

Elektromagnetische straling

Albert Keverling Buisman
Guus Hoorenman
Eric van Rongen
Gerard Kars

17 januari 2008

1. Inhoudsopgave

1. Beschrijving van de risicofactor	3
1.1 Beschrijving risico's	3
1.2 Omvang problematiek	5
2. Relevante werksituatie	6
2.1 Relevante branches	6
2.2 Relevante beroepen	6
3. Inventarisatie- en evaluatie	7
3.1 Risico-inventarisatie	7
3.2 Meten	9
3.3 Blootstellingsmeting.....	9
3.4 Effectmeting	9
4. Wetgeving	10
4.1 Arbowet.....	10
4.2 Arbobesluit	10
4.3 Arboregeling	10
4.4 Overige nationale wetgeving	10
4.5 Europese wetgeving	11
5. Beleid	13
5.1 Arboconvenanten.....	13
5.2 CAO-afspraken	13
5.3 Brancheafspraken	13
5.4 Standaardisatie	13
6. Beheersmaatregelen	13
6.1 Arbeidshygiënische strategie	13
6.2 Bronmaatregelen.....	14
6.3 Organisatorische maatregelen	15
6.4 Technische maatregelen	15
6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen	16
7. Medisch onderzoek	16
7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten	16
7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding.....	16
7.3 Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring	16
7.4 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek	17
8. Werkgeversverplichtingen	17
9. Werknemersverplichtingen	17
10. Werknemersrechten	18
10.1 Rechten individuele werknemers	18
10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan.....	18
11. Praktijkverhalen	18
12. Referenties	19
13. Referentie auteurs	19
14. Peer review	19

1. Beschrijving van de risicofactor

1.1 Beschrijving risico's

Het elektromagnetische spectrum omvat een groot frequentiegebied. De effecten van elektromagnetische velden zijn sterk afhankelijk van de frequentie. In dit dossier worden alleen de frequenties tot 300 GHz behandeld. Hogere frequenties omvatten optische straling (300 GHz tot 3 PHz, infrarood, zichtbaar licht, ultraviolet) en ioniserende straling (> 3 PHz, röntgenstraling, gammastraling). Voor de arbo-aspecten van deze stralingssoorten wordt ook verwezen naar het dossier [ioniserende straling](#).

Frequentiegebieden

Binnen het frequentiegebied van 0-300 GHz kunnen we voor praktische doeleinden drie groepen onderscheiden: statische velden (0 Hz), extreem laagfrequente (ELF) velden (0-300 Hz) en radiofrequente (RF) velden (300 Hz-300 GHz).

Velden en straling

Omdat de termen 'straling' en 'velden' soms door elkaar gebruikt worden, is het van belang daarin onderscheid aan te brengen. De term 'veld' is een algemeen begrip; onder bepaalde omstandigheden kunnen velden als 'straling' worden beschouwd.

Elektrisch veld

Een elektrische lading veroorzaakt een elektrisch veld. Een andere elektrische lading in dit veld ondervindt hierdoor een kracht, de Coulombkracht, die afhankelijk is van de grootte en het teken van de lading. De elektrische veldsterkte E wordt uitgedrukt in volt per meter (V/m).

Binnen een geleidend materiaal kunnen de elektrische ladingen vrijelijk bewegen. Als er binnen een geleider een elektrisch veld heerst, dan bewegen de ladingen zich zodanig totdat er geen kracht meer op wordt uitgeoefend. Hiermee wordt het elektrische veld gecompenseerd, zodat er binnen een geleidend materiaal geen elektrisch veld over blijft (kooi van Faraday). Dit is van direct belang voor een mogelijk biologische effect van elektrische velden, aangezien het menselijk lichaam een vrij goede geleider is. In het menselijk lichaam geïnduceerde elektrische velden bevinden zich daarom alleen op de huid.

Magnetisch veld

Een magnetisch veld ontstaat door een *bewegende* elektrische lading, dus door elektrische stroom. Een andere bewegende lading in dit veld ondervindt hierdoor een kracht, de Lorentzkracht. Bij constante stroomsterkte is het magnetische veld ook constant (statisch). Bij een wisselende stroom hoort een wisselend magnetisch veld. De magnetische veldsterkte H wordt uitgedrukt in ampère per meter (A/m). Meestal wordt echter de magnetische fluxdichtheid B opgegeven in tesla (T) of microtesla (μ T). Voor de meeste materialen (waaronder biologische weefsels) is er een vaste verhouding tussen de magnetische fluxdichtheid B en de magnetische veldsterkte H : $B \approx 1,26 H$. In tegenstelling tot elektrische velden worden magnetische velden nauwelijks beïnvloed door het menselijk lichaam: de magnetische fluxdichtheid in het lichaam is vrijwel even groot als buiten het lichaam.

Straling

Over straling wordt gesproken wanneer, ruwweg, de afstand tot de bron van het elektromagnetische verschijnsel groter is dan de golflengte. Er vindt onder die omstandigheden vanaf de bron transport van energie plaats. Een blootgesteld object bevindt zich dan in het 'verre veld'. Voor afstanden tot de bron die kleiner zijn dan de golflengte is er geen sprake van energietransport en dus ook niet van straling en kan alleen het begrip 'veld' worden gebruikt. Blootgestelde objecten bevinden zich dan in het 'nabije veld'.

Dit onderscheid is van belang bij het opstellen van een RI&E voor blootstelling aan elektromagnetische velden. In het nabije veld is er geen constant verband tussen de sterkte van het elektrische veld en dat van het magnetische veld en zijn de velden niet homogeen. Over korte afstanden kunnen er grote verschillen in veldsterkte zijn. Zowel de elektrische als de magnetische veldsterkte moeten dan worden bepaald. In het verre veld staan de elektrische en magnetische component in een vaste verhouding tot elkaar en spreken we van een elektromagnetisch veld. Het is dan voldoende om een van beide componenten te bepalen - meestal is dat de elektrische veldsterkte.

Biologische effecten algemeen

Twee effecten van elektromagnetische velden zijn van belang in het menselijk lichaam:

- Inductie van elektrische stromen
- Opwarming.

Elektrische stromen in het lichaam

De werking van het zenuwstelsel is deels gebaseerd op het doorgeven van elektrische ladingen. De werking van het zenuwstelsel kan worden verstoord als er in het lichaam elektrische stromen worden opgewekt. Dat kan door een uitwendig elektrisch of magnetisch veld. Dit heet een *direct* effect. Er kan echter ook een elektrische stroom gaan lopen via direct contact tussen het lichaam en een stroomvoerende geleider. Dit verschijnsel (contactstroom) en de effecten daarvan worden besproken in het dossier [elektrische veiligheid](#). In een elektromagnetisch veld kan een (niet-geaarde) geleider wordt opgeladen. Bij aanraking van dit voorwerp ontstaat gedurende korte tijd een ontladingsstroom, die als prikkeling wordt waargenomen. In dit dossier wordt dit effect als *indirect* effect aangeduid.

Opwarming

Bij hogere frequenties (> 100 kHz) is de opwekking van warmte in het lichaam van belang. Tussen 100 kHz en 10 MHz is zowel opwarming als inductie van stroompjes van belang. Boven 10 MHz is opwarming het meest relevante biologische effect. Is de frequentie nog een factor 1000 groter (> 10 GHz) dan kan het elektromagnetische veld niet meer doordringen in het lichaam. Voor deze frequenties is alleen opwarming van de huid het relevante biologische effect. Als blootstellingsparameter wordt dan gebruikt de vermogensdichtheid van het elektromagnetische veld in W/m^2 . De opwarming dieper in het lichaam is afhankelijk van de absorptie van elektromagnetische energie per massa-eenheid, uitgedrukt in W/kg . De grootte wordt aangeduid als Specific Absorption Rate (SAR). Opwarming van lichaamsdelen tot temperaturen boven $41\text{ }^{\circ}C$ kan niet afdoende worden gecompenseerd en leidt tot onomkeerbare schade aan eiwitten.

Effecten op lange termijn

Er zijn vele onderzoeken verricht naar de mogelijke effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden van uiteenlopende frequenties. Vooral bij de frequentie van het elektriciteitsnet, 50 Hz in Europa en 60 Hz in Noord-Amerika, is veel werk verzet. Er zijn hierbij aanwijzingen gevonden dat er een associatie is tussen blootstelling aan ELF magnetische velden en leukemie bij kinderen. Voor volwassenen is dit effect niet gevonden. Daarom zijn er momenteel op deze grond geen beperkingen opgelegd aan werk waarbij blootstelling aan elektromagnetische velden plaatsvindt. Alle beperkingen zijn gebaseerd op korte-termijn-effecten: stroominductie en opwarming.

Statisch elektrisch veld

In het lichaam is geen statisch elektrisch veld mogelijk vanwege de goede geleidbaarheid van lichaamsmateriaal. Bij blootstelling aan een statisch elektrisch veld vindt er alleen verplaatsing van elektrische lading op het lichaamsoppervlak plaats. Dit kan leiden tot bewegingen van haren, die verder niet schadelijk zijn. Is het spanningsverschil tussen het lichaam en de omgeving voldoende groot dan treedt er bij aanraking van een geleider een vonkontlading op. Dit levert schrikreacties, maar is verder niet gevaarlijk voor de gezondheid. Er zijn daarom geen grenzen gesteld aan de grootte van de statische elektrische veldsterkte.

Statisch magnetisch veld

Anders dan het elektrische veld kan in het lichaam een statisch magnetisch veld heersen. Door magnetische inductie ontstaan in bewegende delen van het lichaam (bloedsomloop) elektrische stroompjes. Hetzelfde treedt op als een organisme als geheel zich in het statische magnetische veld beweegt. Zo rapporteren sommige mensen die zich, bijvoorbeeld bij MRI-apparatuur, in velden van 2 T of hoger bewegen misselijkheid, duizeligheid en hoofdpijn. Om deze effecten te voorkomen zijn er beperkingen gesteld aan de blootstelling aan statisch magnetische velden.

Laagfrequente velden (ELF)

Voor elektromagnetische velden tot zo'n 100 Hz kan er door stroompjes stimulatie van het netvlies optreden. De betrokkene ervaart hierbij lichtvlekken of lichtflitsen, die fosfenen worden genoemd en die van voorbijgaande aard zijn. Er zijn verder geen directe effecten op de gezondheid, maar de eventuele schrikreacties kunnen een risico vormen.

Daarnaast is stimulatie van spieren en zenuwen van belang. Als dit in het hart optreedt, kan dit levensbedreigend zijn.

Hoogfrequente velden (RF)

Bij frequenties groter dan 100 kHz is opwarming van lichaamsdelen een belangrijk effect. Omdat het ruwweg een half uur duurt voordat er evenwicht is tussen de opgewekte opwarming en de toename van de temperatuur, geeft kortdurende blootstelling minder opwarming. Uit dierexperimenten en uit proeven met vrijwilligers blijkt dat een SAR van 4 W/kg gedurende 20-30 minuten leidt tot een opwarming van 0,1-0,5 °C. Een dergelijke opwarming kan eenvoudig worden verwerkt door het lichaam. In het dagelijks leven verwerkt een gezond mens zonder problemen een warmtebelasting van 1-10 W/kg zoals door de stofwisseling of door spieractiviteit wordt opgewekt. Elektromagnetische velden met een frequentie hoger dan 10 GHz dringen niet diep door, de verwarming van de huid is daar het meest doorslaggevend. Boven 300 GHz volgt in het spectrum van elektromagnetische velden de infrarode straling.

1.2 Omvang problematiek

Er is vrijwel geen bedrijfstak te noemen waarin geen blootstelling aan elektromagnetische velden plaats vindt. Daarom is er een indeling gemaakt gebaseerd op de mate van blootstelling.

Werkomgevingen en werknemersaantallen

Het aantal bedrijven en werkomgevingen waarin medewerkers blootgesteld kunnen worden aan elektromagnetische velden is bijeengebracht in bijgaande tabel, overgenomen uit [Elektromagnetische velden in arbeidssituaties](#). Voor enkele toepassingen is alleen het aantal werknemers in de betrokken branche aangegeven.

	Cat*.	Aantal bedrijven	Aantal werk-omgevingen	Aantal werknemers
Onderzoekstoepassingen	IIa/b	1000	3	
Installatie en onderhoud	IIb			60.000
Diëlektrische verwarmers	IIb	300	3	
Elektriciteitsproductie en –distributie, centrale	IIb	100	3	
Elektriciteitsproductie en –distributie, luchtspoelen in condensatorbanken	IIb	10	1	
Elektrochemische processen, stroomtoevoer	IIb	30	10	
Elektrochemische processen, elektrolysehal	IIb	30	3	
Inductieverwarming, open spoelen	IIb	1000	1	
Inductieverwarming, grotere ovens	IIb	300	10	
Lassen, booglassen, kabel	IIb			35.000
Medische toepassingen, MRI	IIb	100	1	
Medische toepassingen, diathermie	IIb			5.000
Zendinstallaties, Kleine omroepzenders	IIb	30	10	
Zendinstallaties, radarsystemen, lucht/waterverkeer	IIb	10	20	
Niet-destructief onderzoek, hand yokes	IIb	4	250	
Niet-destructief onderzoek, testbanken	IIb	40	5	
Installatie en onderhoud, troubleshooting	III	1000	1	
Elektrochemische processen, gelijkrichters	III	30	3	
Inductieverwarming, kleinere smeltovens	III	300	1	
Puntlassen, inductielassen, half-automatisch	III	1000	3	
Medische toepassingen, MRI-interventie	III	100	1	
Grotere omroepzenders	III	2	50	

*De categorie-indeling is gebaseerd op het risico en de te nemen maatregelen:

Cat I Geen overschrijding van actiewaarden

Cat IIa Overschrijding van actiewaarden mogelijk, afstand houden

Cat IIb Overschrijding van actiewaarden mogelijk, technische beheersmaatregelen

Cat III Overschrijding van actiewaarden waarschijnlijk, uitgebreide beheersmaatregelen

Actiewaarden zijn getalwaarden van meetbare grootheden. Zijn de meetwaarden kleiner dan de actiewaarden dan worden geen blootstellingslimieten overschreden.

2. Relevante werksituaties

2.1 Relevante branches

Er is vrijwel geen bedrijfstak te noemen waarin geen elektromagnetische velden voorkomen. De branches waarin aandacht voor blootstelling aan elektromagnetische velden nodig is, staan hieronder.

- Universiteiten, onderzoekinstellingen
- Bedrijven voor installatie en onderhoud van elektrische apparatuur
- Bedrijven met diëlektrische, inductie- en microgolfverwarmers
- Elektriciteitsproductie en –distributiebedrijven
- Elektrochemische bedrijven
- Lasbedrijven: elektrisch lassen, booglassen, puntlassen, inductielassen
- Zendinstallaties, radarsystemen, lucht/waterverkeer
- Medische toepassingen: MRI, diathermie, elektrochirurgie
- Bedrijven voor niet-destructief onderzoek.

Er zijn ook bedrijven waarbij alleen bij afwijkende omstandigheden enige aandacht nodig is (apparatuur van categorie I). Afwijkende omstandigheden kunnen zich onder meer voordoen bij personeel of bezoekers met medische implantaten.

- Detailhandel: anti-diefstalpoortjes
- Beveiliging: metaaldetectoren.

2.2 Relevante beroepen

Een overzicht van de branches waarin aandacht voor blootstelling aan elektromagnetische velden nodig is, is vermeld in paragraaf 2.1.

3. Inventarisatie- en evaluatie

3.1 Risico-inventarisatie

Een beproefde methode om de risico's bij werkzaamheden te beperken is de risico-inventarisatie. Zo'n inventarisatie is in de Arbowet voorgeschreven.

Indeling in categorieën

Voor het uitvoeren van een risico-inventarisatie is het nuttig werkomgevingen in te delen in vier categorieën, zoals aangegeven in Arbo-Informatieblad 39. Onder werkomgeving wordt verstaan de apparatuur op de werkplek in combinatie met de toepassing ervan. In categorie 0 valt alle apparatuur waarvan a-priori mag worden aangenomen dat er bij gebruik ervan geen overschrijding van enige actiewaarde zal plaatsvinden. Dit zijn (verkort weergegeven):

Werkomgevingen categorie 0

Kantooromgeving, alles behalve <i>tape erasers</i>
Handgereedschap met elektrische aandrijving (NEN 60745)
Verplaatsbaar elektrisch gereedschap met motoraandrijving (NEN 61029)
Huishoudelijke en soortgelijke apparaten (NEN 60335)
Elektrische laagspanningsinstallaties Laagspanning < 1000 V Vermogen < 200 kVA Op 60 cm afstand van vermogens < 1000 kVA
Elektromotoren en elektrische pompen < 200 kVA of op 60 cm van 1000 kVA
Meetinstrumenten, behalve bij niet-destructief magnetisch onderzoek
Mobiele telefoons
Radioapparatuur op batterijen met uitgangsvermogen < 100 mW
Audio- en videoapparatuur
Verlichtingsapparatuur

In categorie I worden alle werkomgevingen ingedeeld waarbij onder normale omstandigheden geen overschrijding van actieniveaus verwacht wordt. Deze werksituaties vereisen geen beheersmaatregelen, tenzij er afwijkende omstandigheden zijn. Hieronder wordt onder meer verstaan interferentie met medische apparatuur, inclusief *pacemakers* en implantaten, en de mogelijkheid tot ontbranding ten gevolge van inductievelden, vonken of contactstroom. Zijn deze omstandigheden er niet dan zijn er geen beheersmaatregelen noodzakelijk.

Werkomgevingen categorie I

Elektrisch handgereedschap, behalve lasapparatuur
Artikel- en persoonsdetectie met laag vermogen, handmetaaldetectoren,
Elektriciteitsproductie en -distributie: onderstations, bovengrondse hoogspanning leidingen, transformatorhuisjes, schakel- en verdeelkasten
Geautomatiseerde inductieverwarming
Geautomatiseerde lassystemen
Medische toepassingen: oppervlakkige hyperthermie, couveuse, fotherapie, draadloze communicatie, verwarming t.b.v. pijnbestrijding of botgroei
Vervoer: railvervoer op gelijkstroom, voertuigen, vaartuigen, vliegtuigen, grote elektromotoren
Zendinstallaties: straalzenders < 1 W, telefoons en portofoons, radarsystemen voor snelheidscontrole, weerradar
Inductiekookplaten in de horeca

In categorie II vallen werkomgevingen waarbij onder normale omstandigheden actiewaarden overschreden kunnen worden. Er is een verdere onderverdeling in categorie IIa en IIb. Voor IIa is een lichte inspanning in de vorm van instructie nodig, bijvoorbeeld afstand houden. Voor Categorie IIb zijn technische beheersmaatregelen nodig.

Werkomgevingen categorie II

Installatie en onderhoud: apparatuur die wordt onderhouden	b
Installatie en onderhoud: apparatuur in de buurt van te onderhouden apparatuur	a/b
Artikel- en persoonsdetectie: poortjes met hoger vermogen, vaste metaaldetectoren	a
Diëlektrische verhitting: plastic sealers, houtverlijmers	b
Elektriciteitsproductie en -distributie: centrale, luchtspoelen in condensatorbanken	b
Elektrochemie: stroomtoevoer (<i>bus bars</i>), elektrolysehal	b
Inductieverwarming: grotere ovens, openspoelen	b
Lassen: booglassen	b
Medische toepassingen: MRI, korte- en microgolftherapie	b
diepe hyperthermie, elektrochirurgie	a
Open magnetron	b
Onderzoek	a/b
Vervoer: railvervoer op wisselstroom, HSL	b
Zendinstallaties: straalzenders, basisstations GSM en UMTS en radarsystemen, TETRA-zenders, WLL-systemen	a
Kleine omroepzenders, amateurzenders, radarsystemen bij lucht en waterverkeer	b
Overig: bandenwissers (<i>tape erasers</i>), radiofrequent- of microgolflverlichting, niet-destructief magnetisch onderzoek	b

Categorie III omvat de zwaardere apparatuur waarbij de actiewaarden vrijwel zeker worden overschreden en waarbij dus uitgebreide beheersmaatregelen noodzakelijk zijn.

Werkomgevingen categorie III

Installatie en onderhoud: <i>trouble shooting</i>
Gelijkrichters bij elektrochemie
Inductieverwarming: smeltovens
Lassen, halfgeautomatiseerd punt- en inductielassen
MRI interventie
Grotere omroepzenders

Vragenlijst

In artikel 5 van de [Arbeidsomstandighedenwet](#) is een risico-inventarisatie voorgeschreven. Een aanzet voor zo'n risico-inventarisatie voor elektromagnetische velden is opgenomen in Arbo-Informatieblad 39. De enigszins aangepaste vragenlijst uit dit document is hierna afgedrukt.

Inventarisatiemodule elektromagnetische velden.

	Vragen	Ja	Nee
0	Kunnen werknemers tijdens hun werkzaamheden in contact komen met apparatuur die (al dan niet bedoeld) elektrische, magnetische of elektromagnetische velden produceert?		
1	Is er een overzicht van deze apparatuur?		
2	Valt alle apparatuur in categorie I?		
3	Is er sprake van normale dwz niet-afwijkende omstandigheden?		
4	Zijn er, waar nodig, beheersmaatregelen genomen en zijn er werkinstructies gegeven?		
5	Is iedereen bekend met de beheersmaatregelen? Is iedereen op de hoogte van lokale blootstellingsituaties?		
6	Is er voorlichting gegeven over elektromagnetische velden en de toepasselijke richtlijn/wet?		
7	Is er een systeem voor controle op de bestaande situatie en voor de inschatting van nieuwe blootstellingsituaties?		

Vraag 0 heeft alleen betrekking op apparatuur uit categorie I, II en III. Apparatuur uit categorie 0 kan worden overgeslagen. Als vraag 0 met nee wordt beantwoord is de inventarisatie compleet. Bij een positief antwoord volgen de overige vragen. Bij vraag 1 volgt de lijst van werkomstandigheden per categorie.

3.2 Meten

Er zijn vele geschikte meetinstrumenten in de handel voor het bepalen van de elektrische veldsterkte of de magnetische fluxdichtheid. Het is nodig vooraf vast te stellen of een breedbandmeetinstrument nuttig is of een frequentiespecifiek meetapparaat. Verder is het zaak de goede meetkop (*probe*) te kiezen. Ook behoort rekening te worden gehouden met het feit dat velden in arbeidssituaties vaak aanzienlijke variaties vertonen in plaats en tijd. Het Europese Comité voor elektrotechnische normalisatie ([CENELEC](#)) werkt aan geharmoniseerde Europese normen voor het meten van elektrische en magnetische velden.

Laagfrequente velden

Er is een groot aantal meetinstrumenten verkrijgbaar voor het frequentiebereik rond 50 Hz. Deze staan vaak bekend als "Gaussmeters". [Gauss is de verouderde eenheid van magnetische fluxdichtheid: 1 milligauss = 0,1 microtesla.] Voor het gebruik ervan is het goed te weten dat het magnetische veld niet alleen een sterkte heeft maar ook een richting. Veel meetkoppen zijn daarom voorzien van drie haaks op elkaar staande ontvang-antennes. Vaak zijn dit soort meter voorzien van een functie waarmee de maximale gemeten waarde bewaard blijft.

Hoogfrequente velden

Voor het meten van hoogradiofrequente elektromagnetische velden zijn instrumenten verkrijgbaar die een gevoeligheid hebben voor een groot frequentiebereik. Vaak zijn zij voorzien van een meetkop die voor alle richtingen even gevoelig is. Het gebruik van deze instrumenten is relatief eenvoudig. Meestal geven dit soort apparaten de elektrische veldsterkte in V/m die voor dit frequentiegebied op voldoende afstand van de bron nauw verbonden is aan de magnetische veldsterkte. Deze meetinstrumenten geven geen informatie over de frequentie van de gedetecteerde straling, zodat het niet mogelijk is een relatie met de actiewaarden te leggen. Hiervoor zijn frequentiespecifieke meetinstrumenten aangewezen.

Deze instrumenten zijn voorzien van een antenne en een spectrum-analysator. De veldsterkte (in V/m) wordt gemeten als functie van de frequentie. Met behulp van deze apparatuur is een vergelijking met de actiewaarden goed mogelijk. Een voorbeeld hiervan is de *spectrum analyser* R&S RFEX van [Rohde & Schwartz](#), uitgerust met een isotropische opnamer en een computer. Dit instrument meet veldsterkte voor frequenties tussen 100 MHz en 6 GHz.

3.3 Blootstellingsmeting

Persoonlijke dosimeters

Voor laagfrequente velden zijn persoonlijke dosimeters in de handel. Deze dosimeters geven een gemiddelde waarde voor de magnetische fluxdichtheid. Bekende merken zijn MW III en EMDEX Lite. Ook voor hoogfrequente velden zijn persoonlijke dosimeters beschikbaar, bijvoorbeeld die van [Antennessa](#). Dergelijke dosimeters meten een aantal van de meest belangrijke frequenties tussen 88 tot 2200 MHz.

3.4 Effectmeting

Biologische effecten die bij blootstelling aan statische magnetische velden kunnen optreden zijn prikkeling van perifere zenuwen en duizeligheid en misselijkheid. Deze effecten worden door de blootgestelde persoon zelf waargenomen.

Bij blootstelling aan laagfrequente velden kunnen fosfenen optreden. Ook deze worden direct door de betrokkene waargenomen, maar alleen bij lage lichtsterkte in de omgeving. Indien prikkeling van zenuwen leidt tot spierbewegingen kunnen deze ook worden waargenomen.

Bij blootstelling aan hoogfrequente velden is opwarming het bepalende biologische effect. Opwarming van de huid (van belang bij frequenties > 10 GHz) geschiedt door directe waarneming. Opwarming van andere lichaamsdelen wordt niet bemerkt door de betrokkene, aangezien er in dieper gelegen organen geen warmtereceptoren aanwezig zijn. Voor de effectmeting is men aangewezen op fantoommodellen.

4. Wetgeving

4.1 Arbowet

De [Arbeidsomstandighedenwet](#) is van toepassing voor wat betreft de algemene voorschriften.

Risico-inventarisatie en -evaluatie

In art. 5 is de risico-inventarisatie en -evaluatie voorgeschreven. Een methode voor de inventarisatie van mogelijke blootstelling aan elektromagnetische velden is aangegeven in paragraaf 1.1.

Andere bepalingen van de Arbowet

Hoewel er geen bepalingen in de Arbowet zijn die speciaal betrekking hebben op elektromagnetische velden, zijn er wel algemene bepalingen van toepassing, zoals voorlichting en instructie, het melden van beroepsziekten, het voorkomen van gevaar voor derden. Voor de werknemer gelden ook algemene verplichtingen, zoals het juiste gebruik van arbeidsmiddelen, het opvolgen van instructie, het medewerken aan georganiseerd onderricht, het ter kennis brengen van gevaarlijke situaties aan de werkgever.

4.2 Arbobesluit

In het arbobesluit is [artikel 6.12](#) opgenomen dat speciaal de blootstelling aan elektromagnetische velden regelt. Het artikel wordt hier in zijn geheel geciteerd.

Artikel 6.12. Toestellen

1. Toestellen die schadelijke, niet-ioniserende elektromagnetische straling kunnen uitzenden bestaan uit deugdelijk materiaal, zijn van een deugdelijke constructie en verkeren in goede staat.
2. De in het eerste lid bedoelde toestellen bevinden zich in een zodanige ruimte en zijn voorts zodanig ingericht, opgesteld of afgeschermd, dat bij het in werking zijn daarvan gezondheidsschade zoveel mogelijk wordt voorkomen
3. Indien bij het in werking zijn van een toestel als bedoeld in het eerste lid, het gevaar van gezondheidsschade ondanks de naleving van de voorschriften, bedoeld in het eerste en tweede lid, niet of niet geheel kan worden voorkomen, worden zodanige maatregelen getroffen, dat gezondheidsschade zoveel mogelijk wordt voorkomen.
4. Indien de in het derde lid bedoelde maatregelen gezondheidsschade niet of niet voldoende kunnen voorkomen worden persoonlijke beschermingsmiddelen ter beschikking gesteld.
5. De persoonlijke beschermingsmiddelen worden door de werknemers bij de arbeid gebruikt.
6. Bij ministeriële regeling kunnen niveaus worden vastgesteld, waarboven voor de toepassing van dit artikel die straling wordt geacht schadelijk te zijn

De ministeriële regeling waarvan sprake is in lid 6 van dit artikel is nog niet ingevoerd. Wel is er een Europese richtlijn die blootstellingsgrenzen kent. Meer informatie over deze richtlijn is te vinden in paragraaf 4.5.

4.3 Arboregeling

Er zijn geen Arboregelingen die betrekking hebben op elektromagnetische velden.

4.4 Overige nationale wetgeving

Er zijn geen andere wetten van toepassing voor elektromagnetische velden.

4.5 Europese wetgeving

ICNIRP

Er is een onafhankelijke internationale wetenschappelijke commissie die zich bezighoudt met het adviseren over blootstelling aan elektromagnetische velden. Dit is de International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ([ICNIRP](#)), die een basis document met aanbevelingen heeft gepubliceerd getiteld [Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields \(up to 300 GHz\)](#). Deze blootstellingslimieten uit deze aanbevelingen zijn door de Europese Unie overgenomen.

Europese wetgeving

In 2004 heeft de Europese Unie een richtlijn gepubliceerd "betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden)" met als kenmerk [Richtlijn 2004/40/EG](#).

Richtlijn 2004/40/EG

Van belang zijn hierin de volgende definities:

- "elektromagnetische velden": statische magnetische en tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden met frequenties tot 300 GHz;
- "grenswaarden voor blootstelling": grenzen aan de blootstelling aan elektromagnetische velden, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische gegevens. Inachtneming van deze grenzen waarborgt dat aan elektromagnetische velden blootgestelde werknemers worden beschermd tegen alle bekende negatieve gevolgen voor de gezondheid;
- "actiewaarden": de grootte van rechtstreeks meetbare parameters, uitgedrukt als elektrische veldsterkte (E), magnetische veldsterkte (H), magnetische fluxdichtheid (B) en vermogensdichtheid (S), bij het bereiken waarvan een of meer van de gespecificeerde metingen van deze richtlijn moeten worden uitgevoerd. Naleving van deze waarden waarborgt dat de toepasselijke grenswaarden voor blootstelling niet worden overschreden.

De grenswaarden zijn de eigenlijke blootstellingslimieten en mogen onder geen enkele omstandigheid worden overschreden. De actiewaarden zijn een hulpmiddel om te onderzoeken of aan de grenswaarden is voldaan. Indien de actiewaarden niet worden overschreden, is het zeker dat ook de grenswaarden niet worden overschreden. Worden de actiewaarden wel overschreden, dan moet met metingen of berekeningen nader worden uitgezocht of de grenswaarden ook worden overschreden. Dat vereist een meer gespecialiseerde aanpak. Worden de grenswaarden overschreden, dan moeten er uiteraard maatregelen worden genomen om de blootstelling te verminderen.

Grenswaarden

De grenswaarden voor blootstelling aan elektromagnetische velden zoals vermeld in bijlage 1 van de Richtlijn zijn:

Frequentiegebied	Stroomdichtheid J in het centraal zenuwstelsel	Lichaams-SAR	Plaatselijke SAR (hoofd en romp)	Plaatselijke SAR (extremiteten)	Vermogensdichtheid S
	mA/m^2	W/kg	W/kg	W/kg	W/m^2
tot 1 Hz	40	-	-	-	-
1-4 Hz	$40/f$	-	-	-	-
4 Hz – 1 kHz	10	-	-	-	-
1 kHz-100 kHz	$f/100$	-	-	-	-
100 kHz- 10 MHz	$f/100$	0,4	10	20	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	50

De frequentie f in de tweede kolom is in Hz. Voor elke frequentie moet aan alle voorwaarden worden voldaan.

Actiewaarden

De actiewaarden zijn in de volgende tabel bijeengebracht.

Actiewaarden voor de veldsterkte en vermogensdichtheid

Frequentiegebied	Elektrische veldsterkte E	Magnetische veldsterkte H	Magnetische fluxdichtheid B	Equivalenten vermogensdichtheid vlakke golf, S_{eq}
	(V/m)	(A/m)	(μ T)	(W/m ²)
0 -1Hz	-	$1,63 \times 10^9$	2×10^9	-
1-8 Hz	20000	$1,63 \times 10^9/f^2$	$2 \times 10^9/f^2$	-
8-25 Hz	20000	$2 \times 10^4/f$	$2,5 \times 10^4/f$	-
0,025- 0,82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	-
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-
65 - 100 kHz	610	$1600/f$	$2000/f$	-
0,1 - 1 MHz	610	$1,6/f$	$2/f$	-
1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	$2/f$	-
10-400 MHz	61	0,16	0,2	10
400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	$f/40$
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50

Opmerkingen:

- De frequentie f in de kolommen is uitgedrukt in de eenheid van die van de eerste kolom.
- Voor frequenties tussen 100 kHz en 10 GHz moeten S_{eq} , E^2 , H^2 en B^2 berekend worden als gemiddelden over een periode van zes minuten (*root mean square*-waarden). Boven 10 GHz gelden kortere middelingsperiodes.

Actiewaarden voor contactstroom

Niet-geaarde geleidende voorwerpen kunnen opgeladen worden. Bij aanraking kan dan een ontladingsstroom lopen die (indirecte) effecten kan veroorzaken. Om deze indirecte effecten te beperken zijn actiewaarden voor de contactstroom ingesteld.

Frequentiegebied	Contactstroom (f in kHz)
	mA
300 Hz-2,5 kHz	1,0
2,5 kHz-100 kHz	$0,4 f$
110 kHz-110 MHz	40

Invoering in Nederland

De Europese richtlijn zal naar alle waarschijnlijkheid niet voor 2012 opgenomen worden in de Nederlandse wetgeving, in dit geval het Arbobesluit. Oorspronkelijk was voorzien in invoering per 31 april 2008. De Europese Commissie heeft echter eind 2007 een voorstel tot uitstel aan het Europees Parlement voorgelegd. De reden hiervoor is dat bij de huidige blootstellingslimieten negatieve consequenties voor de medische toepassing van MRI optreden. Bij deze procedures kunnen de huidige grenswaarden worden overschreden. Invoering van de richtlijn in zijn huidige vorm zou inhouden dat sommige van deze medische procedures niet meer worden mogen uitgevoerd. Door onder meer de Gezondheidsraad is betoogd dat de aanbevelingen voor laagfrequente velden van ICNIRP zijn verouderd en zouden moeten worden herzien. In de beoogde uitstelperiode van vier jaar kan ICNIRP een herziening van zijn aanbevelingen uitwerken.

5. Beleid

5.1 Arboconvenanten

Er zijn op het terrein van elektromagnetische velden geen convenanten afgesloten.

5.2 CAO-afspraken

Er zijn op het terrein van elektromagnetische velden geen CAO-afspraken gemaakt.

5.3 Brancheafspraken

Door het Ministerie van Economische zaken is het [Antennebureau](#) ingesteld. Dit bureau houdt het [Antenneregister](#) bij. In dit register is voor elke antenne in het bestand een veiligheidscontour voor werknemers aangegeven.

5.4 Standaardisatie en normen

Machieveiligheid

Voor het meten rondom machines die elektromagnetische velden veroorzaken en de technische mogelijkheden die er zijn om deze velden af te schermen is NEN-norm 12981 verschenen:
NEN-EN 12981, 1: Veiligheid van machines - Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines - Deel 1: Algemene beginselen
NEN-EN 12981, 2: Veiligheid van machines - Beoordeling en vermindering van de risico's veroorzaakt door straling uitgezonden door machines - Deel 2: Meetprocedure voor de stralingsemisatie
NEN-EN 12981, 3: Veiligheid van machines - Beoordeling en vermindering van de risico's veroorzaakt door straling uitgezonden door machines - Deel 3: Vermindering van straling door verzwakking of afscherming

Metten op de arbeidsplaats

Het Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie (CENELEC) ontwikkelt geharmoniseerde normen voor het meten van elektromagnetische velden op de arbeidsplaats (*work place standards*). Deze zijn momenteel nog niet beschikbaar.

6. Beheersmaatregelen

6.1 Arbeidshygiënische strategie

Doel van de arbeidshygiënische strategie is het handhaven van de blootstellingslimieten. Hiertoe moet eerst een beoordeling van de blootstelling plaats vinden. Is deze zodanig dat er geen limieten worden overschreden dan zijn geen beheersmaatregelen nodig. Is dit misschien wel het geval dan gaat het erom de risico's te beheersen, gelet op wat organisatorisch en technisch mogelijk is.

Beheersmaatregelen

In [Elektromagnetische velden in arbeidssituaties](#) is een algemeen overzicht gegeven van mogelijke beheersmaatregelen. Dit zijn bijvoorbeeld:

- alternatieve werkmethode die leiden tot minder blootstelling
- keuze van arbeidsmiddelen die minder elektromagnetische velden uitzenden
- technische middelen om de emissie van elektromagnetische velden te beperken, eventueel ook door gebruik van blokkering, afscherming en dergelijke
- passende onderhoudsprogramma's
- beperking van duur en intensiteit van de blootstelling
- beschikbaar stellen van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Volgorde van beheersmaatregelen

In art. 3 van de Arbowet is de volgorde van te nemen maatregelen aangegeven:

- bronmaatregelen
- collectieve beheersmaatregelen
- individuele beheersmaatregelen
- persoonlijke beschermingsmiddelen.

Voor iedere overgang naar een volgende fase geldt dat een kwalitatief lagere bescherming alleen mogelijk is als redelijkerwijs niet aan een hoger niveau kan worden voldaan. Het gebruik van de term 'redelijkerwijs' geeft aan dat een belangenafweging mag plaats vinden. De technische, operationele en economische haalbaarheid van de beschermingsmaatregelen wordt hierbij afgezet tegen de gevaren van de blootstelling.

Algemene maatregelen

De hier genoemde maatregelen zijn gebaseerd op artikel 4 en 6 van de [Richtlijn 2004/40/EG](#) en artikel 8 van de Arbowet:

1. Inventarisatie van de huidige blootstelling, waarbij meten en berekenen noodzakelijk kan zijn;
2. Voorlichting
 - bekendmaking van de Richtlijn en de daarin opgenomen limieten
 - bekendmaking van de effecten waartegen de Richtlijn beschermt, waarbij expliciet moet worden aangegeven dat de Richtlijn niet is opgesteld ter bescherming tegen eventuele lange-termijn-effecten
 - bekendmaking van de geïnterpreteerde risico's en de genomen beheersmaatregelen
 - bekendmaking van de omstandigheden waarbij werknemers recht hebben op gezondheidsonderzoek
 -
3. Training
 - aanleren van bedienings- en veiligheidsvoorschriften
 - aanleren van een veilige werkwijze
 - herkennen van defecte apparatuur
 - rapportering over situaties met een blootstelling boven de actiewaarden

Een algemene werkwijze voor de bescherming tegen hoogfrequente velden is [hier](#) te vinden.

6.2 Bronmaatregelen

Maatregelen bij de bron hebben volgens de volgorde van de Arbowet de hoogste prioriteit. Het is handig om hierbij de indeling in categorieën zoals aangegeven in paragraaf 1.1 van dit dossier.

Categorie I

Voor deze categorie zijn geen maatregelen noodzakelijk, behalve in bijzondere omstandigheden.

Categorie IIa

Bronmaatregelen voor de categorie IIa zijn:

- Beperking van de intensiteit, door een lager vermogen te gebruiken of waar mogelijk het apparaat uit te schakelen.
- Alternatieve werkmethodes kiezen

Categorie IIb

Bronmaatregelen zijn:

- Labelen van machines met de maximale veldsterkte op bedieningsplekken en verblijfsafstanden
- Waarschuwingssignalen aanbrengen bij het inschakelen van de apparatuur
- Afschermingen aanbrengen:
 - Scherm van radiofrequent absorberend materiaal
 - Geleidend scherm vermindert het ELF elektrisch veld
 - Scherm van mu-metaal om het magnetisch veld te verzwakken
 - Kabels en elektrodes omhullen (waar mogelijk)
- Aarding aanbrengen ter voorkoming van secundaire stralers en contactschokken
 - Voorkomen van oplading
- Secundaire bronnen voorkomen
 - Verwijderen van reflecterend materiaal in de werkruimte
 - Verwijderen van metaalstukken groter dan een kwart golf lengte
- Scheiden van mens en bron
 - Hekwerk
 - Waarschuwingborden
 - Bedieningspaneel verplaatsen

Categorie III

Bij categorie III werkomgevingen zijn uitgebreide beheersmaatregelen noodzakelijk. Bronmaatregelen zijn die van categorie IIb aangevuld met:

- Keuze van middelen die minder sterke velden genereren, door eliminatie, vervanging of aanpassing
- Volledig afsluiten van werkruimte voor alle personeel: afstandsbediening, automatisering.
- Aanpassing van de layout van fabriekshal of machine:
 - meer ruimte tussen machines
 - kooi van Faraday aanleggen.

Voor afscherming en verzwakking van elektromagnetische velden geeft NEN-EN 12198 deel 3 een uitgebreid overzicht.

6.3 Organisatorische maatregelen

Ook voor de groep organisatorische maatregelen is de indeling naar risicoklasse van nut.

Categorie I

Geen maatregelen noodzakelijk

Voor de overige categorieën gelden de algemene organisatorische maatregelen:

- Voorlichting over effecten, limieten, gezondheidsonderzoek
- Training: bedienings- en veiligheidsvoorschriften, herkennen van defecten, rapporteren van gevaarlijke situaties.

Categorie IIa

Naast maatregelen aan de bron kan gedacht worden aan:

- Afstand houden
- Specifieke training van werknemers, bijvoorbeeld langzaam bewegen bij sterke statische magnetische velden.
- Gebruik van apparatuur zodanig dan de blootstelling minimaal is
- Beperking van de blootstellingsduur, binnen het gebied waar actiewaarden overschreden kunnen worden, bijvoorbeeld door gebruik te maken van de zes-minutenregel

Categorie IIb

Voor deze categorie komt hier bij

- Meten om te bepalen waar actiewaarden worden bereikt
- Passend onderhoudsprogramma opstellen en uitvoeren

Categorie III

Alle voorgaande maatregelen zijn mogelijk aangevuld met:

- Gevarenbord plaatsen op plekken waar actiewaarden kunnen worden overschreden

6.4 Technische maatregelen

Technische maatregelen voor het verminderen of verzwakken van elektromagnetische velden zijn aangehaald bij bronmaatregelen paragraaf 6.2 van dit dossier. Hieraan kunnen nog worden toegevoegd de technische detectiemiddelen.

Alarmerende detector

Meetapparatuur met een alarm kan worden opgesteld in de buurt van plaatsen waar werknemers zich kunnen ophouden.

Persoonlijke dosimeters

Voor hoogfrequente velden zijn compacte dosimeters in de handel die voor een beperkt aantal vast ingestelde frequenties de gemiddelde veldsterkte over een bepaalde periode kunnen vaststellen. Ook

voor laagfrequente velden zijn persoonlijke meetmiddelen beschikbaar. Voor meer informatie zie paragraaf 3.2 van dit dossier.

6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

In de lijst van mogelijke beheersmaatregelen worden persoonlijke beschermingsmiddelen als laatste genoemd. Alle middelen moeten zijn uitgeput voordat deze beschermingsmiddelen worden toegepast. Alleen in werkomgevingen ingedeeld in categorie IIb en III kan worden overwogen de volgende persoonlijke beschermingsmiddelen aan te wenden:

- Hoogfrequent-veld werend pak bijvoorbeeld van [Unitech](#).
- Geleidend pak (bij laagfrequente velden)
- Rubberen zolen en dikke sokken om de contactstromen te voorkomen
- Isolerende handschoenen om contactstromen te voorkomen.

Gedrag

Het al dan niet dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen heeft alles te maken met gedrag. Als binnen een organisatie geen duidelijk beleid is betreffende het gebruik van beschermingsmiddelen, zal het gebruik van deze middelen vaak ontaarden in slordigheid. Niet genoeg kan er op gewezen worden, dat het beleid duidelijk hoort te zijn en gehandhaafd moet worden. Overtredingen brengen niet alleen de gezondheid van de overtreder in gevaar maar ook de gezondheid van zijn collega's en misschien zelfs het productieproces.

De werknemers, die niet regelmatig elektromagnetische velden werken dienen in het bijzonder gecontroleerd te worden op het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Voor hen is het geen ingeslepen gedrag.

Vaak wordt gezegd: "Het is maar voor even, dat kan geen kwaad". Dat is volstrekt fout en het zal de betreffende werknemer heel duidelijk gemaakt moeten worden, dat het wel kwaad kan en dat het een overtreding van het veiligheidsbeleid is. Nadere informatie voor werkgevers is [hier](#) te vinden.

7. Medisch onderzoek

7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten

De gezondheidseffecten van de blootstelling aan elektromagnetische velden worden besproken in paragraaf 1.1.

Alle korte termijn-effecten (stroominductie, fosfenen, contactstroom, opwarming) kunnen worden voorkomen bij de toepassing van de limieten. Langetermijneffecten zijn niet in de beschouwing betrokken, aangezien het oorzakelijk verband te onzeker is om er limieten aan te verbinden. Om eventuele beroepsziekten op te sporen blijft het van belang om groepen blootgestelden over lange termijn te vervolgen. Tot nu toe zijn er geen beroepsziekten bekend, waarvan vast staat dat deze door elektromagnetische velden worden veroorzaakt.

7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding

Voor wat betreft de kortetermijneffecten is meestentijds de blootgestelde werknemer zelf degene die het effect bemerkt. Alleen bij opwarming van dieper gelegen organen is het effect niet direct merkbaar. Voor geen van deze effecten is een speciale diagnostiek nodig. Hetzelfde geldt voor de behandeling van personen die aan hogere veldsterktes zijn blootgesteld geweest.

7.3 Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring

Kwetsbare groepen zijn zwangeren en personen met een actief of passief implantaat.

Zwangeren

Voor zwangeren zijn echter geen bijzondere limieten van kracht.

Implantaten

Personen met metalen delen in het lichaam kunnen in sterke magneetvelden last ondervinden. Deze personen kunnen derhalve niet in een werkomgeving aanwezig zijn waar dergelijke velden heersen. Als er een actief implantaat is (*pacemaker*, defibrillator, pomp) kan de werking ervan beïnvloed worden door een elektromagnetisch veld. Werknemers die mogelijk blootgesteld kunnen worden aan elektromagnetische velden moeten over de gevaren voor implantaten worden voorgelicht. Intreekeuringen zijn niet voorgeschreven, maar het ligt voor de hand dat als zo'n keuring toch plaats vindt er gevraagd kan worden naar eventuele passieve of actieve implantaten.

7.4 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek

Preventief medisch onderzoek beperkt zich tot de vraag naar de aanwezigheid van actieve of passieve implantaten.

8. Werkgeversverplichtingen

Arbeidsomstandighedenwet

Voor de blootstelling aan elektromagnetische velden gelden de algemene bepalingen van de Arbowet. Volgens artikel 3 van de Arbowet behoort de werkgever te zorgen voor veilige werkomstandigheden, waaronder het nemen van maatregelen bij de bron en, als dat niet goed kan, collectieve maatregelen te treffen. Als ook deze mogelijkheid is uitgeput mogen persoonlijke beschermingsmiddelen worden ingezet.

Volgens artikel 5 van de Arbowet is de werkgever verplicht een risico-inventarisatie en –evaluatie uit te voeren. Handreiking over hoe dit kan worden gedaan staat in paragraaf 3.1 RI&E.

Artikel 8 verplicht de werkgever de werknemers voor te lichten en instructie te geven.

Arbobesluit

In artikel 6.12 van het Arbobesluit zijn de werkgeversverplichtingen opgenomen die speciaal betrekking hebben op elektromagnetische velden. Zo behoren toestellen die elektromagnetische velden opwekken van een deugdelijke constructie te zijn en in goede staat te verkeren. De letterlijke tekst van het artikel staat in paragraaf 4.2.

9. Werknemersverplichtingen

De wet kent diverse verplichtingen die zijn opgelegd aan werknemers. Op deze pagina staan de werknemersverplichtingen die betrekking hebben op het risico van blootstelling aan elektromagnetische velden.

De verplichtingen zijn ingedeeld naar:

- algemene verplichtingen
- verplichtingen t.a.v. het werkrisico

Algemene verplichtingen

De Arbo-wet kent de volgende algemene verplichtingen:

- De werknemer is verplicht om zorg te dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de anderen op de arbeidsplaats. Hierbij moeten de instructies van de werkgever in acht worden genomen
- De werknemer is verplicht arbeidsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken en niet zodanig aan te passen dat het risico toeneemt.
- De werknemer is verplicht mee te werken aan onderricht en veiligheidsinstructies die door of namens de werkgever worden verzorgd.
- De werknemer is verplicht gevaarlijke situaties direct te melden

Werkrisico

De verplichtingen in het Arbo-besluit gelden voor zowel de werkgever als werknemers. Dit geldt specifiek voor:

- Het onbevoegd uitvoeren van werkzaamheden waarbij blootstelling aan elektromagnetische velden kan optreden.

10. Werknemersrechten

10.1 Rechten individuele werknemers

De rechten van werknemers op het gebied van arbeidsomstandigheden zijn beschreven in de Arbo-wet.

Passende maatregelen

Elke werknemer moet, volgens artikel 3, lid 1f, van de Arbo-wet, bij ernstig en onmiddellijk gevaar voor zijn eigen veiligheid of die van anderen passende maatregelen kunnen nemen om de gevolgen van een dergelijk gevaar te voorkomen. Daarbij moet hij/zij rekening houden met zijn/haar technische kennis en middelen.

Werkonderbreking

Een werknemer is, volgens artikel 29 van de Arbo-wet, bevoegd het werk te onderbreken bij ernstig gevaar voor personen. Deze onderbreking mag duren zolang het gevaar aanwezig is en tot een inspecteur van Arbeidsinspectie aanwezig is. De werkonderbreking mag geen consequenties voor de salarisbetaling hebben.

10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

In de Arbo-wet, artikel 12 is de samenwerking over arbeidsomstandigheden van werkgever met werknemers geregeld. De Arbo-wet kent hierbij een verwijzing naar de WOR (Wet op de Ondernemingsraden) en de WMO (Wet Medezeggenschap Onderwijs).

Ondernemingsraad

Belangrijk daarbij is dat het beleid door beide partijen, werkgever en werknemers, wordt gedragen. Om daarvoor zorg te dragen, moet de werkgever overleggen met de ondernemingsraad of personeelsvertegenwoordiging over het arbeidsomstandighedenbeleid en de uitvoering daarvan. De ondernemingsraad moet in staat worden gesteld te beoordelen of het risico van blootstelling aan elektromagnetische velden in voldoende mate in de RI&E verwerkt is. De ondernemingsraad kan hiervoor intern of extern advies inwinnen. De werkgever draagt de kosten hiervan.

11. Praktijkverhalen

Chloorelektrolyse

Het elektrolyseproces waarmee chloor uit zout wordt geproduceerd, gaat gepaard met het opwekken van sterke elektromagnetische velden. De binnenkomende wisselspanning wordt gelijkgericht, en daardoor ontstaan er 'rimpelingen' van 300 Hz en hogere harmonischen. De sterkte daarvan kan op sommige plaatsen, met name dichtbij systemen voor stroomtoevoer (*bus bars*), de actiewaarden overschrijden. Omdat de gebruikte frequenties lager zijn dan 100 kHz mag er geen middeling van de blootstelling over een bepaalde periode worden toegepast, maar dient de blootstelling op elk moment lager te zijn dan de limietwaarde. Voor een deel is het probleem ondervangen door het markeren van plaatsen waar overschrijding van de actiewaarden plaats vindt, maar er zijn dan nog steeds dergelijke plaatsen die met enige regelmaat betreden moeten worden. Overschrijding van de actiewaarden betekent dat bepaald moet worden of ook de grenswaarden worden overschreden – dat zal voor de betreffende situaties dus ook moeten plaatsvinden.

MRI

Werknemers die in de directe nabijheid van MRI apparaten werken, worden blootgesteld aan de EM velden die deze apparaten opwekken. Bij het opstellen van de Europese richtlijn die blootstelling van werknemers aan EM velden regelt was al voorzien dat blootstelling aan de zeer sterke statische magneetvelden zou uitkomen boven de huidige aanbevelingen van de International Commission on Non-ionizing Radiation (ICNIRP), die internationaal maatgevend zijn. Die aanbevelingen waren echter verouderd en daarom zijn in afwachting van nieuwe voorstellen van de ICNIRP de statische velden buiten de richtlijn gehouden. Bij het naderen van de implementatiedatum (april 2008) bleek de kou daarmee toch niet uit de lucht te zijn, omdat ook voor blootstelling aan laagfrequente componenten overschrijding van de limieten werd voorzien. Vanuit met name de medische wereld werd er op gewezen dat beperken van de werkzaamheden bij een MRI-apparaat ernstige negatieve gevolgen zou hebben voor de gezondheidszorg en dat er door MRI-werkers nimmer gezondheidsproblemen gemeld

zijn als gevolg van die blootstelling. De Gezondheidsraad heeft in een advies over deze problematiek gesignaleerd dat de aanbevelingen van de ICNIRP voor blootstelling aan laagfrequente velden ook verouderd zijn. Mede op grond van dit advies heeft de Europese Commissie voorgesteld om de invoering van de richtlijn met vier jaar uit te stellen (tot april 2012), onder meer om in die tussentijd de ICNIRP de gelegenheid te geven haar aanbevelingen te actualiseren.

12. Referenties

- E. van Rongen, J.F.B. Bolte, M.J.M. Pruppers, Arbo-Informatieblad 39, Elektromagnetische velden
- J.F.B. Bolte, M.J.M. Pruppers, Elektromagnetische velden in arbeidssituaties, SZW-rapport 2006
- Gezondheidsraad, Radiofrequente elektromagnetische velden (300 Hz – 300 GHz), Den Haag Gezondheidsraad publicatie1997/01
- Gezondheidsraad, Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz – 10 MHz), Den Haag, Gezondheidsraad publicatie 2000/06
- Gezondheidsraad, Elektromagnetische velden, Jaarbericht 2001, Den Haag, Gezondheidsraad publicatie 2001/14
- Gezondheidsraad, Elektromagnetische velden, Jaarbericht 2003, Den Haag, Gezondheidsraad publicatie 2004/1
- Gezondheidsraad, Elektromagnetische velden, Jaarbericht 2005, Den Haag, Gezondheidsraad publicatie 2005/14
- Gezondheidsraad, Elektromagnetische velden, Jaarbericht 2006, Den Haag, Gezondheidsraad publicatie 2007/06
- Weeldgezondheidsorganisatie WHO: Extremely Low Frequency Fields, Environmental Health Criteria, WHO 2007 (ISBN 978 92 4 157238 5)
- ICNIRP - International Commission on Non-ionising Radiation, Guidelines on limits of exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields, (1 Hz-300 GHz), Health Physics 74, 1998, p. 494

Websites

www.gr.nl
www.icnirp.de
www.who.int/emf
www.hpa.org.uk
nvs-nis

13. Referentie auteurs

Albert Keverling Buisman (stralingsdeskundige, veiligheidskundige)
Guus Hoorenman (arbeids- en organisatiedeskundige)
Eric van Rongen (arbeidshygiënist)
Gerard Kars (bedrijfsarts)

14. Peer review

Dit dossier is beoordeeld door:
H. Kromhout
IRAS Universiteit Utrecht