gesproken. Als de golflengte korter is dan 100 nanometer kan de straling elektronen losmaken uit atomen en wordt die daarom ioniserende straling genoemd. Dergelijke straling, zoals röntgenstraling en gammastraling, kan schade aan het erfelijk materiaal veroorzaken. Als de golflengte langer is dan 100 nanometer wordt gesproken van niet-ioniserende straling. Niet-ioniserende straling met golflengten tussen 100 nanometer en 1 millimeter wordt optische straling genoemd. Hieronder vallen ultraviolette straling, zichtbaar licht en infrarode straling. Als de golflengte langer is dan 1 millimeter (de frequentie lager is dan 300 gigahertz), kan de blootstelling ofwel dicht bij de bron, ofwel verder weg van de bron dan tien golflengten plaatsvinden. Voor dit frequentiegebied wordt daarom liever over elektromagnetische velden dan over straling gesproken.

Deze gids gaat uitsluitend over elektromagnetische velden met frequenties van 0 tot 300 gigahertz. Voor optische straling en ioniserende straling is aparte wet- en regelgeving van toepassing, die niet in deze gids wordt behandeld.

## 2.2 Bronnen van elektromagnetische velden

Er zijn twee soorten bronnen van elektromagnetische velden in de werkomgeving. In de eerste plaats kunnen de velden ontstaan als bijproduct van de opwekking, het transport of het gebruik van elektriciteit. Voorbeelden daarvan zijn werkomgevingen met hoogspanningslijnen, elektromotoren en lasapparatuur. In de tweede plaats kunnen elektromagnetische velden bewust worden opgewekt om materialen op te warmen of informatie te verzenden. Voorbeelden daarvan zijn werkomgevingen met inductieverhitters en zendinstallaties voor mobiele communicatie. In het algemeen geldt dat de sterkte van elektromagnetische

velden het grootst is in de buurt van de bron en afneemt als de afstand tot de bron groter wordt. Werknemers kunnen in sommige werkomgevingen aan sterkere velden worden blootgesteld dan leden van de bevolking. Dit kan onder andere voorkomen bij installaties of machines die met sterke stromen werken of op korte afstand van zenders. Het doel van de wet- en regelgeving over elektromagnetische velden in arbeidssituaties is om te voorkomen dat de blootstelling zo hoog wordt, dat schade aan de gezondheid van werknemers of veiligheidsrisico's kunnen ontstaan.

### 2.3 Gezondheidseffecten

Elektromagnetische velden met frequenties van 0 tot 10 megahertz ('laagfrequente velden') kunnen elektrische velden en stromen in het lichaam opwekken, die zenuwcellen of spieren kunnen prikkelen. Als de velden en stromen in het lichaam sterk genoeg zijn, kan dat leiden tot tintelingen, pijn of spiertrekkingen. Bij nog hogere veldsterkten kan de hartfunctie verstoord worden. In het Arbeidsomstandighedenbesluit worden dergelijke effecten 'gezondheidseffecten' genoemd, omdat ze schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van werknemers.

Elektromagnetische velden met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz ('radiofrequente velden') kunnen het lichaam of delen daarvan opwarmen. Als deze opwarming sterk genoeg is, kunnen gezondheidseffecten optreden. Mogelijke gezondheidseffecten van radiofrequente velden zijn hittestress of schade aan weefsels en organen.

De bepalingen voor elektromagnetische velden in het Arbeidsomstandighedenbesluit dienen ervoor om deze gezondheidseffecten te voorkomen.

### 2.4 Veiligheidsrisico's

Ook als elektromagnetische velden in de werkomgeving niet sterk genoeg zijn om gezondheidseffecten te veroorzaken, kunnen er risico's voor werknemers optreden. Sterke statische magnetische velden, zoals die van de magneet van een MRI-scanner, kunnen misselijkheid, duizeligheid of verlies van evenwicht veroorzaken. Deze effecten treden vooral op bij snelle bewegingen in het magnetische veld. Elektromagnetische velden met frequenties van 1 tot 400 hertz kunnen elektrische velden of stromen in het hoofd veroorzaken. Als deze velden en stromen sterk genoeg zijn, kan het netvlies gestimuleerd worden, waardoor lichtflitsen kunnen worden gezien. Hoewel deze effecten niet schadelijk zijn voor de gezondheid, kunnen ze wel veiligheidsrisico's geven door verlies van evenwicht of een schrikreactie. Daardoor kan een werknemer bijvoorbeeld vallen of de controle over een gevaarlijk werktuig verliezen.

De bepalingen voor elektromagnetische velden in het Arbeidsomstandighedenbesluit dienen ervoor om deze veiligheidsrisico's te voorkomen.

## 2.5 Indirecte effecten

Indirecte effecten ontstaan via beïnvloeding door elektromagnetische velden van voorwerpen en apparatuur die op hun beurt een risico kunnen geven voor de gezondheid of veiligheid van werknemers. Mogelijke indirecte effecten van elektromagnetische velden zijn:

- Elektrische schokken of verbranding door contactstromen of vonkontladingen, die kunnen optreden door nadering of aanraking van geleidende voorwerpen
- Storing van medische elektronische apparatuur en andere apparaten
- Storing van actieve geïmplanteerde medische toestellen, zoals pacemakers en defibrillatoren
- Storing van medische hulpmiddelen die op het lichaam worden gedragen, zoals insulinepompen
- Opwarming of verplaatsing van passieve medische implantaten zoals metalen kunstgewrichten, botpennen, draden of platen
- Opwarming of verplaatsing van metalen voorwerpen of deeltjes in het lichaam zoals granaatscherven, piercings en tatoeages
- Projectielwerking van ferromagnetische voorwerpen in een statisch magnetisch veld, bijvoorbeeld een wegschietende ijzeren brandblusser
- Onbedoeld afgaan van elektrische ontstekingen door geïnduceerde velden
- Brand of ontploffingen als gevolg van ontbranding van brandbare materialen of explosieven door vonken als gevolg van geïnduceerde velden, contactstromen of vonkontladingen

## 2.6 Langetermijneffecten

De bepalingen in het Arbeidsomstandighedenbesluit en de limieten in de richtlijn zijn gebaseerd op de wetenschappelijk bewezen gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's op de korte termijn, die in de voorgaande paragrafen zijn beschreven.

Er is en wordt wetenschappelijk onderzoek gedaan naar mogelijke langetermijneffecten op de gezondheid van kortdurende of chronische blootstelling aan elektromagnetische velden in arbeidssituaties. Tot nu toe is daarin niet bewezen dat blootstelling aan elektromagnetische velden schadelijk is voor de gezondheid of veiligheidsrisico's kan veroorzaken als de sterkte van de velden lager is dan de limieten waar het Arbeidsomstandighedenbesluit naar verwijst.

# 3

## Regelgeving in Nederland

### 3.1 Arbeidsomstandighedenwet

De Nederlandse wetgeving regelt de bescherming van werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden. Volgens de Arbeidsomstandighedenwet heeft de werkgever de plicht om, met medewerking van de werknemer, ervoor te zorgen dat het werk geen nadelige invloed heeft op de veiligheid en gezondheid van die werknemer. De werkgever maakt daartoe een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) en voert het plan van aanpak daarin uit. Daarnaast zorgt de werkgever ervoor dat werknemers over de risico's worden voorgelicht en dat ze de instructies en voorschriften om de risico's te beperken naleven.

### 3.2 Arbeidsomstandighedenbesluit

In het Arbeidsomstandighedenbesluit worden voorschriften bij specifieke risico's beschreven. Voorschriften met betrekking tot risico's van elektromagnetische velden met frequenties van 0 hertz tot 300 gigahertz worden behandeld in Hoofdstuk 6, Afdeling 4b. In deze afdeling zijn de bepalingen uit de richtlijn geïmplementeerd en afgestemd op de situatie en de bestaande wetgeving in Nederland.

Paragraaf 1 van Afdeling 4b bevat de definities van begrippen, het toepassingsgebied en bepalingen over beperking van de blootstelling. Voor de getalsmatige waarden van deze beperkingen wordt verwezen naar de tekst in de bijlagen van de richtlijn. Voor nadere uitleg zie Bijlage 1 van deze gids.

Paragraaf 2 van Afdeling 4b bevat nadere verplichtingen voor werkgevers op het gebied van de RI&E, het beoordelen van de blootstelling, de maatregelen ter beperking van de blootstelling en de voorlichting en opleiding van werknemers.

Paragraaf 3 van Afdeling 4b bevat bepalingen over arbeidsgeneeskundig onderzoek en afwijkingen van de grenswaarden.

### 3.3 Arbeidsomstandighedenregeling

In de Arbeidsomstandighedenregeling worden onder andere nadere voorschriften gegeven over de RI&E, taken van deskundigen en arbodiensten en veiligheids- en gezondheidssignalering<sup>2</sup>. Bijlage 3 van deze gids geeft een overzicht van verbods-, waarschuwings- en gebodsborden die relevant kunnen zijn voor risico's van elektromagnetische velden in de werkomgeving.

De Inspectie SZW houdt toezicht op de naleving van de verplichtingen uit de Arbeidsomstandighedenwet- en regelgeving.

<sup>2</sup> Arbeidsomstandighedenregeling, Artikel 8.10 en Bijlage XVIII.



# 4 RI&E-systematiek en deskundigheid

## 4.1 Doel van de RI&E

Artikel 5 van de Arbeidsomstandighedenwet verplicht de werkgever tot het uitvoeren van een risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E) waarin schriftelijk wordt vastgelegd welke risico's de arbeid voor werknemers met zich mee brengt. Hierin wordt ook aandacht besteed aan de mogelijke risico's van elektromagnetische velden in de werkomgeving. De RI&E bevat een plan van aanpak, waarin wordt aangegeven welke maatregelen binnen welke termijn zullen worden genomen om de risico's te beperken. De werkgever voert het plan van aanpak uit. In de RI&E wordt ook aandacht besteed aan de specifieke risico's en risicobeperkende maatregelen voor bijzondere categorieën werknemers, zoals werknemers die zwanger zijn of werknemers met medische toestellen of implantaten (zie Hoofdstuk 7 van deze gids). De RI&E wordt indien nodig aangepast, bijvoorbeeld als de ervaringen in de praktijk, gewijzigde werkmethode of werkomstandigheden of de stand van de wetenschap daarvoor aanleiding geven. Voorbeelden van zo'n aanleiding zijn vervanging of aanpassing van de bron van elektromagnetische velden of de manier waarop ermee gewerkt wordt.

## 4.2 RI&E voor elektromagnetische velden

Het Arbeidsomstandighedenbesluit geeft nadere voorschriften en uitleg bij de RI&E voor elektromagnetische velden in de werkomgeving<sup>3</sup>. Allereerst beoordeelt de werkgever de blootstelling van werknemers. Daarbij houdt de werkgever rekening met de beschikbare praktische handleidingen van de Europese Commissie en andere informatie, zoals handleidingen van de fabrikant van de gebruikte apparatuur. Als de informatie niet uit bestaande gegevens of richtsnoeren is af te leiden, laat de werkgever metingen of berekeningen van de blootstelling verrichten. Bij de beoordeling van de risico's besteedt de werkgever ook aandacht aan mogelijke indirecte effecten en risico's voor werknemers met een verhoogd risico. Als de werkomgeving ook voor derden toegankelijk is, er al een beoordeling heeft plaatsgevonden op basis van de Europese aanbeveling voor blootstelling van leden van de bevolking aan elektromagnetische velden (1999/519/EG) en risico's kunnen worden uitgesloten, kan ook deze beoordeling gebruikt worden bij het opstellen van de RI&E.

Voor het uitvoeren van de RI&E in specifieke werkomgevingen kunnen er model-RI&E's beschikbaar zijn die bijvoorbeeld door brancheorganisaties zijn opgesteld. Voorbeelden van dergelijke model-RI&E's zijn te vinden in Bijlage 2 van deze gids. Werkgevers en werknemers kunnen samen afspreken om een model-RI&E aan te passen aan de specifieke apparatuur en omstandigheden in hun branche. De inhoud hiervan moet in overeenstemming zijn met de verplichtingen betreffende elektromagnetische velden in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Bij branche-RI&E's die vóór 1 juli 2016 tot stand zijn gekomen, zal dit in het algemeen niet het geval zijn.

<sup>3</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 6, Afdeling 4b, Artikel 6.12k.

### 4.3 Arbeidshygiënische strategie

Bij het plan van aanpak en het nemen van maatregelen om risico's van elektromagnetische velden te beperken wordt de algemene arbeidshygiënische strategie gevolgd<sup>4</sup>. In de eerste plaats wordt de blootstelling zo veel mogelijk bij de bron van de elektromagnetische velden beperkt. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn uitschakelen, vervangen, wijzigen of optimaal afstellen van het apparaat. Tijdens schoonmaak of reparatie is het het veiligst om de apparatuur uit te schakelen.

In de tweede en derde plaats worden technische en organisatorische maatregelen genomen om de sterkte van de velden te verminderen. Voorbeelden van technische maatregelen zijn afscherming of vergrendeling van de bron of het op grotere afstand plaatsen van bedieningspanelen. Voorbeelden van organisatorische maatregelen zijn het plaatsen van waarschuwingsborden of het op de vloer markeren van zones met hoge blootstelling.

Als laatste wordt gekeken of de werknemer kan worden uitgerust met persoonlijke beschermingsmiddelen zoals afschermende kleding of schoenen met rubberen zolen.

### 4.4 Deskundigheid

De beoordeling, meting en berekening van de blootstelling aan elektromagnetische velden dient te worden uitgevoerd door deskundigen<sup>5</sup>. Het uitvoeren van metingen en berekeningen van de sterkte van elektromagnetische velden is niet eenvoudig. Er is een helder stappenplan voor nodig. Allereerst worden alle relevante bronnen en frequenties van de velden geïdentificeerd. De meetprocedure wordt duidelijk omschreven, bijvoorbeeld op basis van Europese normen. De meetapparatuur is geschikt voor de frequenties die worden gemeten en is gekalibreerd. Bij het interpreteren van de resultaten wordt rekening gehouden met de meetonzekerheid. Ook wordt aandacht besteed aan de context waarin de metingen worden uitgevoerd: op welke plaats wordt er gemeten, kunnen voorwerpen in de omgeving de meting beïnvloeden en welke limieten zijn van toepassing? Bronnen van meer informatie over het meten van elektromagnetische velden zijn te vinden in Bijlage 2 van deze gids.

<sup>4</sup> Arbeidsomstandighedenwet, Artikel 3; Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 6.12l.

<sup>5</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 6.12k.

# 5 Categorieën werkomgevingen

## 5.1 Inleiding

De blootstelling van werknemers aan elektromagnetische velden wordt mede bepaald door het soort apparatuur dat de velden veroorzaakt, door de omstandigheden waarin de apparatuur wordt gebruikt en door de aard van de werkzaamheden van de werknemer. Deze combinatie van arbeidsmiddelen (alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, installaties, apparaten, transportmiddelen en gereedschappen), werkomstandigheden en werkzaamheden wordt in deze gids 'de werkomgeving' genoemd.' In dit hoofdstuk zijn werkomgevingen waar elektromagnetische velden kunnen voorkomen ingedeeld naar de mogelijke sterkte van de blootstelling en de risico's. Deze indeling is gebaseerd op de indeling van werkomgevingen in de Europese gids (zie Bijlage 2). De indeling gaat ervan uit dat de apparatuur die elektromagnetische velden produceert goed wordt onderhouden en wordt gebruikt volgens de instructies van de fabrikant. Aan de hand van deze indeling kan bepaald worden of en voor welke werknemers een RI&E voor elektromagnetische velden moet worden uitgevoerd. Het flowdiagram in Figuur 1 geeft in vereenvoudigde vorm per categorie werkomgeving aan welke aspecten in de RI&E aan bod kunnen komen.

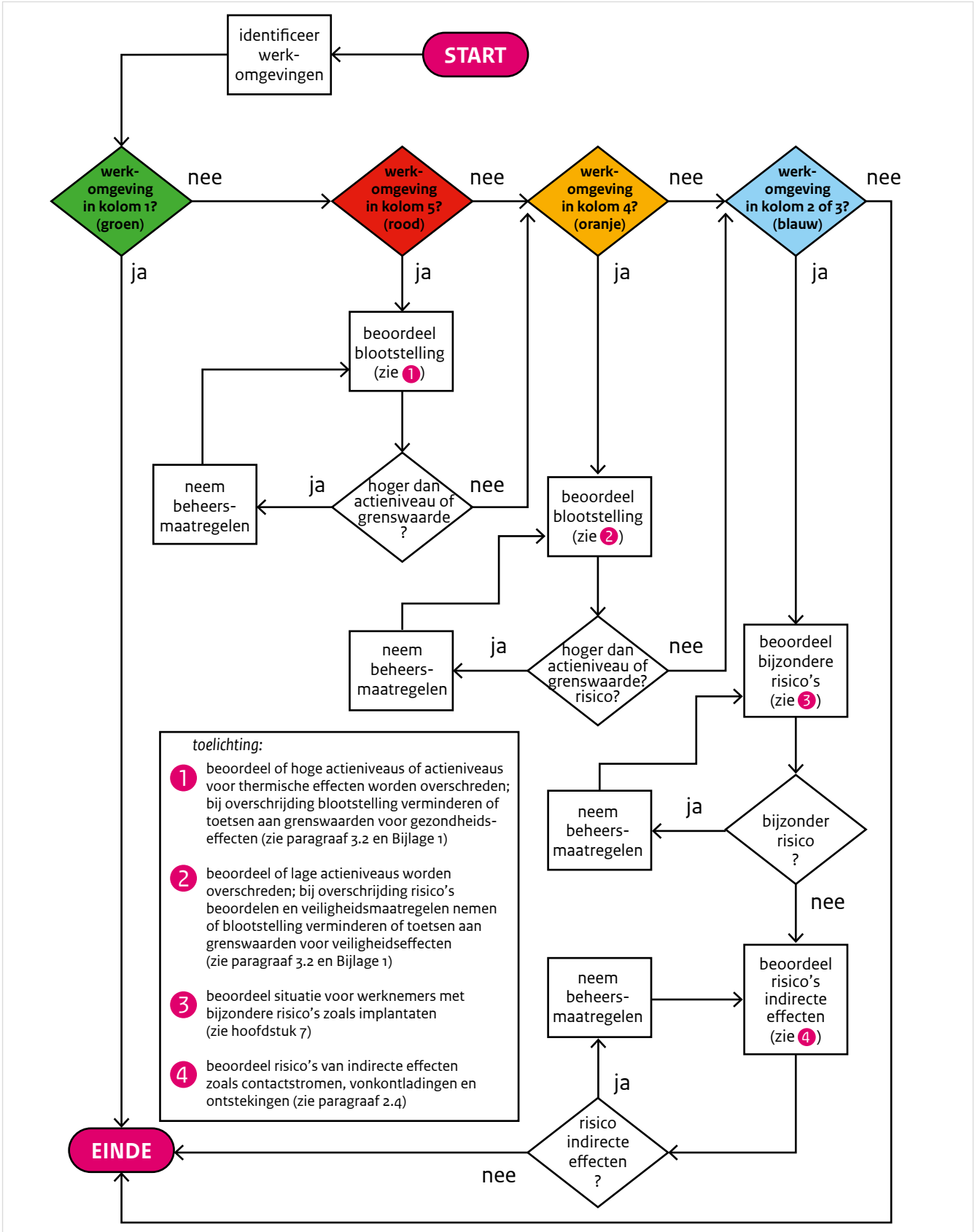
## 5.2 Grenswaarden en actieniveaus

Het Arbeidsomstandighedenbesluit beoogt de hoogte van de blootstelling aan elektromagnetische velden te beperken tot de zogenaamde grenswaarden voor blootstelling (verder genoemd 'grenswaarden'). Dit zijn beperkingen aan de fysische effecten die elektromagnetische velden in het lichaam opwekken. Er zijn twee soorten grenswaarden:

- *Grenswaarden voor effecten op de gezondheid* hangen samen met effecten die schadelijk zijn voor de gezondheid, zoals stimulering van de zenuwen en spierweefsel of opwarming. Grenswaarden voor effecten op de gezondheid mogen niet worden overschreden.
- *Grenswaarden voor effecten op de zintuigen* hangen samen met voorbijgaande verstoringen van de zintuiglijke waarneming, bijvoorbeeld duizeligheid of het zien van lichtflitsen. Grenswaarden voor effecten op de zintuigen mogen alleen worden overschreden als maatregelen zijn genomen om veiligheidsrisico's te voorkomen en de grenswaarden voor effecten op de gezondheid niet worden overschreden. Voorbeelden van veiligheidsrisico's zijn vallen door duizeligheid of verlies van controle over gereedschap door een schrikreactie.

Uit de grenswaarden zijn actieniveaus afgeleid in termen van de sterkte van de elektromagnetische velden buiten het lichaam, die gemakkelijker te meten is. Als de actieniveaus worden overschreden, moet de werkgever maatregelen nemen om de blootstelling te verlagen, tenzij hij kan aantonen dat de grenswaarden niet worden overschreden en veiligheidsrisico's zijn uitgesloten. Bij elektromagnetische velden met frequenties van 1 hertz tot 10 megahertz wordt onder andere onderscheid gemaakt tussen *lage actieniveaus*, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten

Figuur 1: flowdiagram voor de RI&E elektromagnetische velden



op de zintuigen, en *hoge actieniveaus*, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten op de gezondheid. Bij elektromagnetische velden met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz zijn er actieniveaus voor opwarming, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor opwarming ('thermische effecten'). Meer uitleg over de actieniveaus en grenswaarden is te vinden in Bijlage 1 van deze gids.

### 5.3 Categorieën en kleuren

Tabel 1 geeft een indeling van werkomgevingen met elektromagnetische velden naar toepassingsgebied. In de vijf kolommen met kleurcode is met een kruis aangegeven of er een nadere beoordeling nodig is voor bepaalde categorieën werknemers en de verschillende categorieën actieniveaus en grenswaarden. Voor een indeling van werkomgevingen die niet in Tabel 1 worden genoemd, kan de werkgever proberen informatie op te zoeken in handleidingen van de apparatuur of informatie op te vragen bij fabrikanten, vakorganisaties of brancheverenigingen. Als informatie over de blootstelling en risico's van elektromagnetische velden in een bepaalde werkomgeving niet op een andere manier verkrijgbaar is, moeten de blootstelling en risico's op een deskundige manier beoordeeld worden op basis van metingen of berekeningen. In Bijlage 2 van deze gids zijn bronnen van meer informatie over het meten en beoordelen van de blootstelling aan elektromagnetische velden te vinden.

#### Categorie 'groen'

Werkomgevingen in de categorie 'groen' geven per definitie een laag risico van elektromagnetische velden voor alle werknemers, inclusief werknemers met bijzondere risico's zoals zwangerschap of implantaten. Alle werkomgevingen met een kruis in Kolom 1 van Tabel 1 vallen in de groene categorie. Als er uitsluitend sprake is van werkomgevingen die in Kolom 1 zijn weergegeven, is nadere inventarisatie van de risico's van elektromagnetische velden niet nodig.

#### Categorie 'blauw'

Werkomgevingen in de categorie 'blauw' kunnen risico's geven voor speciale categorieën werknemers zoals werknemers met een implantaat of zwangere werknemers. Voor deze werknemers moet daarom in de RI&E voor deze werkomgevingen bijzondere aandacht worden besteed aan de mogelijke risico's van elektromagnetische velden. Alle werkomgevingen met een kruis in Kolom 2 of Kolom 3 van Tabel 1 vallen in de blauwe categorie. De betreffende categorieën werknemers en de risico's worden nader toegelicht in Hoofdstuk 7 van deze gids.

#### Categorie 'oranje'

In werkomgevingen in de categorie 'oranje' kunnen overschrijdingen plaatsvinden van de lage actieniveaus en de bijbehorende grenswaarden voor de zintuigen en kunnen veiligheidsrisico's ontstaan. Voor alle werknemers moet daarom in de RI&E voor deze werkomgevingen aandacht worden besteed aan mogelijke veiligheidsrisico's van elektromagnetische velden. Daarbij kan een nadere beoordeling van de blootstelling nodig zijn. Alle werkomgevingen met een kruis in Kolom 4 van Tabel 1 vallen in de oranje categorie. De categorie 'oranje' is alleen van toepassing op elektromagnetische velden met frequenties van 0 tot 400 hertz.

#### Categorie 'rood'

In werkomgevingen in de categorie 'rood' kunnen overschrijdingen plaatsvinden van de hoge actieniveaus (frequenties van 0 tot 10 megahertz), de actieniveaus voor opwarming (frequenties van 100 megahertz tot 300 gigahertz) en de bijbehorende grenswaarden voor gezondheidseffecten. Voor alle werknemers in

deze werkomgevingen moet daarom in de RI&E aandacht worden besteed aan mogelijke gezondheidseffecten van elektromagnetische velden. Daarbij kan een nadere beoordeling van de blootstelling nodig zijn. Alle werkomgevingen met een kruis in Kolom 5 van Tabel 1 vallen in de rode categorie.

Tabel 1: Vereisten voor specifieke beoordelingen met betrekking tot veel voorkomende werkomgevingen met elektromagnetische velden

Soort apparatuur of werkplek	kolom 1 geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	kolom 2 nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	kolom 3 nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	kolom 4 nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	kolom 5 nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en opwarming <sup>5</sup>
<b>Draadloze communicatie</b>					
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — gebruik van			✘		
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — werkplekken met	✘				
Telefoons, mobiel — gebruik van			✘		
Telefoons, mobiel — werkplekken met	✘				
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — gebruik van			✘		
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — werkplekken met	✘				
<b>Kantoor</b>					
Audiovisuele apparatuur (bv. televisies, dvd-spelers)	✘				
Audiovisuele apparatuur met radiofrequente zenders			✘		
Communicatieapparatuur en bedrade netwerken	✘				
Computer- en IT-apparatuur	✘				
Kantoorapparatuur (bv. kopieermachines, papierversnipperaars, elektrische nietmachines)	✘				
Telefoons (vaste lijn) en faxtoestellen	✘				
Ventilatoren, elektrisch	✘				
Ventilatorkachels, elektrisch	✘				

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
<b>Soort apparatuur of werkplek</b>	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>

#### Infrastructuur (gebouwen en terreinen)

Alarmsystemen	x				
Basisstationantennes, binnen de aangegeven verboden zone van de operator		x	x		x
Basisstationantennes, buiten de aangegeven verboden zone van de operator	x				
Huishoudelijke en professionele toestellen, bv. koelkasten, wasmachines, wasdrogers, afwasmachines, ovens, broodroosters, magnetrons, strijkijzers, mits zij geen zendapparatuur bevatten zoals WLAN, bluetooth of mobiele telefoons	x				
Tuingereedschap (elektrisch) — gebruik van			x		
Tuingereedschap (elektrisch) — werkplekken met	x				
Verlichtingsapparatuur, bv. terreinverlichting en bureaulampen	x				
Verlichtingsapparatuur met energievoorziening via radiofrequente elektromagnetische velden		x	x		x
Verwarmingsapparatuur (elektrisch) voor verwarming van ruimten	x				
Werkplekken die publiek toegankelijk zijn en voldoen aan de referentieniveaus vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van de Europese Unie	x				

#### Beveiliging

Artikelbeveiligingssystemen en RFID			x		
Erasers (wissers), tape of harde schijf			x	x	
Metaaldetectors			x		

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
<b>Soort apparatuur of werkplek</b>	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>

#### Elektriciteitsvoorziening

Aggregaten en noodaggregaten — werk aan			x		
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders met een spanning van maximaal 100 kilovolt of bovenleiding van maximaal 150 kilovolt, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden	x				
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders met een spanning van meer dan 100 kilovolt of bovenleiding van meer dan 150 kilovolt, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden		x	x	x	
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders van elke spanning — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van 100 ampere of minder (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van meer dan 100 ampere (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van 100 ampere of minder voor het individuele circuit (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van meer dan 100 ampere voor het individuele circuit (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Elektrische installaties met een fasestroom van 100 ampere of minder (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators, enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische installaties met een fasestroom van meer dan 100 ampere (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformators enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Omvormers, inclusief die op fotovoltaïsche systemen			x		
Ondergrondse of geïsoleerde kabelcircuits van elke spanning — blootstelling aan elektrische velden	x				
Windturbines, werk aan		x	x		



	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
<b>Soort apparatuur of werkplek</b>	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>

#### Lichte industrie

Acculaders, industrieel			✗		
Acculaders, groot professioneel			✗		
Coating- en verfapparatuur	✗				
Controleapparatuur zonder radiozenders	✗				
Coronaoppervlaktebehandelingsapparatuur			✗		
Diëlektrische verwarming		✗	✗		✗
Diëlektrisch lassen (plasticlassen)		✗	✗		✗
Elektrostatische verfapparatuur		✗	✗		
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap bv. boren, schuurmachines, cirkelzagen en slijpers) — gebruik van			✗		
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap) — werkplekken met	✗				
Hittepistolen (draagbaar) — werkplekken met	✗				
Hittepistolen — gebruik van			✗		
Hydraulische laadplatformen	✗				
Inductieverhitting		✗	✗	✗	✗
Inductieverhittingssystemen, geautomatiseerd, foutopsporing en reparatie in dichte nabijheid van de bron van elektromagnetische velden		✗	✗		
Inductief solderen		✗	✗	✗	✗
Inductieve verzegelingsapparatuur			✗		
Lassen — booglasprocessen, handmatig (inclusief MIG, MAG, TIG) bij het volgen van goede praktijken en wanneer de kabel niet op het lichaam rust			✗	✗	
Lassen — lassystemen, geautomatiseerd, foutopsporing, reparatie en opleiding dichtbij de bron van elektromagnetische velden		✗	✗		
Lassen — weerstandlassen, handmatig (puntlassen, naadlassen)		✗	✗	✗	✗
Lijmpistolen (draagbaar) — gebruik van			✗		
Lijmpistolen — werkplekken met	✗				
Machinegereedschap (bv. kolomboren, slijpmachines, draaibanken, freesbanken, zagen)			✗		

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
Soort apparatuur of werkplek	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>

#### Lichte industrie (vervolg)

Magnetische deeltjesinspectie voor scheurdetectie (niet-destructief magnetisch onderzoek)		x	x	x	x
Magnetisators/demagnetisators, industrieel (inclusief bandenwissers of tape-erasers)		x	x	x	
Meetapparatuur en -instrumenten zonder radiozenders	x				
Microgolfverhitting en -droging, in houtbewerkingsectoren (drogen van hout, vormen van hout, lijmen van hout)		x	x		x
Radiofrequente plasmatoestellen, inclusief vacuümdepositie en sputteren		x	x		x
Smeltovens, weerstandsverhitting			x		

#### Zware industrie

Elektrolyse, industrieel		x	x	x	x
Ovens, boogsmelten		x	x	x	x
Ovens, inductiesmelten (kleinere ovens hebben doorgaans sterkere toegankelijke velden dan grote ovens)		x	x	x	x

#### Bouw

Bouwapparatuur (bv. betonmolens, trilmachines, hefwerktuigen) — werk in dichte nabijheid			x		
Microgolfdrogen in de bouwindustrie		x	x		x

#### Medisch

Medische apparatuur die geen elektromagnetische velden gebruikt voor diagnose of behandeling	x				
Medische apparatuur die elektromagnetische velden gebruikt voor diagnose en behandeling (bv. transcraniële magnetische stimulatie, kortegolfdiathermie, hyperthermie, elektrochirurgie)		x	x	x	x

#### Vervoer

Motorvoertuigen en fabriek — werk in dichte nabijheid van starter, wisselstroomdynamo, ontstekingsysteem			x		
Radar, luchtverkeersleiding, militair, weer en lange afstand		x	x		x
Treinen en trams, elektrisch aangedreven		x	x	x	x

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
<b>Soort apparatuur of werkplek</b>	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>

#### Diversen

Acculaders, inductieve of nabijheidskoppeling			x		
Acculaders, niet-inductieve koppeling ontworpen voor huishoudelijk gebruik	x				
Apparatuur die statische magnetische velden sterker dan 0,5 millitesla genereert, elektrisch of op basis van permanente magneten (bv. magneetplaten, magnetische tafels en banden, hefmagneten, magneethouders, magnetische naamplaatjes)			x		
Draagbare apparatuur (op accu) zonder radiofrequente zenders	x				
Hoofdtelefoons die sterke magnetische velden produceren			x		
Inductiekookapparatuur, professioneel			x		
Omroepzenders en -apparatuur (radio en tv: LF, MF, HF, VHF, UHF)		x	x		x
Radio's, zending en ontvangst (bv. walkie-talkies, autoradio's)			x		
Zenders, op accu			x		
Op de Europese markt gebrachte apparatuur overeenkomstig Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van de Europese Unie of daarmee geharmoniseerde technische normen voor elektromagnetische velden	x				
Niet-elektrische apparatuur van alle soorten uitgezonderd apparatuur met permanente magneten	x				

#### Voetnoten:

- <sup>1</sup> Geen nadere beoordeling nodig voor alle categorieën werknemers.
- <sup>2</sup> Nadere beoordeling nodig van risico's voor zwangere werknemers, werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen (bv. infusiepompjes) en werknemers die passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen, voorwerpen of deeltjes met metaal op of in in het lichaam hebben (bv. kunstgewrichten, pennen, platen, schroeven, chirurgische klemmen, stents, hartklepprotheses, annuloplastiekringen, spiraaltje, behuizingen van actieve medische hulpmiddelen, granaatscherven, piercings, tatoeages).
- <sup>3</sup> Nadere beoordeling nodig van risico's voor werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) dragen, bijvoorbeeld pacemakers, defibrillators, cochlea-implantaten, hersenstamimplantaten, binnenoorprothesen, neurostimulators, netvliescodeurs, geïmplanteerde medicatiepompen.
- <sup>4</sup> Nadere beoordeling nodig van de blootstelling ten opzichte van de lage actieniveaus (frequenties tussen 0 en 10 megahertz) en actieniveaus voor contactstromen in Bijlage II van de richtlijn.
- <sup>5</sup> Nadere beoordeling nodig van de blootstelling ten opzichte van de hoge actieniveaus in Bijlage II van de richtlijn (frequenties tussen 0 en 10 megahertz), de actieniveaus voor contactstromen en opgewekte extremiteitstromen in Bijlagen II en III van de richtlijn en/of de actieniveaus voor opwarming (thermische effecten) in Bijlage III van de richtlijn.

#### Afkortingen:

DECT, digital enhanced cordless telecommunications; EMV, elektromagnetische velden; HF, high frequency (korte golf); IT, information technology; kV, kilovolt; A, ampere; LF, low frequency (lange golf); MAG, metal active gas; MIG, metal inert gas; MF, medium frequency (middengolf); RFID, radiofrequency identification; TIG, tungsten inert gas; UHF, ultra high frequency; VHF, very high frequency; WLAN, wireless local area network

# 6 Maatregelen en vuistregels

## 6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft voorbeelden van maatregelen en vuistregels om risico's te voorkomen voor specifieke werkomgevingen waarin overschrijdingen van actieniveaus of bijzondere risico's kunnen optreden. Als er actieniveaus worden overschreden, is het mogelijk dat de bijbehorende grenswaarden worden overschreden (zie Bijlage 1 van deze gids). Voor alle werkomgevingen geldt dat er geen maatregelen genomen hoeven worden als aangetoond is dat er geen grenswaarden worden overschreden, geen veiligheidsrisico's kunnen optreden en geen werknemers met een verhoogd risico aanwezig zijn.

Voor alle voorbeelden in Paragraaf 6.3 geldt dat de elektromagnetische velden in die werkomgevingen bepaalde medische toestellen of implantaten kunnen storen. Aan werknemers met dergelijke toestellen of implantaten moet daarom bijzondere aandacht worden besteed (zie Hoofdstuk 7).

De voorbeelden zijn niet uitputtend. Voor een uitgebreidere lijst van werkomgevingen waar mogelijk overschrijdingen of risico's op kunnen treden, zie Tabel 1 in Hoofdstuk 5 met een indeling van werkomgevingen. Gedetailleerde informatie over het beoordelen van de blootstelling en uitgebreide voorbeelden van RI&E's voor specifieke werkomgevingen zijn te vinden in de Europese gids (zie Bijlage 2).

## 6.2 Algemene maatregelen

Voor alle werkomgevingen waar risico's van elektromagnetische velden kunnen optreden moeten op basis van de Arbeidsomstandighedenwet en het Arbeidsomstandighedenbesluit maatregelen worden genomen en werknemers worden voorgelicht en opgeleid.

### Maatregelen ter voorkoming van risico's

Waar overschrijdingen van grenswaarden of andere risico's kunnen optreden moet de werkgever maatregelen nemen om de blootstelling of de risico's te verminderen. Voor de volgorde van maatregelen geldt de arbeidshygiënische strategie (zie Paragraaf 4.3). Bij technische en organisatorische maatregelen heeft collectieve bescherming van alle werknemers de voorkeur boven individuele bescherming.

- Voorbeelden van maatregelen aan de bron: uitschakelen; lager vermogen instellen; vervangen door een bron met zwakkere velden; stroomonderbreking (interlock) bij verbreken van de afscherming; passend onderhoud plegen
- Voorbeelden van technische maatregelen: bron afschermen; plaatsen van hekken; op grotere afstand plaatsen van bedieningspaneel; verwijderen van materiaal dat elektromagnetische velden reflecteert; aarden ter voorkoming van secundaire bronnen, contactstromen of vonkontladingen; automatiseren van de werkzaamheden

- Voorbeelden van organisatorische maatregelen: waarschuwborden of –signalen plaatsen; vloermarkeringen aanbrengen; werknemers instrueren om afstand te houden; toelatingsprocedure instellen
- Voorbeelden van persoonlijke beschermingsmiddelen: isolerende veiligheidsschoenen; isolerende veiligheidshandschoenen; afschermend pak tegen radiofrequente velden

### Voorlichting en opleiding

De werkgever dient werknemers die mogelijk worden blootgesteld aan risico's van elektromagnetische velden te informeren over de mogelijke schadelijke directe en indirecte effecten en hoe die kunnen worden opgespoord en gemeld, over de grenswaarden en actieniveaus en over de geïnventariseerde risico's en beheersmaatregelen. De werkgever dient ook voorlichting te geven over werknemers met een verhoogd risico en over de omstandigheden waarin werknemers in aanmerking komen voor gezondheidsonderzoek.

De werkgever dient werknemers die mogelijk worden blootgesteld aan risico's van elektromagnetische velden te instrueren over veilige werkmethoden om de risico's tot een minimum te beperken. De werkgever zorgt er bijvoorbeeld voor dat werknemers kennis nemen van bedienings- en veiligheidsvoorschriften, een veilige werkwijze aanleren, defecte apparatuur kunnen herkennen en rapporteren over onveilige situaties of mogelijke blootstelling hoger dan de actieniveaus<sup>6</sup>.

## 6.3 Beknopte informatie over specifieke werkomgevingen

### Artikelbeveiliging- en metaaldetectorpoortjes, RFID

Poortjes voor detectie van beveiligde artikelen of metalen voorwerpen maken gebruik van elektromagnetische velden met verschillende frequenties (statisch, laagfrequent en radiofrequent). Systemen voor 'radiofrequency identification' (RFID) gebruiken radiofrequente elektromagnetische velden voor het uitlezen van elektronische informatie, bijvoorbeeld bij toegangspoortjes, voorraadbeheer en goederen op transport. Er worden bij antidiefstal- en metaaldetectorpoortjes of RFID-systemen geen grenswaarden overschreden, maar er kunnen wel risico's voor werknemers met implantaten of medische toestellen zijn. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn waarschuwborden plaatsen en afstand houden.

### Diëlektrische verwarming

Bij diëlektrische verwarming worden radiofrequente elektromagnetische velden gebruikt voor onder andere het dichten ('sealen') van plastic naden, voor droogprocessen en voor het verlijmen van hout. In de buurt van apparatuur voor diëlektrische verwarming kunnen actieniveaus voor opwarming worden overschreden. Omdat blootstelling in het nabije veld optreedt, kunnen de velden sterk variëren op de plaats van bediening.

Voorbeelden van maatregelen aan de bron zijn: afschermen van elektrodes met metalen omhulsel; voorkomen van secundaire bronnen door geleidende (gelaste) verbinding van metalen onderdelen van de bron. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn: aanbrengen van afscherming om de bron heen met een zo hoog mogelijke geleidbaarheid aan de binnenkant, aparte geleidende

<sup>6</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 6.12m.

delen en zo klein mogelijke openingen; bediener laten staan op een niet-geleidend platform; afstand tussen bediener en bron vergroten door plaatsen van barrières of afstandsbediening; signaleren van zones waar actiewaarden kunnen worden overschreden; lichtsignaal wanneer elektrodes onder stroom staan; beperken van de blootstellingsduur. Als persoonlijke beschermingsmiddelen komen schoenen met dikke rubberen zolen en dikke sokken in aanmerking.

### **Elektriciteitsproductie en -distributie**

Bronnen van sterke elektromagnetische velden met een frequentie van 50 hertz bij opwekking en distributie van elektriciteit zijn generatoren, transformatoren, gelijkrichters, luchtspoelen, condensatorbanken en stroomgeleiders. In de buurt van deze bronnen kunnen lage actieniveaus worden overschreden. Voorbeelden van maatregelen om de blootstelling te verminderen zijn: stroomgeleiders dicht bij elkaar leggen; hekwerken plaatsen of markeringen aanbrengen waar actieniveaus kunnen worden overschreden; waarschuwborden plaatsen; beperkte toegang regelen in gebieden waar actieniveaus kunnen worden overschreden.

### **Elektrochemische processen**

Bij elektrochemische processen wordt gelijkstroom door een oplossing van elektrolyten geleid voor bijvoorbeeld de productie van chloorgas of het verchromen van metalen voorwerpen ('oppervlaktebehandeling'). Hierbij ontstaan sterke statische magnetische velden maar ook laagfrequente elektromagnetische velden door de 'rimpel' van wisselstroom die na het gelijkrichten overblijft. De lage en hoge actieniveaus kunnen onder andere worden overschreden in de buurt van stroomgeleiders (Engels: bus bars), gelijkrichters en stroomvoerende elementen in de elektrolysehal.

Voorbeelden van maatregelen aan de bron zijn: vervangen of aanpassen van gelijkrichters zodat minder 'rimpel' op de gelijkstroom optreedt. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn: aan- en afvoerende stroomgeleiders over zo lang mogelijke afstand zo dicht mogelijk tegen elkaar aanleggen; hoger plaatsen van bus bars ten opzichte van looppaden; lager plaatsen van elektrolysebakken ten opzichte van looppaden; afsluiten van ruimten met gelijkrichters; hekwerken plaatsen of markeringen aanbrengen waar actieniveaus kunnen worden overschreden; looppaden plannen waar geen actieniveaus worden overschreden; waarschuwborden plaatsen; beperkte toelating regelen in gebieden waar actieniveaus kunnen worden overschreden.

### **Inductieverhitting**

Bij inductieverhitting worden elektromagnetische velden met frequenties tussen 50 hertz en 10 megahertz gebruikt om wisselstromen op te wekken in metalen en ze te smelten of vervormen. Voorbeelden van toepassingen zijn smeden, verharderen, krimp-fitten, buigen, solderen en smelten van metalen of legeringen. In de buurt van inductieovens of inductieverhitters met open spoelen kunnen lage actieniveaus, hoge actieniveaus of actieniveaus voor de ledematen worden overschreden.

Voorbeelden van maatregelen aan de bron zijn: afschermen van spoelen en geleiders; spoelen zo richten dat de zwakste component van het magnetische veld wijst in de richting van toegankelijke plaatsen. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn: automatiseren van het werkproces; aan- en afvoerende geleiders zo dicht mogelijk tegen elkaar aanleggen of vlechten; aan- en afvoerende geleiders verder van werknemers ophangen; lichtsignaal gebruiken als de bron actief is; hekwerken plaatsen of markeringen aanbrengen waar

actieniveaus kunnen worden overschreden; looppaden plannen waar geen actieniveaus worden overschreden; waarschuwborden plaatsen; beperkte toelating regelen in gebieden waar actieniveaus kunnen worden overschreden; afstand houden.

### Lassen

Bij booglassen of weerstandslassen kunnen laagfrequente elektromagnetische velden ontstaan door de 'rimpel' van hogere frequenties op gelijkstroom, door gepulste gelijkstroom of door wisselstroom. In de buurt van de lastang, elektrodehouder of kabel kunnen lage actieniveaus, hoge actieniveaus of actieniveaus voor de ledematen worden overschreden.

Voorbeelden van maatregelen aan de bron zijn: bij aanschaf kiezen voor lasapparatuur met een lagere blootstelling aan magnetische velden; afschermen van laskabel en stroombron met geaard metaal. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn: automatiseren van het werkproces; laskabels niet op het lichaam laten rusten maar ophangen, zo kort mogelijk houden, dicht bij elkaar laten lopen of vlechten; aarden en equipotentiaal verbinden van metalen delen van het werkstuk; afschermen van de lasinstallatie en stroombron met lasschermen; markeringen aanbrengen waar actieniveaus kunnen worden overschreden; waarschuwborden plaatsen; afstand houden.

### Medische toepassingen

Bij het gebruik van MRI-apparatuur kunnen grenswaarden overschreden worden. Wanneer bepaalde werkzaamheden niet mogelijk zijn zonder de grenswaarden te overschrijden, mogen onder bepaalde omstandigheden (bijvoorbeeld bij het gebruik van MRI in de gezondheidszorg), de grenswaarden in de bijlagen van de richtlijn overschreden worden. Aan deze overschrijding van grenswaarden zijn voorwaarden verbonden, onder andere het nemen van alternatieve beschermingsmaatregelen (zie Hoofdstuk 7). Naast MRI-apparatuur komen sterke elektromagnetische velden vooral voor bij het stimuleren, verhitten, snijden of dichtbranden van weefsels of organen in patiënten. In de buurt van spoelen voor transcranieële magneetstimulatie ontstaan laagfrequente elektromagnetische velden die sterker kunnen zijn dan lage actieniveaus, hoge actieniveaus of actieniveaus voor de ledematen. Bij diathermie (lokale opwarming), diepe hyperthermie (regionale opwarming) en elektrochirurgie (snijden en dichtbranden) ontstaan radiofrequente elektromagnetische velden die sterker kunnen zijn dan de actieniveaus voor opwarming. De belangrijkste bronnen van elektromagnetische velden zijn de spoel, elektroden, toevoerdraden en aansluitingen.

Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen bij transcranieële magneetstimulatie zijn: monteren van de spoel op een statief; afstand houden. Voorbeelden van technische maatregelen bij diathermie zijn: afschermen van elektroden, toevoerdraden en aansluitingen; verwijderen van metalen voorwerpen die reflecties kunnen veroorzaken. Voorbeelden van technische maatregelen bij elektrochirurgie zijn: kabel afschermen met geaard metaal; kabel niet op het lichaam laten rusten maar ophangen; kabel zo kort mogelijk houden. Voor alle voornoemde toepassingen van radiofrequente velden zijn afstand houden en de tijdsduur beperken organisatorische maatregelen om de blootstelling te verminderen.

### **Microgolfdrogen**

Open microgolfdrogers, ook wel 'open magnetron' genoemd, worden onder andere gebruikt voor het drogen van muren en het verhitten van hout voor ongediertebestrijding. In de buurt van de apparatuur kunnen actieniveaus voor opwarming worden overschreden.

Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen ter vermindering van de blootstelling zijn: gedeeltelijk afschermen van de bron, zodat alleen in de richting van het object gestraald wordt; interlock-schakelaars aanbrengen die de bron uitschakelen zodra die verkeerd gericht is of de afscherming verbroken is; losse balken verpakken in aluminiumfolie om velden in de omgeving ervan te verzwakken; lichtsignaal gebruiken als de bron actief is; meer dan een halve meter afstand houden en niet in de bundel komen.

### **Vervoer en tractiesystemen**

Het railvervoer in Nederland werkt grotendeels op gelijkstroom, maar de Betuwelijn en de Hogesnelheidslijn-Zuid werken op 50 hertz wisselstroom. In de buurt van starters, ontstekers of wisselstroomdynamo's kunnen elektromagnetische velden voorkomen die bepaalde medische toestellen of implantaten kunnen storen. Dichtbij voertuigen (trein, tram), bovenleiding of spoorstaven voor railvervoer op wisselstroom kunnen lage of hoge actieniveaus worden overschreden. De blootstelling kan worden verminderd door afstand te houden.

### **Zendinstallaties**

De sterkte van elektromagnetische velden bij antennes voor mobiele communicatie (GSM, UMTS, LTE) hangt af van de richting waarin de antenne wordt benaderd. De zendbundel is doorgaans horizontaal van het gebouw af gericht. Aan de voorkant, in de zendbundel, kunnen actieniveaus voor opwarming worden overschreden binnen enkele meters van de antenne en aan de achterkant binnen enkele centimeters van de antenne. Moet men toch dichterbij de antenne werkzaamheden verrichten, dan kan het helpen om de antenne uit te zetten, het zendvermogen te laten verminderen of de blootstellingsduur te verkorten. In het nabije veld van de antenne kunnen de velden sterk variëren en is het bij metingen nodig om verschillende plekken waar werknemers kunnen komen te beoordelen. Voor straalzenders worden geen actieniveaus overschreden zolang de werknemer niet in de bundel voor de schotel komt.

TETRA-zenders worden gebruikt voor mobiele communicatie van politie, brandweer, ambulancediensten en de Marechaussee. Ze bevinden zich op masten op daken of op voertuigen van deze openbare diensten. Vooral bij het passeren van antennes tijdens het beklimmen van de zendmasten kunnen actieniveaus voor opwarming worden overschreden. Lokale omroepzenders en antennes van zendamateurs hebben een relatief laag zendvermogen en staan meestal op daken. Regionale en landelijke omroepzenders met een hoger zendvermogen staan meestal in masten en torens. In de buurt van deze zendmasten voor omroepen, en zeker bij het beklimmen ervan, kunnen actieniveaus voor opwarming worden overschreden. Daarnaast moet men bedacht zijn op contactstromen bij aanraking van metalen voorwerpen die in de aanwezige elektromagnetische velden kunnen worden opgeladen.

Meer informatie over het herkennen van antennes en het beoordelen van de risico's is te vinden op de website van het Antennebureau (zie Bijlage 2).



Voorbeelden van maatregelen aan de bron zijn: tijdelijk uitschakelen; minimaliseren van het vermogen voor het beoogde bereik; de antenne zo hoog opstellen dat de hoofdbundel hoger dan de hoofden van werknemers valt. Voorbeelden van technische en organisatorische maatregelen zijn: plaatsen van hekwerken of verfmartering en waarschuwingsborden vóór zones waar de actieniveaus worden overschreden; afstand houden; beperken van de blootstellingsduur; schriftelijke toegangsprocedure. Een voorbeeld van persoonlijke beschermingsmiddelen is het dragen van een speciaal beschermend pak dat de radiofrequente velden verzwakt. Verder is het aan te raden om op een veilige afstand bij de zendinstallatie een bord te plaatsen met de naam en telefoonnummer van de beheerder, inputvermogen, effectief uitgestraald vermogen ('ERP') en zendfrequentie van de antennes en een tekening van de zone waarbinnen de actieniveaus worden overschreden.

### **Radar**

Bij radartoepassingen voor snelheidsmetingen of het voorkomen van botsingen worden geen actieniveaus overschreden. Radarinstallaties met hogere vermogens worden gebruikt voor het regelen van lucht- en waterverkeer en voor doelgeleiding. Als de radar in een vaste richting zendt, kunnen actieniveaus worden overschreden in de hoofdbundel binnen een afstand van honderden meters. Bij roterende radars is de gemiddelde blootstelling over de tijd aanzienlijk lager. Voor iedere radarinstallatie kan uit gegevens van de fabrikant of via metingen of berekeningen worden vastgesteld binnen welke zone actieniveaus of grenswaarden kunnen worden overschreden. Deze zones kunnen worden aangegeven door hekwerken of markeringen en waarschuwingsborden.

# 7 Werknemers met een verhoogd risico

## 7.1 Inleiding

Het Arbeidsomstandighedenbesluit bepaalt dat de werkgever bij de RI&E, bij het plan van aanpak en bij voorlichting en opleiding aandacht besteedt aan de mogelijke gevolgen van blootstelling aan elektromagnetische velden voor de gezondheid en veiligheid van werknemers met een verhoogd risico<sup>7</sup>. Er wordt niet gespecificeerd wat in de context van elektromagnetische velden onder werknemers met een verhoogd risico wordt verstaan. In het huidige hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van categorieën werknemers met een verhoogd risico.

## 7.2 Onderhoudsmedewerkers

Werknemers die onderhoud plegen aan apparatuur die elektromagnetische velden produceert of nieuwe apparatuur ontwikkelen, testen of installeren, behoeven bijzondere aandacht in de RI&E. Zij werken vaak onder niet-gangbare bedrijfsomstandigheden en kunnen daardoor een hogere blootstelling hebben. Ook kunnen zij, vooral bij grotere bedrijven, werken in een grotere verscheidenheid aan werkomgevingen. De werkgever van de onderhoudsmedewerker is verantwoordelijk voor de bescherming van die medewerker tegen arbeidsrisico's, ook als de werkzaamheden bij een ander bedrijf worden verricht. In de RI&E moet de eigen werkgever dus ook aandacht besteden aan werkomgevingen bij andere bedrijven of instellingen waar de onderhoudsmedewerker werkzaamheden uitvoert, bijvoorbeeld via overleg met de opdrachtgever. Grote installatiebedrijven kunnen te maken krijgen met alle soorten bronnen van elektromagnetische velden. Alle in Paragraaf 6.3 genoemde informatie en vuistregels kunnen daarom nuttig zijn voor werknemers bij deze bedrijven.

## 7.3 Werknemers met medische toestellen en implantaten

### Actieve medische toestellen

Actieve medische toestellen zijn bedoeld om eigenschappen van het lichaam te meten, geneesmiddelen aan het lichaam toe te dienen of organen in het lichaam te stimuleren of reguleren. Sommige van deze toestellen kunnen in het lichaam geïmplanteerd zijn, bijvoorbeeld een pacemaker, defibrillator, gehoorimplantaat of neurostimulator. Andere toestellen worden op het lichaam gedragen, bijvoorbeeld een infusiepompje of hoortoestel. De werking van dergelijke toestellen kan verstoord worden door interactie met elektromagnetische velden, ook als deze zwakker zijn dan de lage actieniveaus of de actieniveaus voor opwarming. Aan werknemers met actieve medische toestellen moet daarom in de RI&E bijzondere aandacht worden besteed. Informatie over de gevoeligheid voor storingen van specifieke toestellen kan men opzoeken in de gebruiksaanwijzing of opvragen bij de fabrikant. Ook de ziekenhuizen waar de toestellen bij de

<sup>7</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 6.12k, tiende lid onder d.; Artikel 6.12l, vierde en vijfde lid; 6.12m, tweede lid onder i.

werknemer zijn aangebracht, kunnen informatie verstrekken over mogelijke bronnen van storing door elektromagnetische velden.

#### **Passieve medische implantaten**

Medische implantaten met metalen delen kunnen inductief opwarmen in sterke elektromagnetische velden. Daardoor kan oververhitting en weefselschade optreden. Een bijkomende complicatie is dat metalen implantaten het in het lichaam geïnduceerde elektrische veld lokaal kunnen versterken. Voorbeelden van dergelijke implantaten zijn metalen kunstgewrichten, botpennen en –platen, schroefjes, gebitsvullingen en het spiraaltje (voorbehoedsmiddel). Als metalen delen in het implantaat ferromagnetisch zijn, kunnen ze zich verplaatsen in sterke statische magnetische velden. Hierdoor kunnen weefselschade, bloedingen of een verstoorde werking ontstaan. Voorbeelden van dergelijke implantaten zijn metalen chirurgische clips, stents, hartklepprothesen en annuloplastiekringen. Aan werknemers met metalen implantaten moet daarom in de RI&E bijzondere aandacht worden besteed.

#### **Geleidende of versterkende voorwerpen**

Een derde categorie voorwerpen bevat metalen delen of deeltjes die in sterke elektromagnetische velden kunnen opwarmen en tot verbranding en schade aan weefsels of organen kunnen leiden. Sommige van deze voorwerpen kunnen in het lichaam aanwezig zijn. Voorbeelden hiervan zijn granaatscherven, kogels, piercings en tatoeages. Andere metalen voorwerpen kunnen op het lichaam gedragen worden. Voorbeelden daarvan zijn metalen horloges, armbanden of kettingen. Aan werknemers met dergelijke metalen voorwerpen in of op het lichaam moet in de RI&E bijzondere aandacht worden besteed.

## **7.4 Jeugdige werknemers**

Volgens de definitie in het Arbeidsomstandighedenbesluit is een ‘jeugdige werknemer’ een werknemer jonger dan 18 jaar. Het Arbeidsomstandighedenbesluit bepaalt dat in de RI&E onder andere bijzondere aandacht wordt besteed aan de aard, de mate en de duur van de blootstelling aan fysische factoren (waaronder elektromagnetische velden) als bij het bedrijf een jeugdige werknemer werkzaam is<sup>8</sup>. Bovendien mogen de werkzaamheden van jeugdige werknemers alleen worden verricht als er adequaat deskundig toezicht op de werkzaamheden wordt uitgeoefend. Het Arbeidsomstandighedenbesluit bepaalt dat jeugdige werknemers geen arbeid mogen verrichten met toestellen die schadelijke elektromagnetische velden of optische straling kunnen uitzenden<sup>9</sup>. De lichaamsbouw van jeugdige werknemers kan afwijken van die van volwassenen. Een pragmatische benadering kan zijn om er voor te zorgen dat de jeugdige werknemer niet wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden die sterker zijn dan de limieten voor de algemene bevolking in de Europese aanbeveling (zie Bijlage 2). Deze limieten zijn strenger dan de limieten voor werknemers, onder andere omdat er onder leden van de algemene bevolking meer variatie in lichaamsbouw en gezondheidsstatus is. De bijzondere bepalingen voor jeugdigen over elektromagnetische velden gelden niet voor leerlingen en studenten in onderwijsinstellingen<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 1, Afdeling 8, Artikel 1.36.

<sup>9</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 6, Afdeling 6, Artikel 6.27, tweede lid.

<sup>10</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 1, Afdeling 8, Artikel 1.39.

## 7.5 Zwangere werknemers

Volgens de definitie in het Arbeidsomstandighedenbesluit is een ‘zwangere werknemer’ een werknemer die zwanger is en de werkgever hiervan in kennis heeft gesteld. Het Arbeidsomstandighedenbesluit bepaalt dat in de RI&E onder andere bijzondere aandacht wordt besteed aan niet-ioniserende straling (waaronder elektromagnetische velden) als bij het bedrijf een zwangere werknemer werkzaam is<sup>11</sup>. De werkgever moet er voor zorgen dat de arbeid voor die werknemer geen gevaren met zich kan brengen voor haar veiligheid en gezondheid en geen terugslag kan veroorzaken op de zwangerschap of lactatie. Er zijn wetenschappelijke aanwijzingen dat de gezondheid van het ongeboren kind voldoende wordt beschermd als de blootstelling van de moeder aan elektromagnetische velden lager is dan de limieten voor de algemene bevolking die worden aanbevolen door de Raad van de Europese Unie (zie Bijlage 2). Een pragmatische benadering kan daarom zijn om er voor te zorgen dat de zwangere werknemer niet wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden die sterker zijn dan deze limieten voor de algemene bevolking.

<sup>11</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 1, Afdeling 9, Artikel 1.41.

# 8

## Werkomgevingen met afwijkende regels

### 8.1 MRI

Apparatuur voor 'Magnetic Resonance Imaging' (MRI) wordt vooral gebruikt om afbeeldingen te maken van het inwendige van het lichaam voor medische diagnoses of behandelingen. MRI-apparatuur maakt gebruik van sterke elektromagnetische velden met verschillende frequenties. Bij het gebruik van MRI-apparatuur voor het scannen van patiënten is het niet altijd mogelijk om te voorkomen dat werknemers worden blootgesteld aan elektromagnetische velden die sterker zijn dan de grenswaarden. Vanwege het medische belang bepaalt Artikel 6.120 van het Arbeidsomstandighedenbesluit dat overschrijding van de grenswaarden is toegestaan als die verband houdt met het onderzoeken en ontwikkelen, het installeren en testen en het onderhouden van MRI-apparatuur, dan wel met het gebruik van MRI-apparatuur ten behoeve van de volksgezondheid. Voor het mogen overschrijden van grenswaarden moet wel aan een aantal voorwaarden worden voldaan, waaronder een rechtvaardiging, het toepassen van alle technische of organisatorische maatregelen volgens de stand der techniek en het aantonen dat de werknemers onverminderd beschermd zijn tegen schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's. Een nadere omschrijving van de risico's en mogelijke beschermingsmaatregelen bij MRI is te vinden in de Europese gids (zie Bijlage 2).

Alle andere bepalingen van het Arbeidsomstandighedenbesluit zijn onverminderd van toepassing op MRI-personeel. Het toestaan van overschrijding van de grenswaarden onder voorwaarden geldt alleen voor het gebruik MRI ten behoeve van de volksgezondheid. Bij het gebruik van MRI buiten de gezondheidszorg (bijvoorbeeld in de diergeneeskunde en voor fundamenteel wetenschappelijk onderzoek) en elektromagnetische velden van andere bronnen dan MRI in de gezondheidszorg mogen de grenswaarden niet worden overschreden. Voorbeelden van dergelijke bronnen zijn transcraniële magneetstimulatie, diathermie, hyperthermie en elektrochirurgie.

### 8.2 Strijdkrachten

Bij de strijdkrachten (Landmacht, Luchtmacht, Marine en Marechaussee) kunnen bronnen van sterke elektromagnetische velden worden gebruikt. Voorbeelden van dergelijke bronnen zijn radarinstallaties en radiozenders. Het is voor defensiepersoneel niet altijd mogelijk om hun normale taken uit te voeren en zich tegelijkertijd te houden aan de grenswaarden voor elektromagnetische velden. Het Arbeidsomstandighedenbesluit bepaalt daarom dat voor werknemers in operationele installaties of betrokken bij militaire activiteiten mag worden afgeweken van de de grenswaarden in de richtlijn, mits een gelijkwaardig of meer specifiek beschermingssysteem wordt toegepast en schadelijke gezondheidseffecten en veiligheidsrisico's worden voorkomen<sup>12</sup>. Een voorbeeld van een gelijkwaardig beschermingssysteem is dat van de Noord-Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO).

<sup>12</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 1, Afdeling 7, Artikel 1.30.

Overigens is Hoofdstuk 6 van het besluit, waaronder Afdeling 4b (Elektromagnetische velden) valt, niet van toepassing tijdens, direct voor en direct na oefeningen. Daarnaast is Hoofdstuk 6 niet van toepassing ten aanzien van militaire vaartuigen, militaire luchtvaartuigen, bemande wapensystemen en eenheden met gereedstelling voor zover dat nodig is voor de bouw, constructie, inrichting ervan, indien de oorlogsschepen varen en militaire luchtvaartuigen en bemande wapensystemen als zodanig in gebruik zijn of voor zover de operationele taakuitvoering van deze vaartuigen, wapensystemen of eenheden erdoor wordt belemmerd.

### 8.3 Bijzondere omstandigheden

De Arbeidsomstandighedenwet bevat mogelijkheden voor het aanvragen van vrijstelling of ontheffing van specifieke voorschriften. Een vrijstelling met betrekking tot categorieën van bedrijven, inrichtingen of arbeidsverhoudingen kan alleen worden verleend door de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Een ontheffing met betrekking tot een individueel bedrijf of inrichting kan alleen worden verleend door een daartoe aangewezen ambtenaar, in eerste instantie de Inspectie SZW. Het Arbeidsomstandighedenbesluit stelt nadere beperkingen aan het verlenen van vrijstelling of ontheffing van de specifieke voorschriften over elektromagnetische velden<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Hoofdstuk 9, Afdeling 3, Artikel 9.17c.

# Bijlage 1 Limieten in de richtlijn

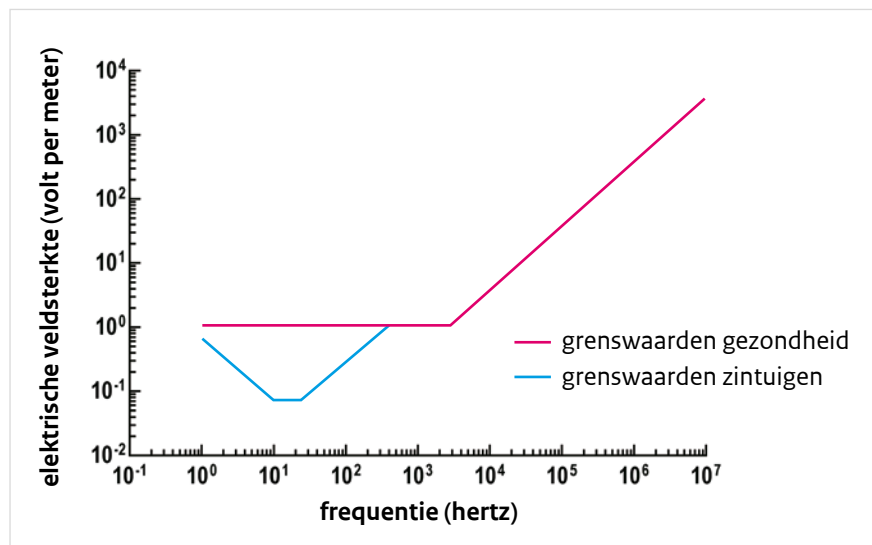
Deze bijlage is bedoeld als beknopt hulpmiddel bij het interpreteren van de bijlagen van de richtlijn, waarnaar het Arbeidsomstandighedenbesluit verwijst. Dat betekent dat deze bijlage samen met de tekst in de richtlijn gebruikt moet worden. De bijlagen van de richtlijn bevatten meer informatie dan hier besproken wordt. Een meer gedetailleerde uitleg over de bijlagen in de richtlijn en het toepassen van de limieten daarin is te vinden in de Europese gids (zie Bijlage 2).

In de richtlijn worden met de effecten op de zintuigen en effecten op de gezondheid de wetenschappelijk bewezen effecten op korte termijn bedoeld, die worden veroorzaakt door het opwekken van elektrische velden en absorptie van energie in het menselijk lichaam. Volgens de systematiek van de richtlijn worden deze effecten op de zintuigen of op de gezondheid voorkomen als de blootstelling van werknemers lager is dan de zogenaamde grenswaarden voor blootstelling. Naast deze grenswaarden zijn er actieniveaus gedefinieerd voor rechtstreeks meetbare grootheden, te weten elektrische veldsterkte (symbool E), magnetische fluxdichtheid (symbool B), equivalente vermogensdichtheid (symbool S) en contactstroom of extremitestroom (symbool I). Naleving van de actieniveaus waarborgt dat de grenswaarden niet worden overschreden. Omgekeerd betekent overschrijding van de actieniveaus niet automatisch dat ook de grenswaarden worden overschreden.

## Grenswaarden voor blootstelling

Welke grenswaarden er van toepassing zijn, hangt af van de frequenties van de elektromagnetische velden. Voor frequenties van 0 hertz tot 10 megahertz zijn de grenswaarden voor blootstelling (verder genoemd 'grenswaarden') afgeleid uit de drempelwaarden voor effecten op de zintuigen en op het zenuwstelsel (Bijlage II van de richtlijn). Deze grenswaarden zijn gesteld in termen van sterkte van de elektrische velden die in het lichaam opgewekt worden door magnetische velden buiten het lichaam. De grenswaarden voor effecten op de zintuigen dienen ter voorkoming van effecten op het netvlies (het zien van 'lichtflitsen' of fosfenen) en het evenwichtsorgaan (duizeligheid, misselijkheid of verlies van evenwicht). Deze effecten treden vooral op bij frequenties tot 400 hertz. De hogere grenswaarden voor effecten op de gezondheid dienen ter voorkoming van prikkeling van zenuwen of spieren, die met tintelingen, pijn of spiertrekkingen gepaard kunnen gaan. Het verband tussen de grenswaarden voor blootstelling en de frequentie van de velden is grafisch weergegeven in Figuur 2, die is afgeleid uit Tabel A2 en Tabel A3 in Bijlage II van de richtlijn. Daarnaast zijn er aparte grenswaarden voor velden met frequenties van 0 tot 1 hertz, waaronder statische magnetische velden (Tabel A1 in Bijlage II van de richtlijn).

Figuur 2: Grenswaarden voor de elektrische veldsterkte in het lichaam.



Voor elektromagnetische velden met frequenties van 100 megahertz tot 300 gigahertz zijn er grenswaarden voor effecten op de gezondheid, die dienen ter voorkoming van overmatige opwarming van het lichaam of delen daarvan (Bijlage III van de richtlijn). Voor frequenties van 100 megahertz tot 6 gigahertz zijn deze grenswaarden gesteld in termen van de energie die per tijdseenheid in het lichaam wordt geabsorbeerd, het specifieke absorptietempo (SAT). Het plaatselijke SAT voor hoofd, romp en extremiteiten wordt gemiddeld over 10 gram aaneengesloten weefsel. Voor frequenties van 6 tot 300 gigahertz zijn de grenswaarden gesteld in termen van de vermogensdichtheid. In dit frequentiegebied vindt energieafzetting vooral plaats aan het oppervlak van het lichaam. De grenswaarden voor SAT en vermogensdichtheid zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Grenswaarden voor effecten op de gezondheid door blootstelling aan elektromagnetische velden met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz (bron: Tabel A1 en A2 in Bijlage III van de richtlijn).

frequentiegebied	SAT hele lichaam (W/kg)	SAT hoofd en romp (W/kg)	SAT extremiteiten (W/kg)	vermogensdichtheid (W/m <sup>2</sup> )
100 kHz – 6 GHz	0,4	10	20	-
6 GHz – 300 GHz	-	-	-	50

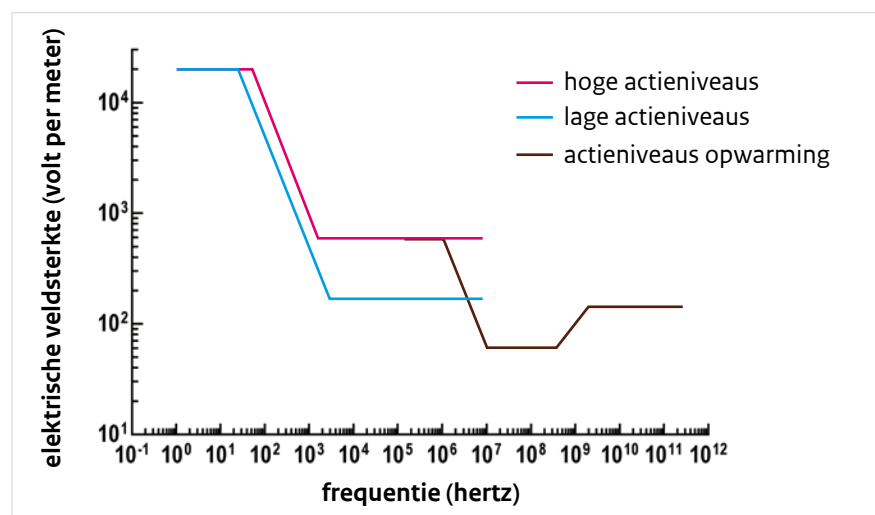
Bijlage III bevat ook een tabel met grenswaarden voor het vermijden van effecten op het gehoor door gepulseerde microgolven (Tabel A2). In de officiële Nederlandse versie van de richtlijn bevat de titel van deze tabel een vertaalfout. De juiste titel moet luiden: “GWB voor effecten op de zintuigen als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden van 0,3 t/m 6 GHz” (niet: “GWB voor effecten op de gezondheid ...”).



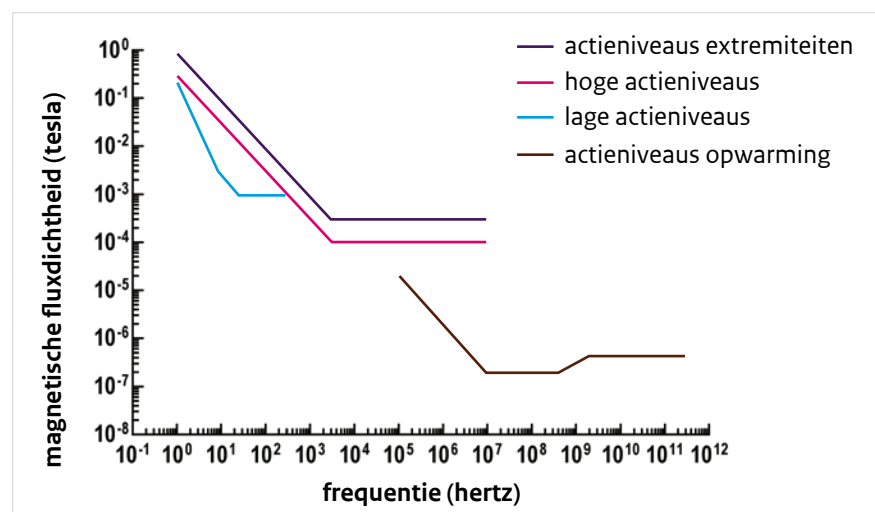
## Actieniveaus

Uit de grenswaarden voor blootstelling zijn in de richtlijn actieniveaus afgeleid in termen van de elektrische veldsterkte en de magnetische fluxdichtheid buiten het lichaam, die gemakkelijker te meten zijn (grafisch weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4). Voor velden met frequenties tussen 6 en 300 gigahertz zijn er daarnaast actieniveaus voor de equivalente vermogensdichtheid (Tabel B1 in Bijlage III van de richtlijn). Voor frequenties tussen 100 kilohertz en 10 gigahertz dienen de gemeten waarden te worden gemiddeld over een periode van zes minuten (voor de elektrische veldsterkte en magnetische fluxdichtheid dienen de gemeten waarden eerst te worden gekwadeerd en dan pas gemiddeld). Voor frequenties tussen 10 gigahertz en 300 gigahertz worden de gemeten waarden gemiddeld over een periode korter dan zes minuten die afhangt van de frequentie. Meer informatie over de middelingregels is te vinden in de bijlagen van de richtlijn en de aanbevelingen van ICNIRP uit 1998 (zie Bijlage 2).

Figuur 3: Actieniveaus voor de elektrische veldsterkte in de werkomgeving in Bijlagen II en III van de richtlijn.



Figuur 4: Actieniveaus voor de magnetische fluxdichtheid in de werkomgeving in Bijlagen II en III van de richtlijn.



N.B. Tabel B2 in Bijlage II van de richtlijn met actieniveaus voor magnetische fluxdichtheid in de officiële Nederlandse versie van de richtlijn bevat een vertaalfout. De titel boven de rechter kolom moet luiden: “Magnetische fluxdichtheid AN voor blootstelling van ledematen aan een plaatselijk magnetisch veld [ $\mu\text{T}$ ] (RMS)” (niet: “Magnetische fluxdichtheid lage AN ...”).

Als de actieniveaus niet worden overschreden, kan men ervan uitgaan dat de bijbehorende grenswaarden ook niet worden overschreden. Als de actieniveaus wel worden overschreden, kan men maatregelen nemen om de blootstelling te verminderen of door berekeningen aantonen dat de grenswaarden niet worden overschreden.

Voor de magnetische fluxdichtheid van velden met frequenties van 1 hertz tot 10 megahertz wordt onderscheid gemaakt tussen lage actieniveaus, hoge actieniveaus en actieniveaus voor de ledematen. De lage actieniveaus zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten op de zintuigen. De hoge actieniveaus zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten op de gezondheid, uitgaande van blootstelling van het hele lichaam, het hoofd of de romp. De actieniveaus voor blootstelling van de extremiteiten (ledematen) zijn hoger (minder streng) dan de hoge actieniveaus, omdat door hun kleinere diameter minder sterke inwendige elektrische velden worden opgewekt. Zij kunnen bijvoorbeeld worden toegepast als alleen de armen worden blootgesteld aan sterke elektromagnetische velden, zoals bij puntlassen.

Voor de elektrische veldsterkte van velden met frequenties van 1 hertz tot 10 megahertz wordt onderscheid gemaakt tussen lage actieniveaus en hoge actieniveaus. Als de elektrische veldsterkte onder de lage actieniveaus blijft, is niet alleen de inwendige elektrische veldsterkte lager dan de grenswaarden, maar wordt ook het risico op vonkontladingen beperkt. Als de elektrische veldsterkte de lage actieniveaus overschrijdt maar onder de hoge actieniveaus blijft, is de inwendige elektrische veldsterkte nog steeds lager dan de grenswaarden, maar moeten ter voorkoming van vonkontladingen specifieke beschermingsmaatregelen worden genomen, zoals opleiding, aarding van metalen voorwerpen, potentiaalvereffening, of gebruik van isolerende schoenen, handschoenen of kleding<sup>14</sup>.

In het frequentiegebied van 100 kilohertz tot 10 megahertz overlappen de actieniveaus gebaseerd op elektrische prikkeling met de actieniveaus gebaseerd op opwarming en moeten gemeten waarden met beide soorten actieniveaus worden vergeleken (zie Figuur 3 en Figuur 4). Daarbij geldt uiteraard: als de actieniveaus met de laagste (strengste) waarden niet worden overschreden, worden de actieniveaus met de hogere waarden ook niet overschreden.

De bijlagen van de richtlijn bevatten aparte actieniveaus ter voorkoming van risico's door indirecte effecten in aanwezigheid van elektromagnetische velden. Ten eerste zijn er voor frequenties van 0 tot 110 megahertz actieniveaus voor contactstromen, die kunnen ontstaan door het aanraken van metalen voorwerpen die door de velden elektrisch zijn opgeladen (Tabel B3 in Bijlage II; Tabel B2 in Bijlage III). Voor frequenties van 10 tot 110 megahertz is er ook nog een actieniveau voor stromen in de extremiteiten (ledematen). Dit is nodig omdat in dit frequentiegebied de actieniveaus voor elektrische veldsterkte en magnetische fluxdichtheid niet garanderen dat het lokale SAT in de polsen en enkels lager is dan de grenswaarden (Tabel B2 in Bijlage III). Ten tweede zijn er actieniveaus voor statische magnetische velden ter voorkoming van interferentie met actieve medische toestellen en projectielwerking van metalen voorwerpen (Tabel B4 in Bijlage II).

<sup>14</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 6.12l, zevende lid.

## Blootstelling aan meerdere frequenties of bronnen tegelijk

Niet alle bronnen in de werkomgeving produceren elektromagnetische velden met één frequentie. De velden kunnen een complexe samenstelling van meerdere frequenties hebben. Soms worden ze niet continu uitgezonden, maar met onderbrekingen (gepulseerd). Het is ook mogelijk dat werknemers in de werkomgeving worden blootgesteld aan elektromagnetische velden van meerdere bronnen tegelijk. Een voorbeeld is de gelijktijdige blootstelling aan velden van lasapparatuur en inductieverhitters bij metaalbewerking. In dat geval moeten de bijdragen aan de blootstelling op een bepaalde manier bij elkaar worden opgeteld voordat die opgetelde blootstelling vergeleken wordt met de limieten in de richtlijn. Meer uitleg over het beoordelen van complexe blootstellingssituaties is te vinden in de Europese gids. Meer informatie over het meten van elektromagnetische velden is te vinden in de brochure 'Aandachtspunten bij metingen aan elektromagnetische velden in arbeidssituaties' van het RIVM (zie Bijlage 2 van deze gids).

# Bijlage 2 Bronnen van uitgebreidere informatie

De taal van deze informatiebronnen is het Nederlands, tenzij anders vermeld.

## A. Basisdocumenten

*Nederlandse wetsteksten:* de meest recente versie van de Nederlandse wet- en regelgeving is te vinden op de website <http://wetten.overheid.nl/zoeken/> door invullen in de titel van 'Arbeidsomstandighedenwet', 'Arbeidsomstandighedenbesluit' of 'Arbeidsomstandighedenregeling'

*De richtlijn:* de meest recente tekst van de richtlijn met de bijlagen over blootstellingslimieten is te vinden op de website voor Europese wetgeving: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32013L0035>

*De Europese gids:* de twee delen van de niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2013/35/EU "Elektromagnetische velden" zijn te vinden op de website van de Europese Commissie:

<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14741&langId=nl>  
<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14742&langId=nl>

*De Europese aanbeveling* met limieten ter bescherming van de algemene bevolking tegen de risico's van elektromagnetische velden: te vinden op de website voor Europese wetgeving:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:31999H0519>

*Website van ICNIRP* met achtergrondinformatie en links naar de richtsnoeren voor statische, laagfrequente en radiofrequente velden (Engels):

<http://www.icnirp.org/>

## B. Informatieve websites

*Arboportaal*, zoeken naar relevante webpagina's en brochures met de zoekterm 'elektromagnetische', bevat ook links naar arbocatalogi (let op: deze moeten zijn afgestemd op het Arbeidsomstandighedenbesluit dat geldt na 1-7-2016):

<http://www.arboportaal.nl/>

*Antennebureau*, informatie over risico's van elektromagnetische velden bij antennes:

<http://www.antennebureau.nl/>

*Kennisplatform ElektroMagnetische Velden*, informatie over risico's van en maatschappelijke discussies over elektromagnetische velden:

<http://www.kennisplatform.nl/>

*Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)* geeft informatie over onderzoek naar risico's van elektromagnetische velden:

[http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische\\_Velden](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische_Velden)

*European Agency for Safety and Health at Work*, zoeken naar relevante webpagina's en brochures met de zoekterm 'electromagnetic' (Engels):

<https://osha.europa.eu/>

*International Labor Organization (ILO)*, zoeken naar relevante handleidingen en rapporten met de zoekterm 'electromagnetic' (Engels):

<http://www.ilo.org/>

#### **D. Webtools voor de RI&E**

Webtools zijn beschikbaar in het Nederlands, tenzij anders vermeld

Steunpunt RI&E, Algemene hulp bij RI&E en specifieke tools per branche (let op: moet zijn afgestemd op het Arbeidsomstandighedenbesluit dat geldt na 1-7-2016):

<http://www.rie.nl/>

Algemene RI&E-tool:

<http://www.oiraproject.eu/>

RI&E-tool voor diëlektrisch verwarmen en sealen (Engels):

[http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS\\_107796/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_107796/lang--en/index.htm)

RI&E-tool voor elektromagnetische velden bij lassen, inductieverhitting met open spoelen en niet-destructief magnetisch onderzoek:

<http://www.emfweld.eu/>

RI&E-tool voor MRI:

<http://www.dokterhoe.nl/onderwerp/15/mri>

RI&E-tool voor elektromagnetische velden bij zendinstallaties:

<http://www.monet-info.nl/gezondheid-en-omgeving/veilig-werken>

Belgische tool, elektromagnetische velden in arbeidssituaties (Engels)

<http://www.wica.intec.ugent.be/exposure-tool/prevention>

Oostenrijkse tool, elektromagnetische velden in arbeidssituaties (Duits)

<https://www.eval.at/emes/emesstart.aspx>

NEN (Stichting Nederlands Normalisatie-instituut), zoeken naar normen met als zoekterm 'elektromagnetische' (let op: normen die dateren van voor 1 juli 2013 zijn niet afgestemd op de richtlijn en de bepalingen in het Arbeidsomstandighedenbesluit):

<https://www.nen.nl/>

#### **E. Brochures over specifieke onderwerpen of toepassingen**

Brochure 'Aandachtspunten bij metingen aan elektromagnetische velden in arbeidssituaties' van het RIVM:

[http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische\\_Velden](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische_Velden)

Brochures van het RIVM over elektromagnetische velden bij inductieverwarming, lassen en zendinstallaties:

[http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische\\_Velden](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Elektromagnetische_Velden)

# Bijlage 3 Verbods-, waarschuwings- en gebodsborden





Deze bijlage geeft een overzicht van officiële waarschuwingsborden die gebruikt kunnen worden bij directe en indirecte risico's van elektromagnetische velden in arbeidssituaties. De met [\*] gemarkeerde borden dienen in de daarbij vermelde situatie te worden gebruikt volgens Bijlage XVIII van de Arbeidsomstandigheden-regeling. De overige borden worden niet genoemd in de Arbeidsomstandigheden-regeling, maar wel in de norm NEN-EN-ISO 7010:2012. Een overzicht van alle beschikbare borden is in deze norm te vinden.

Digitale figuren van de borden zijn te vinden op: [http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:ISO\\_7010\\_safety\\_signs\\_%28vector\\_drawings%29](http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:ISO_7010_safety_signs_%28vector_drawings%29)

## A. Verbodsborden

			
* verboden voor voetgangers	geen toegang met pacemaker of defibrillator	verboden metalen voorwerpen of uurwerken mee te nemen	* niet aanraken
			
mobiele telefoons niet toegestaan	geen toegang met metalen implantaten	niet betreden	niet aanzetten

## B. Waarschuwingsborden

			
* gevaar (algemeen)	* niet-ioniserende straling	* belangrijk magnetisch veld	* brandbare of ontvlambare stoffen

## C. Gebodsborden

			
afscherming met aarde verbinden	* veiligheidsschoenen verplicht	* veiligheidshandschoenen verplicht	voor onderhoud stroom uitschakelen





Deze gids is een uitgave van:

**Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid**

Postbus 90801

2509 LV Den Haag

[www.rijksoverheid.nl/ministeries/](http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/)

[ministerie-van-sociale-zaken-en-werkgelegenheid](http://ministerie-van-sociale-zaken-en-werkgelegenheid)

**Auteurs**

Dr. R. Stam

Dr. J.F.B. Bolte

Dr. M.J.M. Pruppers

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven