



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Elektromagnetische velden en medische hulpmiddelen



Colofon

De auteur bedankt de experts van de beroepsverenigingen en ervaringsdeskundigen van de patiëntenverenigingen voor hun commentaar op een concepttekst voor deze gids. Bijzondere dank gaat uit naar N. Jongejan MSc voor inhoudelijke bijdragen namens de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie.

Auteur: Dr. R. Stam

Illustraties: Guldbrand&Guldbrand

Inhoud

Deel A: Algemene informatie, EMV-bronnen met risico's voor medische hulpmiddelen	4
1. Algemene inleiding en leeswijzer	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Regelgeving in Nederland	5
1.3 Leeswijzer	5
2. Bronnen van EMV	6
2.1 Vrije tijd	6
2.2 Arbeidssituaties	7
2.3 Ziekenhuizen	12
Deel B: Aanvullende informatie voor het uitvoeren van de RI&E voor werknemers met medische hulpmiddelen	14
3. Interactie tussen EMV medische hulpmiddelen	14
3.1 Risico's van verschillende soorten EMV	14
3.2 Interactie met actieve medische hulpmiddelen	15
3.3 Interactie met passieve medische hulpmiddelen en metalen voorwerpen	16
4. Aandachtspunten voor RI&E en preventiemaatregelen	17
4.1 Algemene procedure	17
4.2 Actieve medische hulpmiddelen	18
4.3 Passieve medische hulpmiddelen en metalen voorwerpen	19
4.4 Maatregelen	20
Deel C: Waar vind ik meer informatie?	21
5. Bronnen van uitgebreidere informatie	21
5.1 Informatieve websites	21
5.2 Regelgeving en richtsnoeren	21
5.3 Technische documenten	22
5.4 Verbods- en waarschuwingsborden	22

Deel A: Algemene informatie, EMV-bronnen met risico's voor medische hulpmiddelen

1. Algemene inleiding en leeswijzer

1.1 Inleiding

Elektrische, magnetische of elektromagnetische velden (verder afgekort als EMV) ontstaan bij opwekking, transport of gebruik van elektriciteit, het opwarmen van materialen door inductie en het draadloos verzenden van informatie. Deze EMV kunnen directe effecten op het lichaam hebben, maar ook indirecte effecten veroorzaken die risico's met zich meebrengen. Deze gids geeft informatie over risico's door indirecte effecten van EMV op medische hulpmiddelen.

Een medisch hulpmiddel is een instrument, toestel of apparaat, software, implantaat, reagens, materiaal of ander artikel dat door de fabrikant is bestemd om te worden gebruikt bij de mens voor specifieke medische doelen. Voorbeelden van deze doelen zijn diagnose, monitoring, behandeling of compensatie van een ziekte, letsel of beperking. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve medische hulpmiddelen:

- Voor actieve medische hulpmiddelen is de werking afhankelijk van een energiebron anders dan die van het lichaam zelf of de zwaartekracht. Actieve medische hulpmiddelen kunnen in het lichaam geïmplanteerd zijn, zoals een pacemaker, of op het lichaam gedragen worden, zoals een insulinepomp. Andere voorbeelden van actieve medische hulpmiddelen zijn een ICD, neurostimulator, binnenoorprothese, netvliescodeur en programmeerbare kleppen voor hersenvocht.
- Passieve medische hulpmiddelen hebben geen eigen energiebron. Voorbeelden van inwendige (in het lichaam aanwezige) passieve medische hulpmiddelen zijn een metalen botpen, kunstgewricht, wervelstabilisator, stent, filter, spiraaltje, vaatclip, mechanische hartklep of septaalschot. Voorbeelden van uitwendige (op het lichaam gedragen) passieve medische hulpmiddelen zijn een metalen orthese, beugels of plaatjes in de mondholte en bepaalde medicijnpleisters.

Doelgroep

EMV waaraan werknemers worden blootgesteld kunnen in bepaalde gevallen sterker zijn dan de velden waaraan mensen buiten het werk worden blootgesteld. Deze gids is daarom in eerste instantie bedoeld voor werkgevers, preventiemedewerkers en arbodeskundigen zoals arbeidshygiënist en bedrijfsartsen, die betrokken kunnen zijn bij de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) voor EMV. Daarnaast is een deel van deze informatie ook relevant voor dragers van actieve medische hulpmiddelen of implantaten en hun familie of andere betrokkenen, als aanvulling op de informatie van het ziekenhuis en patiëntenverenigingen. Dit geldt vooral voor deel A van deze gids. Omdat de informatie in deze gids uitgebreid en soms technisch van aard is, brengt RIVM ook een beknopte factsheet over EMV uit voor dragers van medische hulpmiddelen.

Directe effecten

Laagfrequente EMV met frequenties van 0 tot 100 kilohertz kunnen elektrische velden en stromen in het lichaam opwekken die zenuwcellen of spieren prikkelen. Hoogfrequente EMV (ook wel 'radiofrequente' EMV genoemd) met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz kunnen het lichaam of delen daarvan opwarmen. Als de sterkte van EMV bepaalde grenswaarden overschrijdt, kunnen deze directe effecten schadelijk zijn voor de gezondheid. Werknemers worden tegen deze risico's beschermd door de bepalingen in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Werkgevers moeten er onder andere voor zorgen dat de blootstelling van werknemers lager is dan de grenswaarden (blootstellingslimieten). Meer informatie over de risico's van directe effecten van EMV en het verlagen daarvan is te vinden in de gids 'Elektromagnetische velden in arbeidssituaties' van het Ministerie van SZW (zie Paragraaf 5.2).

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. Een belangrijk soort indirect effect is het effect van EMV op medische hulpmiddelen. De risico's van EMV hangen samen met verstoorde werking of beschadiging van het hulpmiddel zelf, of schade aan het lichaam door verplaatsing van het medische hulpmiddel, versterking van elektrische stromen of opwarming. Schade aan het lichaam kan ook ontstaan door interactie van EMV met metalen voorwerpen of deeltjes in of op het lichaam die geen medisch hulpmiddel zijn, zoals sierraden, piercings, tatoeages of granaatscherven. Daar waar in deze gids over risico's van passieve medische hulpmiddelen wordt geschreven, zijn deze opmerkingen ook van toepassing op andere metalen voorwerpen op of in het lichaam.

1.2 Regelgeving in Nederland

Regelgeving medische hulpmiddelen

Actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen moeten voldoen aan de veiligheidseisen in het Besluit actieve implantaten. Overige medische hulpmiddelen, waaronder passieve implantaten, moeten voldoen aan de veiligheidseisen in het Besluit medische hulpmiddelen. Voor alle medische hulpmiddelen gelden vanaf 26 mei 2020 de eisen in de Verordening medische hulpmiddelen van de Europese Unie. De regelgeving vereist onder andere dat de risico's van redelijkerwijs te voorziene omgevingsomstandigheden zoals EMV zo veel mogelijk worden weggenomen of beperkt.

Producenten van medische hulpmiddelen kunnen overeenstemming met de essentiële wettelijke eisen aantonen door het toepassen van relevante geharmoniseerde Europese productnormen. Deze productnormen beschrijven testprocedures die kunnen aantonen dat het 'onwaarschijnlijk is' dat door gangbare EMV in het dagelijks leven risico's optreden. In bepaalde arbeidssituaties kunnen sterkere EMV voorkomen dan in het dagelijks leven buiten het werk. Deze productnormen gelden daarom niet voor arbeidssituaties. De Europese productnormen definiëren gangbare EMV als EMV met een sterkte die lager is dan de limieten voor blootstelling van de algemene bevolking die worden geadviseerd in Aanbeveling 1999/519/EG van de Europese Unie (zie Paragraaf 5.2). De productnormen dekken echter niet alle mogelijke frequenties en blootstellingssituaties af. Bovendien is bescherming tegen beïnvloeding door EMV niet altijd verenigbaar met de werking van het hulpmiddel. Zo zijn pacemakers bijvoorbeeld juist bedoeld om elektrische velden te detecteren en hun activiteit daarop aan te passen. Het voldoen aan deze productnormen geeft daarom geen absolute garantie dat een medisch hulpmiddel niet beïnvloed kan worden door EMV. Daarom kan het nodig zijn om extra risicobeperkende maatregelen te nemen, die in deze gids worden besproken.

Regelgeving arbeidsomstandigheden

De bescherming van werknemers tegen de risico's van EMV is geregeld in Hoofdstuk 6, Afdeling 4b van het Arbeidsomstandighedenbesluit. Daarin is bepaald dat bij het opstellen van de RI&E bijzondere aandacht wordt besteed aan mogelijke indirecte effecten en aan mogelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers met een verhoogd risico. Volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit vallen onder indirecte effecten onder andere interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen, waaronder pacemakers en andere implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen. Onder werknemers met een verhoogd risico vallen werknemers met een actief of passief medisch hulpmiddel, zoals een pacemaker of insulinepomp, of een metalen voorwerp in het lichaam. Er worden zo nodig afzonderlijke risicobeoordelingen verricht voor werknemers met een verhoogd risico. Wanneer er voor deze werknemers risico's in de werkomgeving worden vastgesteld, moet de werkgever een plan van aanpak opstellen. Het plan van aanpak dient technische of organisatorische maatregelen te bevatten ter voorkoming van deze risico's. Daarbij wordt de arbeidshygiënische strategie gevolgd. Daarnaast dient de werkgever voorlichting en onderricht te geven over werknemers met een verhoogd risico en mogelijke indirecte effecten van EMV-blootstelling.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van deze gids geeft een overzicht van de bronnen van EMV die risico's kunnen geven voor medische hulpmiddelen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen bronnen in de vrije tijd, op het werk (arbeidssituaties) en in ziekenhuizen. Als er EMV-bronnen met mogelijke risico's in arbeidssituaties aanwezig zijn, geeft hoofdstuk 3 een overzicht van de verschillende soorten medische hulpmiddelen waarvoor de risico's gelden. Hoofdstuk 4 geeft informatie over het uitvoeren van de RI&E en mogelijke preventiestrategieën. Hoofdstuk 3 en 4 zijn vooral bedoeld voor werkgevers, preventiemedewerkers en arbodeskundigen zoals arbeidshygiënist en bedrijfsartsen, die betrokken kunnen zijn bij de RI&E en het plan van aanpak. In hoofdstuk 5 zijn documenten en websites met aanvullende informatie vermeld. De websites in Paragraaf 5.1 kunnen ook nuttig zijn voor dragers van medische hulpmiddelen.

Deze gids geeft voor veel voorkomende categorieën EMV-bronnen aan of storing van medische hulpmiddelen onder bepaalde omstandigheden mogelijk is. Nader onderzoek van de persoonlijke situatie (type en instellingen van het medische hulpmiddel; type, instellingen en gebruik van de EMV-bron) kan echter uitwijzen dat storing onwaarschijnlijk is. Het is daarom aan te raden om voor een individuele risicobeoordeling altijd gebruik te maken van specifieke informatie en adviezen van de behandelend arts en de fabrikant van het hulpmiddel. Een individuele risicobeoordeling is ook nodig voor personen die meerdere actieve medische hulpmiddelen tegelijk dragen. Het is dan mogelijk dat deze elkaar onderling kunnen beïnvloeden.

Deze gids geeft voor dragers van medische hulpmiddelen alleen informatie over mogelijke risico's van EMV. Andere risico's voor dragers van medische hulpmiddelen, zoals direct contact met stroomvoerende geleiders, hoge druk, ioniserende straling, mechanische trillingen of het 'hacken' van de radiografische communicatie van medische hulpmiddelen, worden niet in deze gids besproken. Ook richt deze gids zich alleen op risico's van medische hulpmiddelen die in of op het lichaam worden gedragen, niet op risico's van EMV voor andere hulpmiddelen of apparatuur.

2. Bronnen van EMV

Dit hoofdstuk geeft informatie over het herkennen van bronnen van EMV die mogelijk kunnen leiden tot risico's voor dragers van medische hulpmiddelen. De nadruk ligt hierbij op dragers van actieve medische hulpmiddelen. Actieve medische hulpmiddelen kunnen in het algemeen bij minder sterke EMV risico's geven dan passieve medische hulpmiddelen. Werknemers op sommige werkplekken en patiënten bij bepaalde apparatuur in ziekenhuizen kunnen aan sterkere EMV worden blootgesteld dan mensen daarbuiten (zie Paragraaf 2.1). Arbeidssituaties en ziekenhuizen wordt daarom in Paragrafen 2.2 en 2.3 apart behandeld.

2.1 Vrije tijd

Passieve medische hulpmiddelen met metalen delen geven geen risico's bij de sterkte van EMV waaraan de dragers in hun vrije tijd kunnen worden blootgesteld. Risico's voor metalen passieve medische hulpmiddelen kunnen alleen ontstaan bij bepaalde sterkere bronnen van EMV op het werk of in ziekenhuizen (zie hiervoor Paragrafen 2.2 en 2.3).

Ook actieve medische hulpmiddelen zoals een pacemaker, ICD of neurostimulator worden niet beïnvloed door de meeste bronnen van EMV waarmee de dragers in hun vrije tijd in aanraking kunnen komen. Dit geldt bijvoorbeeld voor normaal gebruik van de meeste huishoudelijke apparaten die in goede staat van onderhoud verkeren en elektrisch goed geaard zijn. Voorbeelden van dit soort apparaten zijn: keukenmachines, koelkast, magnetron, stofzuiger, strijkijzer, vaatwasser, wasmachine, radio en televisie, stereo en bekabelde computer. Er kunnen in het dagelijks leven echter nog steeds bronnen van EMV voorkomen, die dicht in de buurt risico's kunnen geven voor de drager van een actief medische hulpmiddel. Het feit dat een apparaat een CE-markering heeft, betekent niet dat het apparaat geen risico's kan geven voor actieve medische hulpmiddelen.

Voor de meeste van deze bronnen van EMV is een eenvoudige maatregel, afstand houden, voldoende om de risico's voor actieve medische hulpmiddelen te beperken. Meer informatie over specifieke bronnen van EMV en een indicatie voor veilige afstanden is te vinden in brochures van het ziekenhuis of de fabrikant van het medische hulpmiddel (zie hiervoor ook de websites in Paragraaf 5.1). Deze afstanden zijn in het algemeen gebaseerd op de meest gevoelige typen en instellingen van een actief medisch hulpmiddel. Of een EMV-bron voor een specifieke drager risico's kan geven, kan worden bepaald door de behandelend arts in het ziekenhuis waar het hulpmiddel is aangebracht en de fabrikant ervan.

De belangrijkste categorieën van apparaten met mogelijke beïnvloeding van actieve medische hulpmiddelen zijn:

- Bronnen van hoogfrequente ('radiofrequente') EMV dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: afstandsbediening met antenne, draadloos videospel, kaartlezer (contactloos betalen, OV-chipkaart, skipas), mobiele telefoon, radar op plezierboot, radiografische besturing, zendantenne van radioamateurs, zender van draadloos modem of computer.
- Huishoudelijke apparaten met een sterke elektromotor, transformator, inductiestroom of magneet dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: elektrische deken, haardroger, hoofdtelefoon, luidspreker, naaimachine, inductiekookplaat.

- Sterke permanente magneten dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: magnetisch naamplaatje of corsage, magnetische sluiting van kleding, magnetische sierraden, deuren, gordijnen en ophangsystemen.
- Gereedschap met een sterke elektromotor of benzinemotor dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: boormachine, schuurmachine, zaagmachine, grasmaaier, kettingzaag, lasapparatuur, compressor, generator, transformator.
- Werkende benzinemotoren, elektromotoren en opladers van voertuigen dicht bij het lichaam (niet op de plaats van de bestuurder of passagier), bijvoorbeeld: motor van auto, motorfiets, elektrische fiets, scootmobiel, go-kart of wagens in pretpark, buitenboordmotor, laadstation en kabel van elektrische auto.
- Apparaten voor cosmetische behandeling, fitness of wellness dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: elektrische acupunctuur, elektrische ontharing of spierstimulatie, bewegingstrainer, massageapparaat, matras of stoel met magneten, elektrische meters van lichaamsvet, tatoeageapparaat.
- Elektrische installatie dicht bij het lichaam, bijvoorbeeld: elektrische omheining, hoogspanningsschakelkast, transformatorhuisje, omvormer van zonnepanelen, warmtepompregeling.
- Antidiefstalpoortje in winkel en beveiligingspoortje of magnetische staven voor fouilleren op vliegveld.

2.2 Arbeidssituaties

De blootstelling van werknemers aan EMV 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 (machines, installaties, apparaten, transportmiddelen en gereedschappen), werkomstandigheden en werkzaamheden wordt in deze gids 'de werkomgeving' genoemd. In dit hoofdstuk zijn werkomgevingen waar EMV kunnen voorkomen ingedeeld naar de mogelijke sterkte van de EMV en de risico's voor werknemers met medische hulpmiddelen. Deze indeling is gebaseerd op de indeling van werkomgevingen in de Europese gids (zie Paragraaf 5.2), met toevoeging van drie extra werkomgevingen. De indeling gaat ervan uit dat de apparatuur die EMV produceert goed wordt onderhouden en wordt gebruikt volgens de instructies van de fabrikant. Aan de hand van de indeling kan bepaald worden of er een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) voor werknemers met medische hulpmiddelen moet worden uitgevoerd.

Tabel 1 in dit hoofdstuk geeft een indeling van werkomgevingen met EMV naar toepassingsgebied. In de drie kolommen met kleurcode is met een kruis aangegeven of er een nadere beoordeling nodig is voor werknemers met medische hulpmiddelen in of op het lichaam. De tabel is gebaseerd op die in de praktische gidsen van SZW en de Europese Commissie (zie Paragraaf 5.2b). Bronnen van EMV waaraan werknemers alleen worden blootgesteld in de sector zorg en welzijn (ziekenhuizen, gezondheidscentra, cosmetische centra) zijn niet opgenomen in deze tabel, maar worden behandeld in Paragraaf 2.3. Een kruis in kolom 2 ('blauw') of 3 ('paars') betekent niet automatisch dat de werknemer niet in die werkomgeving kan werken. Uit de individuele RI&E kan blijken dat de werknemer wel in deze werkomgeving kan werken, al dan niet na het nemen van extra veiligheidsmaatregelen (zie hoofdstuk 4).

Categorie 'groen'

Werkomgevingen in de categorie 'groen' geven per definitie geen verhoogd risico van EMV voor werknemers met medische hulpmiddelen in of op het lichaam. 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 EMV voor werknemers met medische hulpmiddelen niet nodig.

Categorie 'blauw'

Werkomgevingen in de categorie 'blauw' kunnen een verhoogd risico geven voor werknemers met actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen zoals een pacemaker, ICD of neurostimulator. Alle werkomgevingen met een kruis in kolom 2 van Tabel 1 vallen in de blauwe categorie. Voor deze werknemers moet daarom in de RI&E voor deze werkomgevingen bijzondere aandacht worden besteed aan de mogelijke risico's van EMV. Meer informatie over de uitvoering daarvan is te vinden in hoofdstuk 4 van deze gids. Meer informatie over de verschillende actieve medische hulpmiddelen is te vinden in Paragraaf 3.2 van deze gids.

Categorie 'paars'

Werkomgevingen in de categorie 'paars' kunnen een verhoogd risico geven voor werknemers met passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen of metalen voorwerpen in of op het lichaam zoals een botpen, kunstheup, stent, vaatclip, tatoeage, piercing of granaatscherf. Ze kunnen ook een verhoogd risico geven voor werknemers met op het lichaam gedragen actieve medische hulpmiddelen, zoals een insulinepomp. Alle werkomgevingen met een kruis in Kolom 3 van Tabel 1 vallen in de paarse categorie. Voor deze werknemers moet daarom in de RI&E voor deze werkomgevingen bijzondere aandacht worden besteed aan de mogelijke risico's van EMV. Meer informatie over de uitvoering daarvan is te vinden in hoofdstuk 4 van deze gids. Meer informatie over de verschillende passieve medische hulpmiddelen is te vinden in Paragraaf 3.3 van deze gids.

Tabel 1: Indeling van veel voorkomende werkomgevingen met elektromagnetische velden naar noodzaak voor beoordeling van werknemers met medische hulpmiddelen.

Soort apparatuur of werkplek ¹	KOLOM 1 geen nadere beoordeling	KOLOM 2 nadere beoordeling voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen	KOLOM 3 nadere beoordeling voor passieve medische hulpmiddelen, metalen voorwerpen in of op het lichaam, op het lichaam gedragen actieve medische hulpmiddelen
Draadloze communicatie²			
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — gebruik van		X	
Telefoons, draadloos (inclusief basisstations voor draadloze DECT-telefoons) — werkplekken met	X		
Telefoons, mobiel — gebruik van		X	
Telefoons, mobiel — werkplekken met	X		
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — gebruik van		X	
Toestellen voor draadloze communicatie (bv. wifi of bluetooth) inclusief toegangspunten voor WLAN — werkplekken met	X		
Kantoor²			
Audiovisuele apparatuur (bv. televisies, dvd-spelers)	X		
Audiovisuele apparatuur met radiofrequente zenders		X	
Communicatieapparatuur en bedrade netwerken	X		
Computer- en IT-apparatuur (bedraad)	X		
Kantoorapparatuur (bv. kopieermachines, papierversnipperaars, elektrische nietmachines)	X		
Telefoons (vaste lijn), faxtoestellen, modems	X		
Ventilatoren, elektrisch	X		
Ventilorkachels, elektrisch	X		
Infrastructuur (gebouwen en terreinen)²			
Alarmsystemen	X		
Basisstationantennes, binnen de aangegeven verboden zone van de operator		X	X
Basisstationantennes, buiten de aangegeven verboden zone van de operator	X		
Huishoudelijke en professionele toestellen, bv. koelkast, wasmachine, wasdroger, afwasmachine, oven, broodrooster, magnetron, strijkijzer, mits zij geen zendapparatuur bevatten zoals WLAN, bluetooth of mobiele telefoons	X		
Scanner of paslezer voor beveiligingsbadges		X	
Tuingereedschap (elektrisch) — gebruik van		X	

Soort apparatuur of werkplek ¹	KOLOM 1 geen nadere beoordeling	KOLOM 2 nadere beoordeling voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen	KOLOM 3 nadere beoordeling voor passieve medische hulpmiddelen, metalen voorwerpen in of op het lichaam, op het lichaam gedragen actieve medische hulpmiddelen
Tuingereedschap (elektrisch) — werkplekken met	X		
Verlichtingsapparatuur, bv. terreinverlichting en bureaulampen	X		
Verlichtingsapparatuur, energievoorziening via radiofrequente EMV		X	X
Verwarmingsapparatuur (elektrisch) voor verwarming van ruimten of warmhouden van objecten	X		
Werkplekken die publiek toegankelijk zijn en voldoen aan de referentieniveaus vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad	X		
Beveiliging			
Artikelbeveiligingsystemen en RFID (radiofrequency identification)		X	
Erasers (wissers), tape of harde schijf		X	
Metaaldetectors		X	
Elektriciteitsvoorziening			
Aggregaten en noodaggregaten — werk aan		X	
Bovengrondse ongeïsoleerde geleider met een spanning van maximaal 100 kV of bovenleiding van maximaal 150 kV, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden	X		
Bovengrondse ongeïsoleerde geleider met een spanning van meer dan 100 kV of bovenleiding van meer dan 150 kV, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden		X	X
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders van elke spanning — blootstelling aan magnetische velden	X		
Elektrisch circuit waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van 100 A of minder — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz. — blootstelling aan magnetische velden	X		
Elektrisch circuit waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van meer dan 100 A — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz. — blootstelling aan magnetische velden		X	X
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van 100 A of minder voor het individuele circuit — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz. — blootstelling aan magnetische velden	X		
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van meer dan 100 A voor het individuele circuit — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz. — blootstelling aan magnetische velden		X	X
Elektrische installaties met een fasestroom van 100 A of minder — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren, enz. — blootstelling aan magnetische velden	X		
Elektrische installaties met een fasestroom van meer dan 100 A — omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz. — blootstelling aan magnetische velden		X	X
Inductieve energieoverdracht		X	
Noodstroomvoeding, niet-onderbreekbare voeding (UPS)		X	
Omvormers, inclusief die op fotovoltaïsche systemen		X	
Ondergronds of geïsoleerd kabelcircuit van elke spanning — blootstelling aan elektrische velden	X		
Windturbines, werk aan		X	X

Soort apparatuur of werkplek ¹	KOLOM 1 geen nadere beoordeling	KOLOM 2 nadere beoordeling voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen	KOLOM 3 nadere beoordeling voor passieve medische hulpmiddelen, metalen voorwerpen in of op het lichaam, op het lichaam gedragen actieve medische hulpmiddelen
Lichte industrie			
Acculaders, industrieel		X	
Acculaders, groot professioneel		X	
Coating- en verfapparatuur	X		
Controleapparatuur zonder radiozenders	X		
Coronaoppervlaktebehandelingsapparatuur		X	
Diëlektrische verwarming		X	X
Diëlektrisch lassen, kunststoflassen		X	X
Elektrostatische verfapparatuur		X	X
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap bv. boren, schuurmachines, cirkelzagen en slijpers, lineaire elektromotor) — gebruik van		X	
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap) — werkplekken met	X		
Hittepistolen — gebruik van		X	
Hittepistolen — werkplekken met	X		
Hydraulische laadplatformen	X		
Inductieverhitting		X	X
Inductieverhittingssystemen, geautomatiseerd, fout- opsporing en reparatie in dichte nabijheid van de EMV-bron		X	X
Inductief solderen		X	X
Inductieve verzegelingsapparatuur		X	
Lassen — booglasprocessen, handmatig (inclusief MIG, MAG, TIG) bij het volgen van goede praktijken en wanneer de kabel niet op het lichaam rust		X	
Lassen — lassystemen, geautomatiseerd, foutopsporing, reparatie en opleiding dichtbij de EMV-bron		X	X
Lassen — weerstandlassen, handmatig (puntlassen, naadlas- sen, stiftlassen, condensatorlassen)		X	X
Lijmpistolen — gebruik van		X	
Lijmpistolen — werkplekken met	X		
Machinegereedschap (bv. kolomboren, slijpmachines, draibanken, freesbanken, zagen)		X	
Magnetisch onderzoek voor scheurdetectie (niet-destructief magnetisch onderzoek)		X	X
Magnetisator/demagnetisator, industrieel (inclusief tape-er- asers)		X	X
Meetapparatuur en -instrumenten zonder radiozenders	X		
Microgolfverhitting en -droging, in houtbewerkingsectoren (drogen van hout, vormen van hout, lijmen van hout)		X	X
Radiofrequente plasmatoestellen, inclusief vacuümdepositie en sputteren		X	X
Smeltovens, weerstandsverhitting		X	

Soort apparatuur of werkplek ¹	KOLOM 1 geen nadere beoordeling	KOLOM 2 nadere beoordeling voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen	KOLOM 3 nadere beoordeling voor passieve medische hulpmiddelen, metalen voorwerpen in of op het lichaam, op het lichaam gedragen actieve medische hulpmiddelen
Zware industrie			
Elektrolyse, industrieel		X	X
Ovens, boogsmelten		X	X
Ovens, inductiesmelten (kleinere ovens hebben doorgaans sterkere toegankelijke velden dan grote ovens)		X	X
Bouw			
Bouwapparatuur (bv. betonmolens, trilmachines, hefwerktuigen enz.) — werk in dichte nabijheid		X	
Microgolfdrogen in bouwindustrie		X	X
Vervoer			
Motorvoertuigen en fabriek — werk in dichte nabijheid van starter, wisselstroomdynamo, ontstekingsystemen		X	
Radar, luchtverkeersleiding, militair, schepen, weer en lange afstand		X	X
Treinen en trams, elektrisch aangedreven		X	X
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, hef magneten, magneten voor metaalscheiding, 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
Radio's, zending en ontvangst (bv. walkie-talkie, portofoon, handset TETRA)		X	
Zenders, op accu		X	
Op de Europese markt gebrachte apparatuur overeenkomstig Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad of daarmee geharmoniseerde EMV-normen	X		
Niet-elektrische apparatuur van alle soorten uitgezonderd apparatuur met permanente magneten	X		

Voetnoten:

1. Bronnen van EMV waaraan werknemers alleen worden blootgesteld in de sector zorg en welzijn (ziekenhuizen, gezondheidscentra, cosmetische centra) zijn niet opgenomen in deze tabel, maar worden behandeld in Paragraaf 2.3 van deze gids.
2. Voor bepaalde bronnen die ook in de vrije tijd worden gebruikt is een eenvoudige maatregel, afstand houden, voldoende om de risico's voor actieve medische hulpmiddelen te beperken. De belangrijkste categorieën van deze bronnen worden genoemd in paragraaf 2.1 van deze gids. Meer informatie over specifieke bronnen van EMV en een indicatie voor veilige afstanden is te vinden in brochures van het ziekenhuis of de fabrikant van het medische hulpmiddel (zie hiervoor ook de websites in Paragraaf 5.1).

Afkortingen:

DECT, digital enhanced cordless telecommunications; EMV, elektromagnetische velden; HF, high frequency (korte golf); IT, information technology; kV, kilovolt; A, ampère; 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

2.3 Ziekenhuizen

Een bijzondere categorie bronnen is apparatuur voor diagnose en behandeling in ziekenhuizen en in cosmetische behandelcentra die EMV produceert. Hierbij kunnen in bepaalde omstandigheden risico's ontstaan voor patiënten, cliënten of werknemers met medische hulpmiddelen of metalen voorwerpen in of op het lichaam. Meer informatie over de beoordeling van de risico's voor werknemers is te vinden in hoofdstuk 4. Patiënten kunnen mogelijk worden blootgesteld aan EMV die sterker zijn dan de actieniveaus voor werknemers waar het Arbeidsomstandighedenbesluit naar verwijst. Deze gids gaat alleen over risico's van EMV voor medische hulpmiddelen in of op het lichaam van patiënten en werknemers. Bepaalde losstaande ziekenhuisapparatuur, bijvoorbeeld een monitor op de intensive care, kan ook gestoord worden door bronnen van hoogfrequente EMV.

Omdat in deze sector al veel specialistische kennis over de risico's beschikbaar is, wordt hier alleen een beknopt overzicht gegeven ter bewustwording. Daar waar risico's voor patiënten worden genoemd, kunnen in principe ook risico's ontstaan voor werknemers (artsen, verpleegkundigen, laboranten) die drager zijn van een medisch hulpmiddel of metalen voorwerp.

Magnetic resonance imaging (MRI)

Een van de sterkste EMV-bronnen in ziekenhuizen is de MRI-scanner, die statische magnetische velden, laagfrequente en hoogfrequente EMV produceert. Patiënten die een MRI-scan moeten ondergaan worden vooraf gescreend op actieve medische hulpmiddelen en metalen passieve medische hulpmiddelen of andere metalen voorwerpen. Onder bepaalde voorwaarden kunnen dragers van actieve of passieve medische hulpmiddelen soms toch gescand worden in een MRI-scanner. De mogelijkheden en beperkingen moeten voor elke individuele drager en hulpmiddel worden beoordeeld door de behandelend arts. Deze kan de risico's ook afwegen tegen het medisch belang van de scan. De fabrikant kan daaraan bijdragen door het ontwikkelen, testen en labelen van het hulpmiddel als 'MR conditional' (MRI-veilig onder specifieke voorwaarden) of 'MR safe' (MRI-veilig). Ook als een actief medisch hulpmiddel niet gestoord wordt door EMV van de MRI-scanner, is het mogelijk dat de metalen delen (elektroden, behuizing) risico's kunnen geven zoals overmatige opwarming of verplaatsing in het lichaam. De eerste maanden na implantatie is de kans op verplaatsing groter. Het is ook mogelijk dat na verwijdering of vervanging van het medische hulpmiddel metalen elektroden of andere onderdelen in het lichaam zijn achtergebleven. Er wordt dan een individuele afweging gemaakt tussen de risico's van het verwijderen ervan en de risico's van een MRI-scan zonder verwijdering, maar onder strikte voorwaarden.

Als uit de beoordeling blijkt dat de drager gescand kan worden, moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen. Voorbeelden van veiligheidsmaatregelen zijn het aanpassen van de instellingen van de MRI-scan (tijdsduur, sterkte van hoogfrequente en gradiëntvelden), aanpassen van de positie van de patiënt of spoelen, indien mogelijk tijdelijk uitzetten van het actieve hulpmiddel, verwijderen van externe delen en aanpassen van de programmering van het actieve hulpmiddel, monitoren van de hartfunctie tijdens de scan, beschikbaar houden van systemen en personeel voor de kunstmatige instandhouding van levensfuncties, onderzoeken van het functioneren van het actieve hulpmiddel en van mogelijk ongemak of verwonding na afloop van de scan. Meer bronnen van informatie over risico's van MRI-velden voor werknemers zijn te vinden in Paragraaf 5.2b.

Overige EMV-bronnen

De volgende EMV-bronnen kunnen risico's geven voor dragers van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen: automatische bloeddrukmeter, elektrische pomp of ventilator, electrocardiograaf of hartslagmonitor, generator en kabel voor laserchirurgie, elektrochirurgie (diathermie), ablatie, magnetische (katheter) navigatie, magnetische tissue-expander of mat voor chirurgische instrumenten, transcraniële magnetische stimulatie.

De volgende EMV-bronnen kunnen naast risico's voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen ook risico's geven voor metalen passieve implantaten en andere metalen voorwerpen in of op het lichaam: kortegolf-warmtetherapie, microgolf-hyperthermie en microgolf-prostaattherapie, cosmetische behandelingen met hoogfrequente EMV (huidverjonging, vetreductie).

Net als bij MRI geldt voor de meeste van deze bronnen geen absolute contra-indicatie. Mogelijk kunnen de risico's voor patiënten met medische hulpmiddelen voldoende worden beperkt met gepaste maatregelen zoals aanpassen van de instellingen van de EMV-bron en het hulpmiddel, verwijderen van actieve of geleidende delen van het hulpmiddel, afstand houden, monitoren en onderzoeken van het functioneren na afloop.

Risico's van andere fysische factoren

Deze gids gaat alleen over mogelijke risico's voor medische hulpmiddelen door blootstelling aan EMV. Er kunnen in ziekenhuizen ook andere soorten blootstelling zijn die risico's geven voor patiënten met actieve medische hulpmiddelen. Dit geldt met name voor ioniserende straling (radiotherapie en CT), therapeutische ultrasound, lithotripsie (niersteen- en galsteenvergruizing) en toediening van elektrische spanning of stroom via direct contact met elektrische geleiders (elektrochirurgie, externe defibrillator, monitoren met impedantiemeting, elektrische hersen- of zenuwstimulatie en elektroconvulsieve therapie).

Deel B: Aanvullende informatie voor het uitvoeren van de RI&E voor werknemers met medische hulpmiddelen

3. Interactie tussen EMV en medische hulpmiddelen

3.1 Risico's van verschillende soorten EMV

Statische elektrische velden (frequentie van 0 hertz) dringen niet door in het lichaam en hebben in het algemeen geen directe invloed op medische hulpmiddelen. Wel kunnen statische elektrische velden geleidende voorwerpen opladen, die bij aanraking een elektrische schok of contactstroom geven. Daardoor kan storing van een actief medisch hulpmiddel ontstaan.

Statische magnetische velden (frequentie van 0 hertz) dringen wel door in het lichaam. Als ze sterk genoeg zijn, kunnen ze krachten uitoefenen op metalen delen van actieve of passieve medische hulpmiddelen in het lichaam en die verplaatsten. Daardoor kan schade aan weefsels of organen ontstaan. Daarnaast kunnen statische magnetische velden elektrische schakelaars in actieve medische hulpmiddelen omzetten. Daardoor kan hun werking worden beïnvloed.

Laagfrequente EMV (frequenties tussen 0 en 100 kilohertz) kunnen elektrische velden en stromen in het lichaam opwekken. Als die sterk genoeg zijn, kunnen ze actieve medische hulpmiddelen in hun werking storen of beschadigen. Daarnaast kunnen laagfrequente EMV elektrische stromen opwekken in metalen delen van actieve en passieve medische hulpmiddelen in het lichaam, of kunnen deze hulpmiddelen de elektrische velden en stromen lokaal versterken. Daardoor kan elektrische prikkeling, overmatige opwarming of weefselschade ontstaan. Laagfrequente EMV kunnen in het hele lichaam doordringen en effecten hebben.

Hoogfrequente EMV (frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz) kunnen het lichaam opwarmen. Medische hulpmiddelen met metalen delen kunnen de opwarming van het lichaam lokaal versterken. Als de opwarming sterk genoeg is, kan het hulpmiddel of het omringende lichaamsweefsel beschadigd worden. Als de hoogfrequente EMV gemoduleerd worden met signalen in het laagfrequente gebied, kunnen deze worden gedetecteerd door actieve medische hulpmiddelen en hun werking verstoren. De doordringing van hoogfrequente EMV hangt af van de frequentie. Bij frequenties hoger dan 6 gigahertz dringen de EMV niet dieper door dan de huid. Ze kunnen dan praktisch gezien geen medische hulpmiddelen beïnvloeden die dieper in het lichaam zijn aangebracht. Ze kunnen nog wel medische hulpmiddelen beïnvloeden die zich vlak onder de huid of buiten op het lichaam bevinden.

Naast de bovengenoemde risico's voor de gezondheid kunnen ook risico's voor de veiligheid ontstaan. Zo is het in bepaalde arbeidssituaties mogelijk dat storing van een actief medisch hulpmiddel zoals een pacemaker leidt tot verlies van evenwicht, verlaagd bewustzijn, of een onterechte schok. Daardoor zou de drager kunnen vallen of een ongeluk kunnen krijgen met een voertuig of machine.

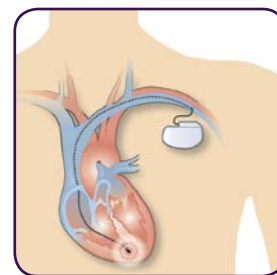
Voor alle medische hulpmiddelen geldt dat de handleiding en de website van de fabrikant specifieke informatie kan geven over de risico's door EMV. Websites van fabrikanten zijn te vinden in Paragraaf 5.1 van deze gids.

3.2 Interactie met actieve medische hulpmiddelen

Actieve medische hulpmiddelen beschikken over een energiebron en bewaken, ondersteunen of vervangen lichaamsfuncties. Ze kunnen in het lichaam geïmplanteerd zijn of op het lichaam gedragen worden. In het algemeen zijn actieve medische hulpmiddelen gevoeliger voor beïnvloeding door EMV, als ze sensoren voor het meten van lichaamseigenschappen bevatten en hun activiteit afhangt van de resultaten van deze metingen. Daarnaast zijn actieve medische hulpmiddelen met metalen elektroden voor meting of elektrische prikkeling gevoeliger dan hulpmiddelen zonder deze elektroden. Dit komt omdat deze elektroden een lus kunnen vormen die elektromagnetisch kan koppelen met EMV (als antenne kan werken). Moderne actieve medische hulpmiddelen zijn zodanig ontworpen en geprogrammeerd, dat storing door EMV zo veel mogelijk wordt beperkt. Wanneer ze zijn ontworpen om elektrische signalen te detecteren, kan storing of beschadiging echter niet worden uitgesloten. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste categorieën actieve medische hulpmiddelen en de manier waarop ze beïnvloed kunnen worden door EMV van bepaalde sterkten en frequenties.

Pacemaker

Een pacemaker is een implanteerbaar apparaat dat vooral wordt gebruikt voor meting van een te langzame hartslag (bradycardie of bradyaritmie) en behandeling ervan door elektrische prikkeling. Een speciale pacemaker wordt toegepast bij hartfalen (cardiale resynchronisatietherapie). Het apparaat bestaat uit een metalen behuizing van enkele centimeters met elektronische circuits, die zich onder de huid buiten de borstkas bevindt, en een, twee of drie elektrodedraden in het hart. Er bestaat ook een kleine pacemaker zonder elektrodedraden ('leadless'), die zich volledig in de hartkamer bevindt. Bij een normaal hartritme kunnen EMV het gemeten signaal elektrisch verstoren. Daardoor kan de pacemaker onnodig of op het verkeerde tijdstip elektrische prikkeling afgeven, of naar een 'storingsstand' omschakelen. Ook statische magnetische velden kunnen omschakeling naar een ongewenst prikkelingspatroon veroorzaken. Bij een abnormaal hartritme kunnen EMV ervoor zorgen dat het gestoorde ritme niet wordt gedetecteerd. Daardoor kan onterecht minder of geen elektrische prikkeling worden afgegeven. Unipolaire pacemakers zijn in het algemeen gevoeliger voor storing dan bipolaire pacemakers.



Figuur 1: Illustratie van een pacemaker met één elektrodedraad

ICD

Een ICD (implanteerbare cardioverter-defibrillator) is een implanteerbaar apparaat dat gevaarlijke hartritmestoornissen detecteert, zoals kamertachycardie en kamerfibrilleren, en die behandelt door elektrische prikkeling of elektrische schokken. Afhankelijk van het type hebben de meeste moderne ICDs ook een pacemakerfunctie. Een ICD bestaat uit een metalen behuizing met elektronische circuits onder de huid buiten de borstkas, die wat groter is dan die van een pacemaker, en een tot drie elektrodedraden in of op het hart. EMV kunnen als abnormale hartactiviteit worden gezien. Hierdoor kan de ICD onnodig schokken afgeven en gevaarlijke hartritmestoornissen opwekken. EMV kunnen het gemeten elektrische signaal ook verstoren. Daardoor kan de ICD naar een zogenaamde 'noise mode' omschakelen en is er geen detectie en behandeling van kamerritmestoornissen meer mogelijk. Ook statische magnetische velden kunnen het uitschakelen van de therapiefunctie van de ICD veroorzaken. ICDs hebben voor het detecteren van kamerfibrilleren een hogere meetgevoeligheid dan pacemakers. Daardoor zijn ze in het algemeen ook gevoeliger voor storing door EMV.

Neurostimulator

Geïmplanteerde neurostimulatoren prikkelen hersengebieden, ruggenmerg of zenuwen bij de behandeling van neurologische en psychiatrische ziekten zoals epilepsie, Parkinson, obsessief-compulsieve stoornis of chronische pijn. Ze kunnen ook worden toegepast bij hartfalen of gestoorde ademhaling, maag- of blaasfunctie. Er zijn ook stimulatoren voor elektrische prikkeling van bot- of spierweefsel. Het apparaat kan zich bijvoorbeeld bevinden in de buikholte of op de borstkas. De elektroden kunnen van daaruit leiden naar de hersenen, het ruggenmerg of zenuwen. EMV kunnen de werking van neurostimulatoren verstoren of tot onnodige prikkeling leiden. De werking van bepaalde neurostimulatoren kan worden beïnvloed door er bewust een speciale magneet boven te houden. Door de verscheidenheid aan neurostimulatoren is het lastig om algemene uitspraken te doen over de beïnvloeding door EMV. Individuele informatie van de fabrikant kan helpen bij de beoordeling.

Audiovisuele apparaten

Een cochleair implantaat (binnenoorprothese) is een elektronisch hoortoestel dat geluid opvangt en doorgeeft als hoorgewaarwording door elektrische prikkeling van de gehoorzenuw. Een middenoor-implantaat geeft geluid door aan de gehoorbeentjes die op hun beurt het slakkenhuis (de cochlea) stimuleren. Een hersenstam-implantaat kan het geluidsignaal doorgeven aan de hersenen als de gehoorzenuw niet functioneert. Een netvliescodeur ('retinal encoder') kan ruwe beelden doorgeven aan de hersenen als het netvlies in de ogen niet goed functioneert. De elektronische circuits in deze audiovisuele apparaten kunnen worden gestoord door EMV. Daardoor kan de werking worden gestoord of kunnen abnormale geluiden of beelden worden ervaren. De overdracht van informatie van de detector naar de stimulator kan radiografisch of door magnetische inductie plaatsvinden. Ook deze informatieoverdracht kan mogelijk worden gestoord door EMV. Door de verscheidenheid aan deze apparaten is het lastig algemene uitspraken te doen over hun beïnvloeding door EMV. Individuele informatie van de fabrikant kan helpen bij de beoordeling. Moderne hoortoestellen die niet geïmplanteerd zijn, maar buiten op of in het oor worden gedragen, zijn ontworpen om ongevoelig te zijn voor vrijwel alle EMV in arbeidssituaties en buiten het werk.



Figuur 2: Illustratie van een cochleair implantaat

Infusiepomp, vloeistofpomp of klep

Infusiepompen voor toediening van medicatie kunnen in of op het lichaam gedragen worden. Een voorbeeld is de insulinepomp bij diabetes. Deze pompen kunnen gekoppeld zijn aan sensoren die de concentratie van stoffen in het bloed meten (bijvoorbeeld de bloedsuikerspiegel). De pompen kunnen een magnetische schakelaar bevatten die gevoelig is voor statische magnetische velden. De werking van programmeerbare kleppen voor de afvoer van vocht uit ruggenmerg- of hersenholtes (bijvoorbeeld bij een waterhoofd) kan ook beïnvloed worden door statische magnetische velden. Laagfrequente of hoogfrequente EMV kunnen de werking van een infusiepomp of de communicatie tussen sensor en pomp beïnvloeden.



Figuur 3: Illustratie van een insulinepomp

Overige

Monitoren of sensoren kunnen lichaamsfuncties meten en verzenden naar registratieapparatuur. Een voorbeeld is de bloedsuikersensor bij diabetes. Daarnaast zijn er op het lichaam gedragen of geïmplanteerde hartritmonitoren ('loop recorders') en drukmeters voor de longslagader ('cardiomems'). In het algemeen geven deze storingen geen risico's voor de gezondheid, maar kunnen ze wel leiden tot ruis in het gemeten signaal. Elektromechanische prothesen kunnen elektrische signalen van het lichaam omzetten in beweging, zoals die van een handprothese. EMV kunnen de normale werking van deze hulpmiddelen verstoren.

3.3 Interactie met passieve medische hulpmiddelen en overige metalen voorwerpen

Passieve, geïmplanteerde medische hulpmiddelen met metalen delen en andere metalen voorwerpen in of op het lichaam kunnen zich verplaatsen in statische magnetische velden. Daardoor kan schade aan weefsels of organen ontstaan. De kans hierop is groter in de eerste maanden na de implantatie. Daarnaast kunnen laagfrequente EMV leiden tot versterking van elektrische velden en stromen in of dichtbij deze implantaten. Ook de opwarming door hoogfrequente EMV kan in de buurt van een implantaat worden versterkt. De sterkte van de interactie hangt af van de sterkte van de EMV en de grootte, vorm, plaats en richting van het implantaat in het lichaam. Vooral in metalen implantaten die een gesloten circuit vormen, zoals een ring, kunnen sterkere stromen lopen. Afhankelijk van de frequentie van de EMV en de afmetingen van het metalen implantaat kan het als antenne werken. Daardoor kan de lokale sterkte van het veld en de opwarming in het lichaam worden vergroot. Dit effect is het sterkst als de afmetingen van het implantaat ongeveer even groot zijn als de golflengte van de EMV.

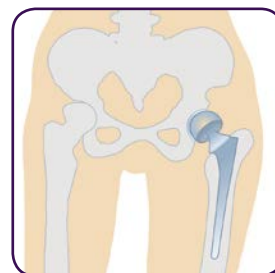
Voor het optreden van risico's voor metalen passieve implantaten zijn sterkere EMV nodig dan voor storing van actieve medische hulpmiddelen. Zulke sterke EMV komen in het algemeen alleen voor in een beperkt aantal arbeidssituaties of bij bepaalde ziekenhuisapparatuur. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste categorieën passieve medische hulpmiddelen met metalen delen en overige metalen voorwerpen in of op het lichaam.

Metalen delen van actieve medische hulpmiddelen

Hieronder vallen de metalen behuizing, elektrodes, naalden of zendantennes van pacemakers, ICDs, infusiepompen, cochleair implantaten, middenoor-implantaten, bot-verankerde hoorapparaten, invasieve EEG-monitors en spier-, hersen-, ruggenmerg- of zenuwstimulatoren. Ook als het actieve deel van een medische hulpmiddel uit het lichaam is verwijderd, is het mogelijk dat passieve metalen delen zoals elektroden in het lichaam zijn achtergebleven.

Inwendige passieve medische hulpmiddelen

Hieronder vallen metalen stents, filters of spiraaltjes in bloedvaten, vaatclips, chirurgische klemmen, annuloplastiekringen, hartkleppen, septaalschotten ('septal defect occluders'), orthopedische prothesen met metalen delen zoals kunstgewrichten (heup-, knie- en schouderprothesen), kunstledematen, botpennen, -platen en -draden, wervelstabilisatoren, ooglidveer of -spiraal, penisimplantaat, schroeven, nietjes, metalen gaasjes en hecht draad, metalen markers en zaadimplantaten voor brachytherapie (inwendige radiotherapie). Sommige borstprothesen of tijdelijke borst-expanders bevatten metalen of magnetische onderdelen. Ook bepaalde typen inwendige voorbehoedsmiddelen met metalen delen (spiraaltje, pessarium) kunnen risico's geven bij sterke EMV zoals die van een MRI-scanner.



Figuur 4: Illustratie van een metalen heupprothese

Uitwendige passieve medische hulpmiddelen

Uitwendig gedragen medische hulpmiddelen ter correctie van standafwijkingen of abnormale beweeglijkheid van gewrichten of van de wervelkolom (orthesen) kunnen metalen delen bevatten die in sterke EMV risico's kunnen geven. Dit geldt ook voor metalen gebitsvullingen, beugels of plaatjes in de mondholte. Bepaalde pleisters voor toediening van medicijnen bevatten metalen delen die kunnen opwarmen door EMV. Daardoor kan schade aan de huid ontstaan of kan overdosering optreden. Toegangspoorten voor intraveneuze katheters bevatten in het algemeen geen metalen delen, maar een daarop aangesloten connector, statief of (veiligheids)speld kan wel een risico veroorzaken als die in contact komt met de huid.

Overige metalen voorwerpen

Tatoeages of permanente make-up kunnen ijzeroxide of andere geleidende metaaldeeltjes bevatten. Deze kunnen opwarmen in hoogfrequente velden, waardoor schade aan de huid kan ontstaan. Metalen sierraden, piercings, brillen, koorden, labels, knopen en ritssluitingen die direct contact met de huid maken en kogels, granaatscherven of andere metaalfragmenten (schilfers, splinters) die in het lichaam zijn achtergebleven kunnen ook risico's geven in sterke EMV.

4. Aandachtspunten voor RI&E en preventiemaatregelen

4.1 Algemene procedure

De werkgever inventariseert of er werknemers zijn waarvan bekend is dat ze een medisch hulpmiddel of metalen voorwerpen in of op het lichaam dragen. De werkgever moet er op bedacht zijn dat ook nieuwe werknemers of bezoekers deze hulpmiddelen of voorwerpen kunnen dragen. Werknemers met medische hulpmiddelen kunnen soms terughoudend zijn met het geven van informatie uit vrees om hun baan te verliezen. De werkgever informeert alle werknemers over de mogelijke risico's van EMV voor dragers van medische hulpmiddelen of metalen voorwerpen en kan eventuele dragers van een medisch hulpmiddel oproepen om zich te melden bij de bedrijfsarts. Daarbij kan worden aangegeven dat de RI&E dient ter bescherming van de gezondheid en veiligheid van de werknemer en dat die in de meeste gevallen, met eventuele aanpassingen, het werk kan blijven doen. Het is verstandig de bedrijfsarts als mee-lezer te betrekken bij de RI&E, omdat die vanuit haar of zijn expertise de belastbaarheid van de werknemer kan inschatten.

Als bekend is dat een werknemer een medisch hulpmiddel of metalen voorwerpen in of op het lichaam heeft, verzamelt de werkgever informatie over de bronnen van EMV waaraan die werknemer kan worden blootgesteld. Vervolgens bepaalt de werkgever of daarbij bronnen zijn waarvoor nadere beoordeling nodig is voor deze werknemer (zie Paragraaf 2.2). Als alle bronnen van EMV waaraan de werknemer kan worden blootgesteld in de groene categorie vallen, en de behandelend arts geen waarschuwingen heeft gegeven over een verhoogde gevoeligheid van het medische hulpmiddel, zijn nadere beoordeling en maatregelen niet nodig.

Voor bronnen zoals die in de kantooromgeving, waarvoor eenvoudige maatregelen zoals afstand houden voldoende zijn, hoeft de blootstelling niet verder te worden onderzocht. Voor bepaalde bronnen van sterkere of in sterkte variërende EMV kan het nodig zijn om specifieke gegevens te verzamelen over de frequenties en de sterkte op de werkplek. Deze kunnen worden opgevraagd bij de fabrikant van de EMV-bron of beschikbaar zijn in informatiebestanden van beroepsverenigingen (zie Paragraaf 5.2b). Als deze gegevens onvoldoende informatie opleveren, kan de sterkte van EMV door een deskundige worden gemeten of berekend. Als er metingen op de werkplek worden uitgevoerd, dienen deze op dezelfde hoogte te worden gedaan als die van het medische hulpmiddel in of op het lichaam en in omstandigheden van de hoogst mogelijke blootstelling van de werknemer.

Daarnaast verzamelt de werkgever met medewerking van de werknemer informatie over de fabrikant, het merk en typenummer, de instellingen en de plaatsing van het medische hulpmiddel en de mogelijke risico's van EMV. Deze kunnen deels beschikbaar zijn op het pasje dat de drager in het ziekenhuis heeft gekregen. De belangrijkste bronnen van specifiekere informatie zijn de fabrikant en de arts die de behandeling begeleidt. Daarbij is het belangrijk dat wordt gecontroleerd of de informatie van toepassing is op de specifieke frequenties en sterkten van EMV waaraan de werknemer kan worden blootgesteld.

Als op basis van de vergelijking van de maximale blootstelling op het werk met de gevoeligheid van het medische hulpmiddel aannemelijk is dat er geen schadelijke effecten kunnen optreden, hoeven geen maatregelen te worden genomen. Als schadelijke effecten niet kunnen worden uitgesloten, moet er nader onderzoek worden gedaan. In bepaalde gevallen kan het ziekenhuis waar het hulpmiddel is geïmplanteerd helpen bij het uitvoeren van een specifiek werkplekonderzoek met het medische hulpmiddel of een storingstest in een laboratorium. De bedrijfsarts kan als aanvullend deskundige bij het werkplekonderzoek worden betrokken.

De uitkomsten van de RI&E en de genomen maatregelen worden geregistreerd en bewaard. Als de situatie verandert, moet een nieuwe RI&E worden uitgevoerd. Dit kan gebeuren als de EMV-bron of sterkte wordt gewijzigd, als de werkzaamheden van de werknemer wijzigen, als er een vermoeden van storing van het hulpmiddel is, als de instellingen van het medische hulpmiddel worden gewijzigd of als er een nieuw hulpmiddel wordt aangebracht. De werknemer wordt geadviseerd om dergelijke veranderingen aan de werkgever te melden.

4.2 Actieve medische hulpmiddelen

Algemene informatie over de beoordeling van storing van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen wordt gegeven in de Europese norm 50527-1. Specifieke criteria voor beoordeling van storing van pacemakers, ICDs en neurostimulatoren worden respectievelijk gegeven in Europese normen 50527-2-1, 50527-2-2 en 50527-2-3 (zie Paragraaf 5.3). Aanvullende gegevens voor de frequenties die niet door deze normen afgedekt worden zijn te vinden in een praktische gids van het Duitse ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (zie Paragraaf 5.3b). Deze beoordelingen gaan er in eerste instantie vanuit dat de blootstelling aan statische magnetische velden niet hoger mag zijn dan 0,5 millitesla en dat overige EMV niet sterker mogen zijn dan de referentieniveaus in Aanbeveling 1999/519/EG van de Europese Unie.

Het is mogelijk dat het medische hulpmiddel en de instellingen daarvan bij een individuele werknemer zodanig zijn, dat storing pas optreedt bij sterkere EMV dan de Europese normen in de serie 50527 aangeven. Aan de andere kant kunnen niet-standaardinstellingen soms juist voor een hogere gevoeligheid voor EMV zorgen. In dat geval kan storing optreden bij zwakkere EMV dan die waar deze Europese normen vanuit gaan. De drager van het medische hulpmiddel kan daarover specifieke waarschuwingen van de behandelend arts hebben gekregen. Een hogere gevoeligheid is bijvoorbeeld mogelijk bij pacemakers waarbij de elektrode als unipolair geprogrammeerd is. Ook oudere actieve medische hulpmiddelen van voor 1 januari 1995 kunnen mogelijk gevoeliger zijn voor storing door EMV dan moderne hulpmiddelen waar de Europese normen zich op baseren. Specifieke informatie van de fabrikant en het ziekenhuis, of bij twijfel het individueel laten testen van de storingsgevoeligheid van het medische hulpmiddel, kan daar een aanwijzing voor geven. Een eerste beoordeling van de blootstelling en de storingsgevoeligheid van het medische hulpmiddel kan al voor de implantatie worden uitgevoerd. In dat geval kan bij de keuze van het hulpmiddel en de programmering ervan mogelijk rekening worden gehouden met de uitkomsten van deze beoordeling.

Soms kan storing van het medische hulpmiddel niet worden uitgesloten op basis van de gegevens over de sterkte van de blootstelling en de gevoeligheid van het hulpmiddel. Het kan soms ook moeilijk zijn om de arbeidsplaats zodanig aan te passen dat de referentieniveaus in Aanbeveling 1999/519/EG van de Europese Unie niet worden overschreden. In die gevallen kan met toestemming van de werknemer en in overleg met de behandelend arts en de fabrikant een storingstest worden uitgevoerd op de werkplek. Daarbij worden het functioneren van het hulpmiddel en eventuele effecten op de hartfunctie geregistreerd en is noodbehandeling, zoals een externe defibrillator, beschikbaar. Het hulpmiddel heeft daarbij de normale instellingen voor therapie en wordt niet uitgeschakeld. De sterkte van EMV op de plaats van de werknemer wordt gemeten. Als er meerdere werkplekken met 'verdachte' bronnen van EMV zijn, worden die in volgorde van oplopende veldsterkte onderzocht. De werknemer draait zich daarbij langzaam rond om de invloed van de richting van het veld vast te stellen. Als een storing wordt gedetecteerd, kan de werknemer gevraagd worden om van de EMV-bron af te bewegen tot er geen storing meer wordt gemeten. Als deze procedure naar het oordeel van de behandelend arts te risicovol is, kan deze worden gevraagd een alternatieve test of aangepaste activiteit voor te stellen.

De beoordeling, meting en berekening van de blootstelling aan elektromagnetische velden dient te worden uitgevoerd door deskundigen. Er zijn ook persoonlijke EMV-meters op de markt die een vaste limiet hanteren voor waarschuwingen over mogelijke storing van actieve medische hulpmiddelen. Deze meters gaan in principe uit van de meest ongunstige apparatuur, instellingen en omstandigheden en kunnen dus onnodig beperkend werken. De instellingen kunnen bovendien gebaseerd zijn op verouderde typen actieve medische hulpmiddelen, die buiten het lichaam zijn beoordeeld en niet op een gestandaardiseerde manier zijn geprogrammeerd. Deze meters kunnen een beoordeling van de EMV-blootstelling en risico's door een deskundige daarom niet vervangen.

Actieve medische hulpmiddelen die op het lichaam worden gedragen zijn niet gevoeliger dan actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen. Als ze niet ontworpen zijn om lichaamseigenschappen te meten, zijn ze mogelijk juist minder gevoelig. Informatie van de fabrikant of behandelend arts kan uitsluitend geven over de sterkte en frequenties van EMV waarbij storing kan optreden.

Contactstromen zijn elektrische stromen die kunnen optreden wanneer een persoon in contact komt met een voorwerp dat elektrisch geladen is door EMV (indirect effect). Het Arbeidsomstandighedenbesluit verwijst naar aparte limieten voor blootstelling aan contactstromen, maar die gelden alleen voor directe effecten op het lichaam. Er zijn aanwijzingen dat contactstromen lager dan deze limieten actieve medische hulpmiddelen kunnen beïnvloeden. Informatie van de fabrikant of behandelend arts kan uitsluitend geven over de sterkte van contactstromen waarbij storing kan optreden. Na toevallige blootstelling van de drager aan contactstromen of vonkontladingen dienen in ieder geval de gezondheid van de werknemer en de werking en instellingen van het medische hulpmiddel te worden onderzocht.

4.3 Passieve medische hulpmiddelen en metalen voorwerpen

Statische magnetische velden met een magnetische fluxdichtheid van 0,5 millitesla of zwakker geven geen verhoogd risico op beweging van passieve implantaten met metalen delen en overige metalen voorwerpen in het lichaam. Het actieniveau van 0,5 millitesla voor statische magnetische velden waarnaar het Arbeidsomstandighedenbesluit verwijst, biedt dus niet alleen bescherming tegen risico's voor actieve medische hulpmiddelen zoals pacemakers, maar ook tegen risico's voor passieve implantaten. Er zijn aanwijzingen dat in de praktijk statische magnetische velden tot 30 millitesla geen verhoogd risico geven voor specifieke passieve implantaten. Informatie van de fabrikant en behandelend arts over de samenstelling, plaats en functie in het lichaam kunnen hierover uitsluitend geven.

Laagfrequente en hoogfrequente EMV geven in het algemeen pas risico's voor passieve medische hulpmiddelen en overige metalen voorwerpen bij sterkere EMV dan die waarbij risico's voor actieve medische hulpmiddelen ontstaan. Het aantal bronnen waarbij de risico's kunnen optreden is dus kleiner dan voor actieve medische hulpmiddelen (zie Paragraaf 2.2). De gevoeligheid voor schadelijke effecten (versterking van elektrische velden en stromen, opwarming) hangt af van de functie, plaats, afmetingen, vorm en samenstelling van het implantaat. Indien de medische gegevens onvoldoende duidelijkheid over de plaats van het implantaat geven, kan het nodig zijn om daarvoor een röntgenfoto te maken. Men moet erop bedacht zijn dat na het weghalen of vervangen van actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen bepaalde metalen onderdelen zoals elektrodedraden in het lichaam kunnen achterblijven.

Er treden in ieder geval geen schadelijke effecten op als de sterkte van EMV lager is dan de referentieniveaus in Aanbeveling 1999/519/EG van de Europese Unie. Voor laagfrequente velden geeft de praktische gids van het Duitse ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (zie Paragraaf 5.3b) een actieniveau voor passieve medische hulpmiddelen dat hoger is dan deze referentieniveaus.

4.4 Maatregelen

Als uit de RI&E blijkt dat bij een bron van EMV risico's voor een werknemer met een medisch hulpmiddel kunnen optreden, maakt de werkgever een plan van aanpak met technische en organisatorische maatregelen ter voorkoming van deze risico's. Daarin kunnen de volgende maatregelen om de risico's te beperken in aanmerking komen:

- Vermindering van de blootstelling door keuze voor een andere bron, andere instellingen van de bron, aarden van de bron, afscherming van de bron of aanpassing van de plaats van de stroomgeleiders naar de bron
- Vergroten van de afstand tot de bron
- Aanpassen van de gebruiksaanwijzing van de bron met speciale instructies voor werknemers met een medisch hulpmiddel
- Instellen van gebieden waar werknemers met het medische hulpmiddel niet mogen komen (zoning)
- Aanbrengen van waarschuwingen en verbodsborden (zie Paragraaf 5.4)
- Vermindering van het risico op contactstromen door het dragen van isolerende handschoenen, schoenen of laarzen
- Indien mogelijk aanpassen van de instellingen (gevoeligheid) van het actieve medische hulpmiddel door de behandelend arts

Daarnaast moet de werkgever voorlichting en onderricht geven aan werknemers over de risico's, de maatregelen en de mogelijke symptomen van storing van het medische hulpmiddel. Daarbij is het belangrijk om niet alleen voorlichting te geven aan de dragers van het medische hulpmiddel, maar ook aan hun collega's en bezoekers aan het bedrijf.

Deel C: Waar vind ik meer informatie?

5. Bronnen van uitgebreidere informatie

5.1 Informatieve websites

a) Publieke organisaties:

Meldpunt Bijwerkingen Implantaten:

<https://www.rivm.nl/meldpunt-bijwerkingen-implantaten>

Het doel van het Meldpunt Bijwerkingen Implantaten is het (vroeg) signaleren van mogelijke problemen met een implantaat. Via het Meldpunt Bijwerkingen Implantaten kunnen gebruikers/patiënten en zorgprofessionals (mogelijke) bijwerkingen van implantaten melden.

Harteraad:

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

Hartstichting:

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

Stichting ICD dragers Nederland

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

(bevat ook een lijst van EMV-bronnen in het dagelijks leven die een ICD kunnen storen)

Kennisplatform ElektroMagnetische Velden:

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

b) Fabrikanten van actieve medische hulpmiddelen:

Abbott (voorheen St.Jude Medical):

<https://www.cardiovascular.abbott/us/en/patients/support.html>

<https://www.neuromodulation.abbott/us/en/homepage.html>

Biotronik:

<https://www.biotronik.com/nl-nl/patients/daily-life/living-with-a-health-condition/electronic-equipment>

<https://manuals.biotronik.com/>

Boston Scientific:

<https://www.bostonscientific.com/en-US/patient-and-caregiver-support.html>

<http://www.bostonscientific.com/manuals/manuals/landing-page/EU-dutch.html>

Medtronic:

<https://www.medtronic.com/nl-nl/patienten/elektromagnetische-invloeden.html>

http://manuals.medtronic.com/manuals/main/nl_NL/home

Livanova (voorheen Cyberonics):

<https://livanova.com/>

5.2 Regelgeving en richtsnoeren

a) Regelgeving

EMV in het Arbeidsomstandighedenbesluit:

<https://wetten.overheid.nl/>

(zoeken op titel “Arbeidsomstandighedenbesluit”, navigeren naar artikelen 6.12h t/m 6.12o)

Verordening medische hulpmiddelen:

Europees Parlement en Raad van de Europese Unie (2017)

Verordening (EU) 2017/745 van het Europees Parlement en van de Raad betreffende medische hulpmiddelen.

Publicatieblad van de Europese Unie L117: 1–175.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>

EU-aanbeveling:

Raad van de Europese Unie (1999) Aanbeveling van de Raad

van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling

van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz

— 300 GHz (1999/519/EG). Publicatieblad van de Europese

Gemeenschappen L199: 59–70.

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

b) Praktische richtsnoeren

Praktische gids EMV van SZW:

Stam R., J.F.B. Bolte, M.J.M. Pruppers (2016)

Elektromagnetische velden in arbeidssituaties. Beknopte

gids voor de Nederlandse situatie. Ministerie van Sociale

Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag.

<https://www.arboportaal.nl/documenten/brochure/2016/07/01/elektro--magnetische-velden-in-arbeidssituaties>

Praktische gids EMV van de Europese Commissie: Europese Commissie (2015) Niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2013/35/EU Elektromagnetische velden. Deel 1: Praktische gids. <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14741&langId=nl> (Specifieke informatie over risico's voor werknemers met medische hulpmiddelen is te vinden in Aanhangsel E; specifieke informatie over risico's voor werknemers bij MRI is te vinden in aanhangsel F)

RIVM-brochure over meten van EMV: Bolte, J.F.B. (2016) Aandachtspunten bij metingen aan elektromagnetische velden in arbeidssituaties. RIVM, Bilthoven. <https://www.rivm.nl/aandachtspunten-bij-metingen-aan-elektromagnetische-velden-in-arbeidssituaties>

5.3 Technische documenten

a) Europese normen voor metingen en beoordelingen

De volgende (Engels- en Franstalige) Europese normen kunnen door de werkgever of de betrokken meetinstellingen worden gebruikt voor de RI&E met betrekking tot werknemers met actieve medische hulpmiddelen:

EN 50527-1 Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 1: General

EN 50527-2-1 Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 2-1: Specific assessment for workers with cardiac pacemakers

EN 50527-2-2 Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 2-2: Specific assessment for workers with cardioverter defibrillators (ICDs)

EN 50527-2-3 Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 2-3: Specific assessment for workers with implantable neurostimulators

Meer informatie over geharmoniseerde Europese normen is te vinden op de website van NEN: <https://www.nen.nl/>

b) Overige bronnen van technische informatie

Heinrich, H. en F. Börner (2015) Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz. Sicherheit von Beschäftigten mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.

<http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/forschungsbericht-fb451.html> (Duitstalige praktische gids van het Bundesministerium für Arbeit und Soziales, geeft aanvullende informatie voor de RI&E voor situaties die onvoldoende worden afgedekt door de Europese normen)

VWVA (Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Arbeidsgezondheidskunde (2016) Het risico van elektromagnetische velden voor werknemers met cardiovasculaire actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen. WVVA, Leuven. <http://www.vwva.be/permanente-vorming/werkgroep-wetenschappelijk-advies/> (bevat praktijkvoorbeelden van de RI&E)

5.4 Verbods- en waarschuwingsborden

De in deze afdeling genoemde officiële verbods- en waarschuwingsborden kunnen worden gebruikt bij voor het signaleren van risico's van EMV in arbeidssituaties voor medische hulpmiddelen of metalen voorwerpen.

A. Verbodsborden



geen toegang met
pacemaker of
defibrillator



geen toegang met
metalen implantaten



verboden metalen
voorwerpen of
uurwerken mee te
nemen

B. Waarschuwborden



belangrijk
magnetisch veld



niet-ioniserende
straling

De geharmoniseerde Europese norm EN-ISO 7010:2012 bevat een overzicht van alle beschikbare veiligheidsborden. Digitale figuren van de borden zijn te vinden op: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:ISO_7010_safety_signs_%28vector_drawings%29

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

december 2019

De zorg voor morgen begint vandaag