

## Bijlage 37

### Bijlage bij het onderwerp "stralingen"

Deze bijlage is onderverdeeld in de volgende onderwerpen:

paragraaf	omschrijving
<b>37.1</b>	<b>Hoofdgroep optische straling</b>
<b>37.2</b>	<b>Hoofdgroep elektromagnetische velden</b>
<b>37.2.1</b>	<b>bepalen van maatregelen in werkomgevingen via flowdiagram</b>
<b>37.2.2</b>	<b>Werknemers met een verhoogd risico</b>
<b>37.2.3</b>	<b>Veiligheidsrisico's m.b.t. elektromagnetische velden</b>
<b>37.2.4</b>	<b>Bijlage m.b.t. limieten in de richtlijn</b>
<b>37.2.5</b>	<b>Veiligheidssignaleringen die men kan tegenkomen bij stralingen</b>

#### 37.1 Hoofdgroep optische straling

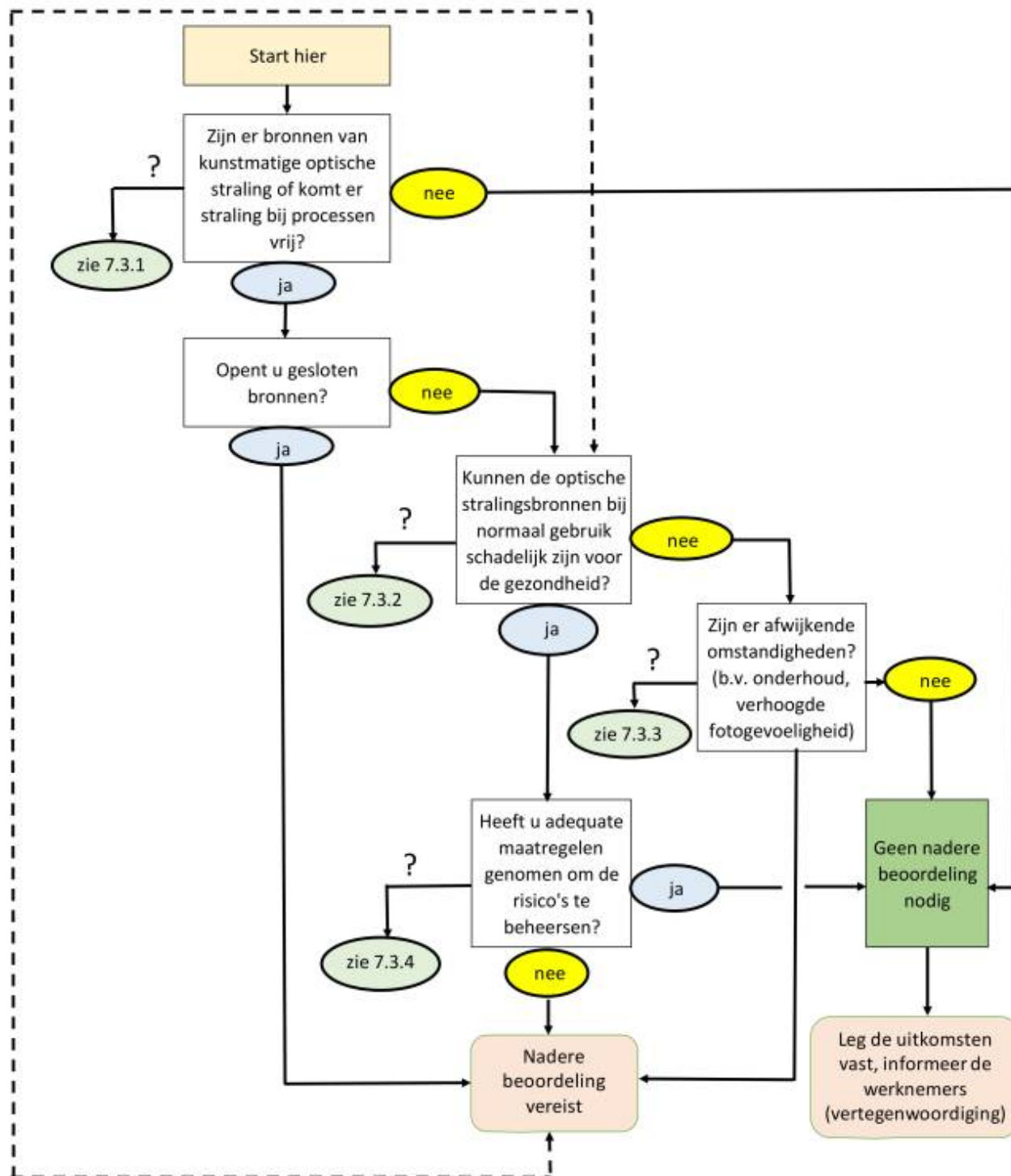
Indeling van deze paragraaf

37.1.1.	Nadere beoordeling optische bronnen en processen
37.1.2	Grenswaarden voor blootstelling aan niet-coherente straling
37.1.3	Grenswaarden voor blootstelling aan coherente straling (laserstraling)
37.1.4	Persoonlijke beschermingsmiddelen

##### 37.1.1 Nadere beoordeling optische bronnen en processen

###### Beoordelingsschema

Voor een nadere beoordeling van optische bronnen en processen kan men het hier onderstaande schema volgen en op de aangegeven plaatsen waar nodig de informatie bij de verwijzing nalezen.



Hieronder worden de items 7.3.1 t/m 7.3.4 uit het schema toegelicht

### 7.3.1 Zijn er bronnen van optische straling en/of komt optische straling vrij

Kunstmatige optische straling omvat al de straling die door kunstmatige bronnen wordt uitgestraald in alle vormen zoals UV, zichtbare straling, IR en laserstraling. Vrijwel alle werknemers staan bloot aan een vorm van optische straling, hetzij afkomstig van de algemene verlichting, van apparatuur of van een proces.

### 7.3.2 Kan de optische straling schadelijk zijn (onder normale omstandigheden)?

Het merendeel van de bronnen van optische straling is veilig. Er zijn drie informatiebronnen die gebruikt kunnen worden om te beoordelen of de bron of toepassing veilig is. De norm EN-12198, het TNO rapport *Optische straling in arbeidssituaties* en *A Non-Binding to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC*.

Bronnen van kunstmatige straling die volgens de norm *EN-12198* in categorie 0 en 1 worden ingedeeld zijn veilig. Categorie 0 bronnen zijn bronnen met een verwaarloosbare blootstelling., waarvoor geen speciale beschermingsmaatregelen nodig zijn. Categorie 1 bronnen zijn bronnen, die bij gebruik onder normale omstandigheden, conform de veiligheidsvoorschriften van de producent, als veilig beschouwd mogen worden. Voor bronnen uit categorie 2 bestaat het risico op overschrijding van de blootstellingslimieten en zijn beschermende maatregelen noodzakelijk. Deze bronnen en bronnen waarvoor geen eenduidige categorie-indeling gemaakt kan worden mogen niet zonder meer als veilig worden beschouwd.

TNO deelde categorie 2 op in twee subcategorieën. Categorie 2A bronnen betreft werkomgevingen met hoge emissieniveaus maar waarbij de blootstelling voorspelbaar zijn. Categorie 2B zijn werkomgevingen met hoge emissieniveaus maar waarbij de blootstellingen onvoorspelbaar zijn. Categorie 2A kan veilig zijn, mits de juiste beheersmaatregelen toegepast zijn (zie 7.3.4), voor categorie 2B is een nadere beoordeling nodig.

Een indeling in categorieën van verschillende bronnen en activiteiten met verschillende types kunstmatige optische straling staat in tabel 5. De door de non-binding guide aangeven veilige situaties staan in tabel 6.

Niet alle bronnen zijn eenvoudig in een categorie in te delen. Voor deze bronnen is een nadere beoordeling van het risico nodig.

#### **Tabel 5 Indeling bronnen of activiteiten in categorie 0, 1, 2A of 2B**

N.B. in deze tabel alleen bronnen of activiteiten genoemd die kunnen voorkomen in de Waterbouw.

<b>Bron of activiteit met optische straling</b>	<b>Normaal gebruik</b>	<b>Onderhoud</b>
Afstandsbediening	0	0
Barcodescanner	0	1
Desinfecteren van water	0	2B
Displays en schermen	*	*
Droogprocessen met IR	1	2A
Droogprocessen met UV	1	2B
Fluoresentie-onderzoek	*	2B
Hygiënische toepassingen	*	*
IR-therapie	0	1
Laserbewerkingen (incl. laserlassen)	1	2B
Laserprinter	0	2A
Laserprojectie	*	2B
Lassen (behalve puntlassen en laserlassen) <sup>1</sup>	2A	2A
Materiaalonderzoek	*	*
Meet- en richtlasers	1	1
Puntlassen (elektrisch) <sup>1</sup>	0	0
Reinigen van oppervlakken met UV/ozon	1	2B
Snijden door verhitting <sup>1</sup>	2A	*
Spuiten (onder verhitting) <sup>1</sup>	2A	2A
UV-therapie	1	2B
Verlichting (normaal)	0	0
Verlichting (sterke bronnen)	0	1
Verlichting (sterke bronnen, experimenteel)	1	2A

Bron of activiteit met optische straling	Normaal gebruik	Onderhoud
Zonbank	1	*

<sup>1</sup> Betekent dat de relevante straling een bijproduct van proces of bron is

\* Er kan geen eenduidige categorie worden toegekend

**Tabel 6 Veilige bronnen/omstandigheden conform de non-binding guide to the artificial optical radiation directive**

<b>Bronnen met verwaarloosbare blootstelling, die als 'veilig' beschouwd kunnen worden</b>	
Plafond TL-verlichting met diffusors op de lampen	
Computer of soortgelijk beeldschermapparatuur	
Plafond compacte fluorescentielampen	
Compacte TL-verlichting	
UV-A insectenvallen	
Plafond halogeen algemene verlichting	
Tungstenlamp voor taakverlichting	
Plafond wolframlampen	
Fotokopieerapparaten	
Interactieve whiteboard presentatie-apparatuur	
Indicator LED's	
Personal digital assistants	
Voertuig-indicator, rem-, achteruitrij- en mistlampen	
Fotografische flitslampen	
Gasgestookte straalkachels	
Straatverlichting	
<b>Bronnen die waarschijnlijk geen gezondheidsrisico inhouden onder specifieke omstandigheden</b>	
Bron	Veilige werkomstandigheden
Koplampen van een voertuig	Veilig mits verlengd in de straal lijken wordt vermeden
Alle "Exempt Group"-producten (volgens EN 62471)	Veilig mits niet in de straal wordt gekeken,
	Kan onveilig zijn als de bescherming wordt weggenomen
Klasse 1 laserapparatuur (60825-1)	Veilig mits bescherming niet wordt opengemaakt
Lage druk UV-A blacklight	Veilig mits niet in de straal wordt gekeken
Desktop projectoren (beamers)	Veilig mits niet in de straal wordt gekeken
Metal halide/hoge druk kwik schijnwerper	Veilig mits veiligheidsglas intact is en niet in gezichtsveld
Fluorescerende plafond verlichting zonder diffusoren	Veilig bij normale verlichtingsniveaus (ca. 600 lux)

Voor het beoordelen van verschillende soorten lampen bestaat een aantal vuistregels die als hulpmiddel gebruikt kunnen worden (zie tabel 7).

**Tabel 7. Vuistregels beoordelen van lampen**

*	Heeft de lamp één gloeidraad en geen verdere aansluitingen dan gaat het naar alle waarschijnlijkheid om een <u>gloeilamp</u> of <u>halogeenlamp</u> . In ieder geval zendt de lamp relatief veel IR-straling uit en (afhankelijk van de gloeidraadtemperatuur) ook zichtbare straling en (daarbovenop afhankelijk van de glassoort) mogelijk ook enige UV-straling (speelt alleen bij halogeen een mogelijke rol). Bij reflector halogeenlampen met een ingebouwd venster voor de lamp opening gaat het naar alle waarschijnlijkheid om algemene verlichting. Halogeenlamp-armaturen die bedoeld zijn voor algemene verlichting zijn voorzien van UV-filters
*	Heeft de lamp een heldere omhulling en twee gloeidraden, dan gaat het naar alle waarschijnlijkheid om een <u>gasontladingslamp</u> . Voorzichtigheid is geboden, raadpleeg de bijsluiter of informeer bij de leverancier (uitzonderingen daargelaten zoals een gewone traditionele autokoplamp met aparte gloeidraad voor dimlicht en grootlicht).
*	Als er geen gloeidraad te zien is dan gaat het naar alle waarschijnlijkheid om een <u>booglamp</u> . Het spectrum bevat dan steile lijnen en dat kan risico's opleveren. Voorzichtigheid is geboden, raadpleeg de bijsluiter of informeer bij de leverancier.
*	Ligt er een kwikdruppeltje in de lamp dan is het een <u>kwiklamp</u> en moet u ervan uitgaan dat de lamp aanzienlijke hoeveelheden UV-straling uitzendt.
*	Een TL-buis of PL-lamp met een glasheldere omhulling is naar alle waarschijnlijkheid een UV-C-lamp en moet dus zondermeer als gevaarlijk worden beschouwd (ook als er geen waarschuwingssymbool op straat).
*	Een TL-buis of PL-lamp die wel een fosforcoating heeft maar slechts een flets blauwig licht geeft (en veel minder dan bij een normale buis van eenzelfde vermogen) is naar alle waarschijnlijkheid een <u>UV-A en/of UV-B-lamp</u> . Voorzichtigheid is geboden, raadpleeg de bijsluiter of informeer bij de leverancier.
*	Een lamp met een zeer donkere paarsachtig gekleurde glasballon of glasbuis is naar alle waarschijnlijkheid een <u>UV-A-lamp</u> . Voorzichtigheid is geboden, raadpleeg de bijsluiter of informeer bij de leverancier. b
*	Een lamp met een geheel spiegellend of dof metalig glanzend (de metaallaag kan zich aan de binnenkant van een glasachtige omhulling bevinden) of donkerrood oppervlak is waarschijnlijk een <u>IR-lamp</u> .

### 7.3.3 Zijn er afwijkende omstandigheden?

Om vast te stellen dat *alle* werknemers voldoende beschermd zijn tegen de risico's van optische straling zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- Zijn er werknemers met een verhoogd risico. bijvoorbeeld werknemers met een verhoogde fotogevoeligheid? Dit kan door erfelijke aanleg of ziekte, maar ook door zwangerschap of medicijngebruik.
- Worden er stoffen op de werkplek toegepast die de fotogevoeligheid kunnen verhogen of gebruiken werknemers stoffen (bijvoorbeeld huidcrèmes) die de gezondheidseffecten van de straling kunnen versterken?
- Worden werknemers aan meerdere bronnen tegelijkertijd blootgesteld?
- Kan de optische straling tot indirecte effecten leiden waardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan? Bijvoorbeeld tijdelijke verbinding door felle lichtbronnen.

Indien uit stap 7.3.1 en stap 7.3.2 volgt dat bij normaal gebruik de bron veilig is voor alle werknemers is een verdere risicobeoordeling niet nodig. De risicobeoordeling stopt hier.

### 7.3.4 Zijn er adequate beheersmaatregelen genomen?

In verschillende werkomgevingen zijn hoge emissieniveaus maar zijn de blootstellingen voorspelbaar en kunnen de risico's dus goed worden ondervangen (categorie 2A bronnen). Hier treedt een overschrijding van de blootstellingslimieten op als de voor het vakgebied

gebruikelijke maatregelen niet getroffen worden. In deze situaties is het duidelijk hoe men zich afdoende kan beschermen. Naast de noodzakelijke beschermingsmiddelen heeft de werknemer voldoende aan specifieke voorlichting en onderricht over de gevaren, risico's en secundaire effecten om veilig te kunnen werken. Voorbeelden van te treffen maatregelen voor een aantal industrieën en toepassingen staan in tabel 8.

**Tabel 8. Voorbeelden beheersmaatregelen bij industrieën en activiteiten waar wij in de Waterbouw mee te maken hebben**

<b>Metaalbewerking: Autogene en elektrische las- en snij- en soldeerprocessen</b>	
*	Afscherming omgeving d.m.v. schermen/lasgordijnen of beperkte toegang
*	Voorgeschreven signaleringen met waarschuwingen bij toegangsdeuren
*	Voorlichting en onderricht
*	Toezicht houden op gebruiken van beheersmaatregelen
*	Autogene technieken: autogeen bril, werkkleding (bij inschakelduur langer dan 1 uur ook huidbescherming)
*	Elektrisch booglassen: oog- en gelaatsbescherming (bv. lashelm), werkkleding, handschoenen
<b>'Hete' industrie: Nabijheid van ovens, branders en heet metaal/glas</b>	
*	Technische maatregelen: afstandsbediening, onderbrekingsschakelaar, klemmen
*	Maximale werktijd afdwingen - routinematige afwisseling van taken
*	Afscherming omgeving d.m.v. schermen/gordijnen of beperkte toegang
*	Voorgeschreven signaleringen met waarschuwingen bij toegangsdeuren
*	Voorlichting en onderricht
*	Toezicht houden op gebruiken van beheersmaatregelen
*	Gezichtsbescherming, brillen of andere oogbescherming, werkkleding, handschoenen
<b>Industrie, onderzoek en onderwijs: Klasse 3B en 4 lasers</b>	
*	Raadplegen specialist kan noodzakelijk zijn
*	Technische maatregelen: omsloten ruimte, toegangscontrole, onderbrekingsschakelaar, afstandbediening, screening, klemmen
*	Afscherming vensters en kijkglazen: een laserstraal dient de ruimte van toepassing niet onverwachts te kunnen verlaten
*	Speciale laboratoria met beperkte toegang
*	Voorlichting en onderricht
*	Kennis laserveiligheid is essentieel, laserveiligheidsfunctionaris aan wijzen
*	Werkprotocollen, aanvullend op gebruikersvoorschriften
*	Voorgeschreven signaleringen met waarschuwingen bij toegangsdeuren
*	Toezicht houden op gebruiken van beheersmaatregelen
*	Gezichtsbescherming, brillen of andere oogbescherming en werkkleding
*	Zo nodig handschoenen (dunne latex handschoenen geven geen bescherming tegen verbranding door lasers)

Zijn de noodzakelijke beheersmaatregelen genomen dan stopt de risicobeoordeling kunstmatige optische straling voor deze situatie hier. De werkgever dient te kunnen aantonen dat de risico's door de werknemers gekend zijn, dat de nodige instructies aan de werknemers zijn gegeven en door hen zijn begrepen en dat hij toezicht op naleving houdt.

### **Gedetailleerde risicobeoordeling**

Vermoedt u na deze eerste beoordeling dat uw werknemers een gezondheidsrisico kunnen

lopen ten gevolge van optische straling, dan is een meer gedetailleerde risicobeoordeling nodig. Dit geldt in elk geval voor werkomgevingen met hoge emissieniveaus waarbij de blootstellingen onvoorspelbaar zijn (categorie 2B in tabel 5). Ook voor situaties waarbij geen eenduidige categorie kan worden toegekend of situaties die niet in tabel 5 staan, maar waarbij wel optische stralingsbronnen worden toegepast dan wel optische straling vrijkomt, is een nadere beoordeling van de stralingsrisico's vereist.

Een meer gedetailleerde risicobeoordeling omvat berekeningen of metingen, Dit zal in een enkel geval noodzakelijk zijn. Heeft u geen ervaring met het uitvoeren van deze gedetailleerd risicobeoordeling, schakel dan een deskundige in. Stop de werkzaamheden totdat u er zeker van bent dat de risico's tot een aanvaardbaar niveau verlaagd zijn.

### **Metingen**

Is er genoeg informatie voor een kwantitatieve blootstellingsschatting of berekening, dan zijn metingen op de werkplek overbodig. Beoordeling zonder metingen heeft de voorkeur. Het doen van metingen is gecompliceerd, de apparatuur is relatief duur en kan alleen door een gekwalificeerd persoon worden toegepast. Fouten, bijvoorbeeld door onervarenheid, leiden tot zeer onnauwkeurige meetgegevens. De NEN-EN 14255 normenreeks beschrijft waaraan de meting, beoordeling en rapportage minimaal moeten voldoen. In de norm EN-IEC 60825-1 staan meetmethoden voor bepaling van laser vermogen, gericht op de bepaling van de laserveiligheidsklasse.

## **37.1.2 Grenswaarden voor blootstelling aan niet-coherente straling**

Voor niet-coherente straling gelden zeven formules in verschillende, maar soms overlappende golflengtegebieden. Deze grenswaarden staan in tabel 1.1. in bijlage 1 van de Europese richtlijn [2006/25/EG](#), waarnaar wordt verwezen vanuit het arbobesluit.

Omdat een niet-coherente stralingsbron een ruim spectrum kan uitzenden, gelden in bijna alle situaties meerdere grenswaarden waaraan de blootstellingswaarde moet worden getoetst. Geen van de grenswaarden die van toepassing zijn mogen worden overschreden.

## **37.1.3 Grenswaarden voor blootstelling aan coherente straling (laserstraling)**

De grenswaarden voor laserstraling staan in bijlage 2 van de Europese richtlijn [2006/25/EG](#). De formule die moet worden gebruikt om de grenswaarde te bepalen hangt af van de golflengte en de blootstelduur aan de straling. De resultaten moeten vergeleken worden met de tabellen uit de richtlijn:

- Tabel 2.2 voor korte blootstelling (<10s) van de ogen;
- Tabel 2.3 voor blootstelling van de ogen gedurende 10s of langer;
- Tabel 2.4 voor huidblootstelling;
- Tabel 2.6 voor herhaalde blootstelling.

N.B. In tabel 2.5 staan toegepaste correctiefactoren en andere parameters.

Ook voor laserstraling geldt dat er meer dan één blootstellingswaarde met bijbehorende grenswaarde kan gelden. Als dat het geval is wordt de meest beperkende grenswaarde

toegepast.

### 37.1.4. Persoonlijke beschermingsmiddelen

#### Algemeen

De persoonlijke beschermingsmiddelen(PBM's) worden behandeld in hoofdstuk 12.10. Omdat de optische straling aantal specifieke aandachtspunten heeft m.b.t. PBM's hierna de volgende aanvullende informatie.

Het doel van PBM's is het verlagen van de optische straling tot een niveau dat er geen gezondheidsschade kan ontstaan. Aangezien de effecten van optische straling afhankelijk zijn van de golflengte, zal ook de mate van bescherming die PBM's moeten bieden variëren met de golflengte.

#### Oogbescherming

Voorbeelden van oogbescherming zijn veiligheidsbrillen en gelaatsschermen. De oogbescherming moet niet alleen het directe zichtveld afschermen maar ook de ooghoeken. Instraling van de zijkant moet dus ook goed zijn afgeschermd.

Elk soort van straling vereist een andere bril. In het algemeen is de keuze uit de volgende typen van optische straling, UV-straling, zichtbaar licht en IR-straling. De bril moet de straling afzwakken tot een aanvaardbaar niveau beneden de richtlijn. In onderstaande figuur staat een aantal aspecten waarmee minimaal rekening moet worden gehouden bij de keus van oogbescherming.



Op het beschermingsmiddel moeten het golflengtegebied en bijbehorende beschermingsniveau duidelijk zijn aangegeven. Dit is vooral van belang bij blootstelling aan meerdere bronnen. Bij meerdere bronnen met verschillende golflengte, moeten evenzoveel soorten brillen aanwezig zijn. Voor elke bron met een specifieke golflengte moet een bril met bescherming tegen die golflengte zijn en bij werkzaamheden aan die bron gedragen worden. Oogbeschermingsmiddelen moeten op de juiste manier worden bewaard, regelmatig worden

schoongemaakt en geïnspecteerd. Onder ideale omstandigheden gaan veiligheidsbrillen zes tot twaalf maanden mee. In de handleiding van de fabrikant staan gegevens over de slagvastheid en de toepassingsgebieden. Staat een bepaalde toepassing niet in de handleiding of op de bril, dan is de bril niet geschikt om bescherming te bieden bij die toepassing.

#### UV-straling

De meeste brillen zijn van polycarbonaat gemaakt. Ook verhard glas en CR 39 (allyldiglycolcarbonaat) worden gebruikt. Glas laat echter UV-A straling door. Polycarbonaat houdt bijna alle UV-straling tegen.

De codering op de UV-bril is als volgt opgebouwd. Codecijfer (2 of 3) - scale-nummer (1,2 tot 5), identificatie fabrikant, optische klasse (1 tot en met 10) en eventueel een symbool voor de mechanische bescherming.

NEN-EN 170:2002 geeft de eisen voor de doorlatingsfactoren en het aanbevolen gebruik van ultraviolet filters van oogbescherming.

#### Infrarode straling

Om infrarode straling tegen te houden zijn brillen of gelaatsmaskers nodig die specifiek daarvoor gemaakt zijn. De beschermfactor van de bril is nauw gerelateerd aan de temperatuur van de bron. Voor bronnen van incoherente IR-straling, zoals ovens, kunnen gelaatsmaskers van fijn geweven metaalglas een goede oplossing zijn. Onder het masker moet dan een speciale bril worden gedragen. Ook een gelaatsscherm met gecoate goudfolie biedt goed bescherming. Een bril is daarbij niet nodig.

De codering op de IR-bril is als volgt opgebouwd. Codecijfer (4) - scale-nummer (1,2 tot en met 10), identificatie fabrikant, optische klasse (1 tot en met 10) en eventueel een symbool voor de mechanische bescherming en eventueel de weerstand tegen gesmolten metaaldeeltjes. Eisen voor infrarood filters in oogbescherming staan in NEN-EN 171.

#### Las-/snijtechnieken

Bij lassen of snijden van metaal moet een lasbril of lashelm worden gebruikt. Afhankelijk van de toegepaste techniek is oogbescherming tegen UV of IR nodig. Eisen voor de doorlatingsfactoren en het aanbevolen gebruik van filters voor lassen en verwante technieken staan in NEN-EN 169. Bij laswerkzaamheden wordt de automatische laskap de laatste jaren veel toegepast. In de normering is een tabel opgenomen waarbij voor elke combinatie lasproces-lasstroom de in te stellen tint weergegeven wordt. In de praktijk kiest de lasser veelal zelf de tint die voor hem het beste is.

#### Laserstraling

Er zijn twee soorten laserbrillen:

- Laserbeschermbrillen die beschermen tegen laserstraling van een specifieke golflengte;
- Laserbrillen die helpen in het (beter) zichtbaar maken van de laserstraal door verhoogd contrast. Deze bieden geen bescherming.

Laserbeschermbrillen zijn gemaakt van polycarbonaat of gecoat glas. Het type laser en de bijbehorende golflengte bepalen het type bril, de doorlaatbaarheid van het filter en de zichtbaarheid door de bril. Voor laserbeschermbrillen bestaat de internationale norm ISO 62161 en NEN-EN-207 voor incidentele blootstelling aan laserstraling. In laatstgenoemde norm staat in bijlage B een handleiding voor de selectie en het gebruik van laserbeschermbrillen. NEN-EN 208 geeft de eisen, testmethode en markering van oogbescherming voor instelwerkzaamheden aan lasers en lasersystemen. Ook is in deze norm een bijlage voor de selectie en het gebruik van laserbeschermbrillen bij instelwerk opgenomen.

## Huidbescherming

Bij blootstelling aan optische straling is het risico voor handen, het gezicht en de nek het hoogst. De handen kunnen beschermd worden door handschoenen die weinig optische straling doorlaten. Bijvoorbeeld handschoenen van lycra (mits niet 'overstretched') of leer (zoals bij lassen waarbij risico op lasspatten en hitte bestaat zoals beklede elektrode lassen en MIG/MAG lassen) of handschoenen geschikt tegen straling (bijvoorbeeld bij TIG lassen waarbij geen gevaar van lasspatten is). Andere textielsoorten, zoals katoen, zijn redelijk transparant voor optische straling en beschermen daarom meestal niet voldoende. Het gezicht kan beschermd worden met een absorberend gelaatsscherm, wat ook oogbescherming biedt. Geschikte hoofdbedekking beschermt het hoofd, hals en de nek, vooral ook om te beschermen tegen eventuele reflecties tegen wanden en plafond. Een voorbeeld is een kol of monnikskap bij lassen in een ruimte met veel reflecties, zoals in een tank. Het spreekt voor zich dat het ongunstig is om te werken met de bovenste knoop los omdat dan de hals en deel van de borst onbedekt zijn en dus blootgesteld worden aan de straling.

## 37.2 Hoofdgroep elektromagnetische velden

### 37.2.1 Bepalen van maatregelen in werkomgevingen via flowdiagram

Indeling van deze paragraaf

37.2.1.1	<a href="#">Werkomgevingen</a>
37.2.1.2	<a href="#">Werkomgevingen met risico's per categorie werknemers</a>
37.2.1.3	<a href="#">Verklaring van de gekleurde kolommen met categorieën achter omschrijving van werkomgevingen</a>
37.2.1.4	<a href="#">Tabel met werkomgevingen en indeling in categorieën</a>
37.2.1.5	<a href="#">Flowdiagram voor de RI&amp;E elektromagnetische velden</a>

#### 37.2.1.1 Werkomgevingen

De blootstelling van werknemers aan elektromagnetische velden wordt mede bepaald door het soort apparatuur dat de velden veroorzaakt, door de omstandigheden waarin de apparatuur wordt gebruikt en door de aard van de werkzaamheden van de werknemer. Deze combinatie van arbeidsmiddelen (alle op de arbeidsplaatsgebruikte machines, installaties, apparaten, transportmiddelen en gereedschappen), werkomstandigheden en werkzaamheden wordt hier "De werkomgeving" genoemd. De werkomgevingen waar elektromagnetische velden kunnen voorkomen zijn ingedeeld naar de mogelijke sterkte van de blootstelling en de risico's. Bij de indeling wordt ervan uitgegaan dat de apparatuur die elektromagnetische velden produceert goed wordt onderhouden en wordt gebruikt volgens de instructies van de fabrikant. Aan de hand van deze indeling kan bepaald worden of en voor welke werknemers een RI&E voor elektromagnetische velden moet worden uitgevoerd. Zie verder onder de hierna volgende paragrafen..

### 37.2.1.2 Werkomgevingen met risico's per categorie werknemers

In de tabel onder paragraaf 37.2.1.4 worden voor een aantal veel voorkomende werkomgevingen de risico's per categorie werknemers en de daarbijbehorende categorieën actieniveaus en grenswaarden aangegeven.

In de tabel horizontaal een indeling van werkomgevingen met elektromagnetische velden naar toepassingsgebied.

Achter de indeling van de werkomgevingen zijn in de kolommen aangegeven wat het risico-profiel is in combinatie met een categorie werknemers en de verschillende categorieën actieniveaus en grenswaarden. Indien een bepaalde situatie van toepassing is, is dit aangegeven met een kruisje in de desbetreffende kolom.

Voor werkomgevingen die niet in de tabel worden genoemd, dient de werkgever zelf de mogelijke risico's vast te stellen.

### 37.2.1.3 Verklaring van de gekleurde kolommen met categorieën achter omschrijving van werkomgevingen

#### Categorie “groen”

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

#### Categorie “blauw”

Werkomgevingen in de categorie “blauw” kunnen risico's geven voor speciale categorieën werknemers zoals werknemers met een implantaat of zwangere werknemers. Voor deze werknemers moet daarom in de RI&E voor deze werkomgevingen bijzondere aandacht worden besteed aan de mogelijke risico's van elektromagnetische velden. Alle werkomgevingen met een kruis in kolom 2 of kolom 3 van de tabel vallen in de blauwe categorie. De betreffende categorieën werknemers en de risico's worden nader toegelicht zie onder [paragraaf 37.2.2](#).

#### Categorie “oranje”

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

#### Categorie “rood”

In werkomgevingen in de categorie “rood” kunnen overschrijdingen plaatsvinden van de hoge actieniveaus (frequenties van 0 tot 10 megahertz, de actieniveaus voor opwarming (frequenties van 100 megahertz tot 300 gigahertz) en de bijbehorende grenswaarden voor gezondheidseffecten. Voor alle werknemers in deze werkomgevingen moet daarom in de RI&E aandacht worden besteed aan mogelijke gezondheidseffecten van elektromagnetische velden. Daarbij kan een nadere beoordeling van de blootstelling nodig zijn. Alle werkomgevingen met

een kruis in kolom 5 van de tabel vallen in de rode categorie.

### 37.2.1.4 Tabel met werkomgevingen en indeling in categorieën

Vereisten voor specifieke beoordelingen m.b.t. veel voorkomende werkomgevingen met elektromagnetische velden.

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

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

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
<b>Soort apparatuur of werkplek</b>	<b>geen nadere beoordeling<sup>1</sup></b>	<b>nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten)<sup>2</sup></b>	<b>nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten<sup>3</sup></b>	<b>nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus<sup>4</sup></b>	<b>nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming<sup>5</sup></b>
<b>Infrastructuur (gebouwen en terreinen)</b>					
Alarmsystemen	✗				
Basisstationantennes, binnen de aangegeven verboden zone van de operator		✗	✗		✗
Basisstationantennes, buiten de aangegeven verboden zone van de operator	✗				
Huishoudelijke en professionele toestellen, bv. koelkasten, wasmachines, wasdrogers, afwasmachines, ovens, broodroosters, magnetrons, strijkijzers, mits zij geen zendapparatuur bevatten zoals WLAN, bluetooth of mobiele telefoons	✗				
Tuingereedschap (elektrisch) — gebruik van			✗		
Tuingereedschap (elektrisch) — werkplekken met	✗				
Verlichtingsapparatuur, bv. terreinverlichting en bureaulampen	✗				
Verlichtingsapparatuur met energievoorziening via radiofrequente elektromagnetische velden		✗	✗		✗
Verwarmingsapparatuur (elektrisch) voor verwarming van ruimten	✗				
Werkplekken die publiek toegankelijk zijn en voldoen aan de referentieniveaus vermeld in Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van de Europese Unie	✗				
<b>Beveiliging</b>					
Artikelbeveiligingssystemen en RFID			✗		
Erasers (wissers), tape of harde schijf			✗	✗	
Metaaldetectors			✗		

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
Soort apparatuur of werkplek	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>
<b>Elektriciteitsvoorziening</b>					
Aggregaten en noodaggregaten — werk aan			x		
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders met een spanning van maximaal 100 kilovolt of bovenleiding van maximaal 150 kilovolt, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden	x				
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders met een spanning van meer dan 100 kilovolt of bovenleiding van meer dan 150 kilovolt, boven de werkplek — blootstelling aan elektrische velden		x	x	x	
Bovengrondse ongeïsoleerde geleiders van elke spanning — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van 100 ampere of minder (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits waarbij de geleiders zich dicht bij elkaar bevinden en met een nettostroom van meer dan 100 ampere (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van 100 ampere of minder voor het individuele circuit (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische circuits binnen een installatie, met een fasestroom van meer dan 100 ampere voor het individuele circuit (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Elektrische installaties met een fasestroom van 100 ampere of minder (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren, enz.) — blootstelling aan magnetische velden	x				
Elektrische installaties met een fasestroom van meer dan 100 ampere (omvat bedrading, schakel- en verdeeltoestellen, transformatoren enz.) — blootstelling aan magnetische velden		x	x	x	
Omvormers, inclusief die op fotovoltaïsche systemen			x		
Ondergrondse of geïsoleerde kabelcircuits van elke spanning — blootstelling aan elektrische velden	x				
Windturbines, werk aan		x	x		

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
Soort apparatuur of werkplek	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>
<b>Lichte industrie</b>					
Acculaders, industrieel			✗		
Acculaders, groot professioneel			✗		
Coating- en verfapparatuur	✗				
Controleapparatuur zonder radiozenders	✗				
Coronaoppervlaktebehandelingsapparatuur			✗		
Dielektrische verwarming		✗	✗		✗
Dielektrisch lassen (plasticlassen)		✗	✗		✗
Elektrostatische verfapparatuur		✗	✗		
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap bv. boren, schuurmachines, cirkelzagen en slijpers) — gebruik van			✗		
Gereedschap (elektrisch hand- en verplaatsbaar gereedschap) — werkplekken met	✗				
Hittepistolen (draagbaar) — werkplekken met	✗				
Hittepistolen — gebruik van			✗		
Hydraulische laadplatformen	✗				
Inductieverhitting		✗	✗	✗	✗
Inductieverhittingssystemen, geautomatiseerd, foutopsporing en reparatie in dichte nabijheid van de bron van elektromagnetische velden		✗	✗		
Inductief solderen		✗	✗	✗	✗
Inductieve verzegelingsapparatuur			✗		
Lassen — booglasprocessen, handmatig (inclusief MIG, MAG, TIG) bij het volgen van goede praktijken en wanneer de kabel niet op het lichaam rust			✗	✗	
Lassen — lasystemen, geautomatiseerd, foutopsporing, reparatie en opleiding dichtbij de bron van elektromagnetische velden		✗	✗		
Lassen — weerstandlassen, handmatig (puntlassen, naadlassen)		✗	✗	✗	✗
Lijmpistolen (draagbaar) — gebruik van			✗		
Lijmpistolen — werkplekken met	✗				
Machinegereedschap (bv. kolomboren, slijpmachines, draaibanken, freesbanken, zagen)			✗		

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
Soort apparatuur of werkplek	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>
<b>Lichte industrie (vervolg)</b>					
Magnetische deeltjesinspectie voor scheurdetectie (niet-destructief magnetisch onderzoek)		✗	✗	✗	✗
Magnetisators/demagnetisators, industrieel (inclusief bandenwissers of tape-erasers)		✗	✗	✗	
Meetapparatuur en -instrumenten zonder radiozenders	✗				
Microgolfverhitting en -droging, in houtbewerkingssectoren (drogen van hout, vormen van hout, lijmen van hout)		✗	✗		✗
Radiofrequente plasmatoestellen, industrieel vacuümdepositie en sputteren		✗	✗		✗
Smeltovens, weerstandsverhitting			✗		
<b>Zware industrie</b>					
Elektrolyse, industrieel		✗	✗	✗	✗
Ovens, boogsmelten		✗	✗	✗	✗
Ovens, inductiesmelten (kleinere ovens hebben doorgaans sterkere toegankelijke velden dan grote ovens)		✗	✗	✗	✗
<b>Bouw</b>					
Bouwapparatuur (bv. betonmolens, trilmachines, hefwerktuigen) — werk in dichte nabijheid			✗		
Microgolfdrogen in de bouwindustrie		✗	✗		✗
<b>Medisch</b>					
Medische apparatuur die geen elektromagnetische velden gebruikt voor diagnose of behandeling	✗				
Medische apparatuur die elektromagnetische velden gebruikt voor diagnose en behandeling (bv. transcraniële magnetische stimulatie, kortegolfdiathermie, hyperthermie, elektrochirurgie)		✗	✗	✗	✗
<b>Vervoer</b>					
Motorvoertuigen en fabriek — werk in dichte nabijheid van starter, wisselstroomdynamo, ontstekingsstelsel			✗		
Radar, luchtverkeersleiding, militair, weer en lange afstand		✗	✗		✗
Treinen en trams, elektrisch aangedreven		✗	✗	✗	✗

	kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5
Soort apparatuur of werkplek	geen nadere beoordeling <sup>1</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met een verhoogd risico (exclusief actieve implantaten) <sup>2</sup>	nadere beoordeling voor werknemers met actieve implantaten <sup>3</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen lage actieniveaus <sup>4</sup>	nadere beoordeling voor alle werknemers tegen hoge actieniveaus en actieniveaus voor opwarming <sup>5</sup>
<b>Diversen</b>					
Acculaders, inductieve of nabijheidskoppeling			✗		
Acculaders, niet-inductieve koppeling ontworpen voor huishoudelijk gebruik	✗				
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, magneethouders, magnetische naamplaatjes)			✗		
Draagbare apparatuur (op accu) zonder radiofrequente zenders	✗				
Hoofdtelefoons die sterke magnetische velden produceren			✗		
Inductiekookapparatuur, professioneel			✗		
Omroepzenders en -apparatuur (radio en tv: LF, MF, HF, VHF, UHF)		✗	✗		✗
Radio's, zending en ontvangst (bv. walkie-talkies, autoradio's)			✗		
Zenders, op accu			✗		
Op de Europese markt gebrachte apparatuur overeenkomstig Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van de Europese Unie of daarmee geharmoniseerde technische normen voor elektromagnetische velden	✗				
Niet-elektrische apparatuur van alle soorten uitgezonderd apparatuur met permanente magneten	✗				

**Voetnoten:**

<sup>1</sup> Geen nadere beoordeling nodig voor alle categorieën werknemers.

<sup>2</sup> Nadere beoordeling nodig van risico's voor zwangere werknemers, werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen (bv. infusiepompjes) en werknemers die passieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen, voorwerpen of deeltjes met metaal op of in in het lichaam hebben (bv. kunstgewrichten, pennen, platen, schroeven, chirurgische klemmen, stents, hartklepprotheses, annuloplastiekeringen, spiraaltje, behuizingen van actieve medische hulpmiddelen, granaatscherven, piercings, tatoeages).

<sup>3</sup> Nadere beoordeling nodig van risico's voor werknemers die actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen (AIMD) dragen, bijvoorbeeld pacemakers, defibrillators, cochlea-implantaten, hersenstamimplantaten, binnenoorprotheses, neurostimulators, netvliescodeurs, geïmplanteerde medicatiepompen.

<sup>4</sup> Nadere beoordeling nodig van de blootstelling ten opzichte van de lage actieniveaus (frequenties tussen 0 en 10 megahertz) en actieniveaus voor contactstromen in Bijlage II van de richtlijn.

<sup>5</sup> Nadere beoordeling nodig van de blootstelling ten opzichte van de hoge actieniveaus in Bijlage II van de richtlijn (frequenties tussen 0 en 10 megahertz), de actieniveaus voor contactstromen en opgewekte extremitetstromen in Bijlagen II en III van de richtlijn en/of de actieniveaus voor opwarming (thermische effecten) in Bijlage III van de richtlijn.

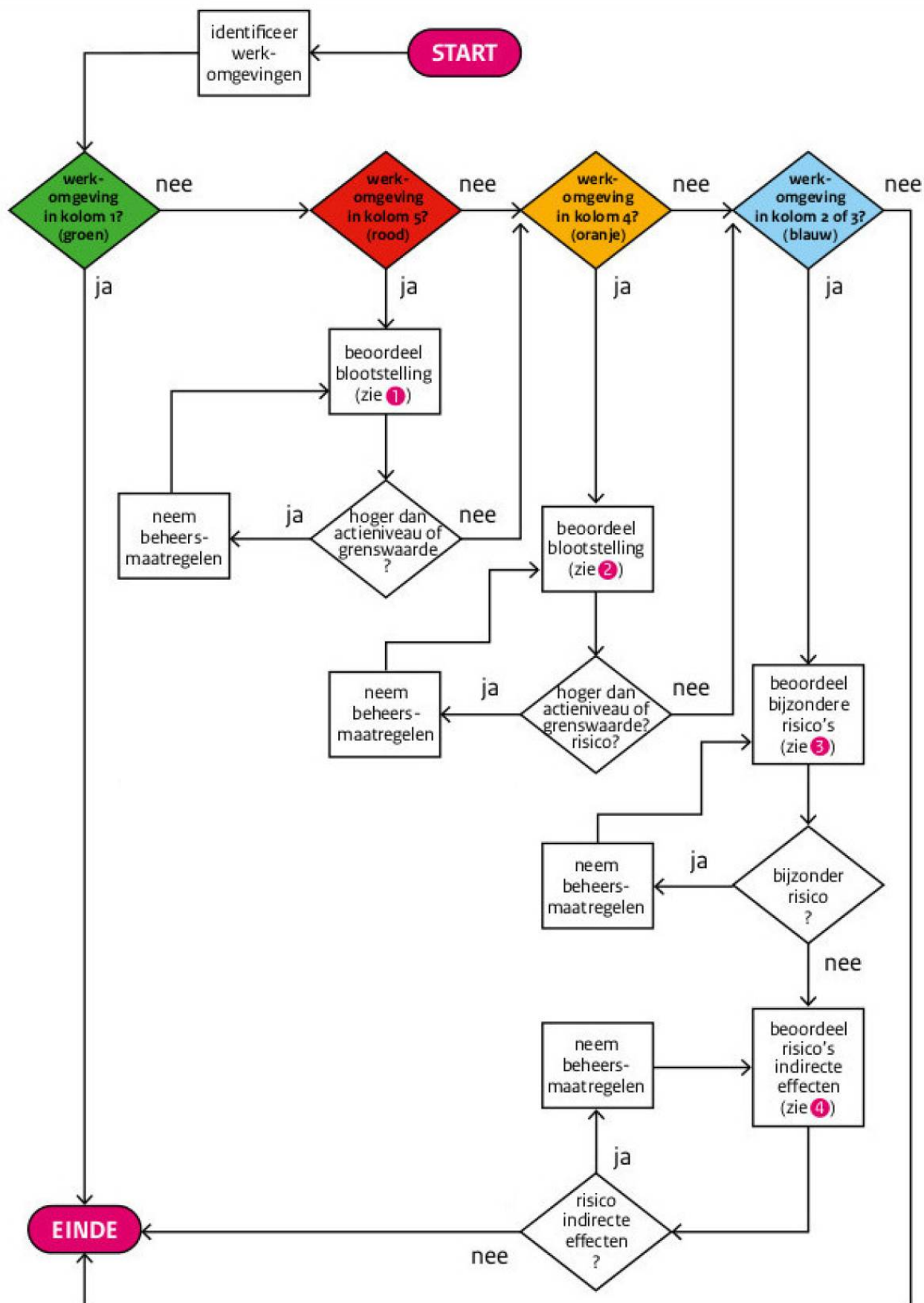
**Afkortingen:**

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

### 37.2.1.5 Flowdiagram voor de RI&E elektromagnetische velden

Het hieronder aangegeven flowdiagram geeft in vereenvoudigde vorm per categorie werkomgeving aan welke aspecten in de RI&E aan bod kunnen komen.

**Figuur 1: flowdiagram voor de RI&E elektromagnetische velden**



### Toelichting op bovenstaand flowdiagram

1. Beoordeel of hoge actieniveaus of actieniveaus voor thermische effecten worden overschreden; bij overschrijding blootstelling verminderen of toetsen aan grenswaarden voor gezondheidseffecten (zie onderstaande informatie onder 1a uit het

- Arbeidsomstandighedenbesluit en [paragraaf 37.2.4](#))
2. Beoordeel of lage actieniveaus worden overschreden; bij overschrijding risico's beoordelen en veiligheidsmaatregelen nemen of blootstelling verminderen of toetsen aan grenswaarden voor veiligheidseffecten. (zie onderstaande informatie onder 1a uit het Arbeidsomstandighedenbesluit en [paragraaf 37.2.4](#))
  3. Beoordeel situatie voor werknemers met bijzondere risico's zoals implantaten. (zie [paragraaf 37.2.2](#))
  4. Beoordeel risico's van indirecte effecten zoals contactstromen, vonkontladingen en ontstekingen (zie [paragraaf 37.2.3](#))

### **1a Verwijzing uit bovenstaand flowdiagram naar Arbeidsomstandighedenbesluit**

In het Arbeidsomstandighedenbesluit worden voorschriften bij specifieke risico's beschreven. Voorschriften met betrekking tot risico's van elektromagnetische velden met frequenties van 0 hertz tot 300 gigahertz worden behandeld in [Hoofdstuk 6 paragraaf 1 t/m 3 art. 6.12h t/m 6.12n](#). In deze afdeling zijn de bepalingen uit de richtlijn geïmplementeerd en afgestemd op de situatie en de bestaande wetgeving in Nederland.

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

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

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

## **37.2.2 Werknemers met een verhoogd risico**

Indeling van deze paragraaf

37.2.2.1	<a href="#">Inleiding</a>
37.2.2.2	<a href="#">onderhoudsmedewerkers</a>
37.2.2.3	<a href="#">Werknemers met medische toestellen en implantaten</a>
37.2.2.4	<a href="#">Jeugdige werknemers</a>
37.2.2.5	<a href="#">Zwangere werknemers</a>

### **37.2.2.1 Inleiding**

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

### 37.2.2.2 Onderhoudsmedewerkers

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

### 37.2.2.3 Werknemers met medische toestellen en implantaten

#### Actieve medische toestellen

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

#### Passieve medische implantaten

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

#### Geleidende of versterkende voorwerpen

Een derde categorie voorwerpen bevat metalen delen of deeltjes die in sterke elektromagnetische velden kunnen opwarmen en tot verbranding en schade aan weefsels of organen kunnen leiden. Sommige van deze voorwerpen kunnen in het lichaam aanwezig zijn. Voorbeelden hiervan zijn granaatscherven, kogels, piercings en tatoeages. Andere

metalen voorwerpen kunnen op het lichaam gedragen worden. Voorbeelden hiervan zijn metalen horloges, armbanden of kettingen. Aan de werknemers met dergelijke metalen voorwerpen in of op het lichaam moet in de RI&E bijzondere aandacht worden besteed.

#### **37.2.2.4 Jeugdige werknemers**

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

#### **37.2.2.5 Zwangere werknemers**

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

### **37.2.3 Veiligheidsrisico's m.b.t. elektromagnetische velden**

Ook als elektromagnetische velden in de werkomgeving niet sterk genoeg zijn om gezondheidseffecten te veroorzaken, kunnen er risico's voor werknemers optreden. Sterke statische magnetische velden, zoals die van de magneet van een MRI-scanner, kunnen misselijkheid, duizeligheid of verlies van evenwicht veroorzaken. Deze effecten treden vooral op bij snelle bewegingen in het magnetisch veld. Elektromagnetische velden met frequenties

van 1 tot 400 hertz kunnen elektrische velden of stromen veroorzaken. Als deze velden en stromen sterk genoeg zijn, kan het netvlies gestimuleerd worden, waardoor lichtflitsen kunnen worden gezien. Hoewel deze effecten niet schadelijk zijn voor de gezondheid, kunnen ze wel veiligheidsrisico's geven door verlies van evenwicht of een schrikreactie. Daardoor kan een werknemer bijvoorbeeld vallen of de controle over een gevaarlijk werktuig verliezen. De bepalingen voor elektromagnetische velden in het Arbeidsomstandighedenbesluit dienen ervoor deze veiligheidsrisico's te voorkomen.

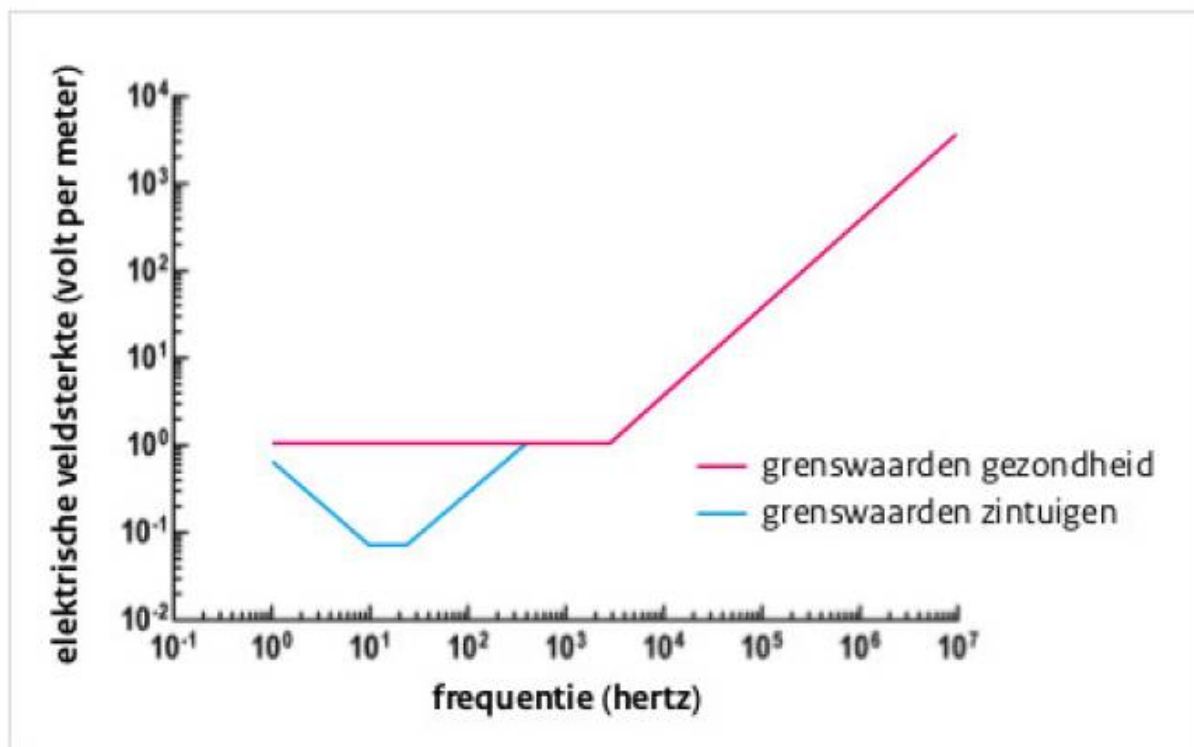
### 37.2.4 Bijlage m.b.t. limieten in de richtlijn

Deze paragraaf is bedoeld als beknopt hulpmiddel bij het interpreteren van de bijlagen van de richtlijn, waarnaar het Arbeidsomstandighedenbesluit verwijst. Dat betekent dat deze bijlage samen met de tekst in de richtlijn gebruikt moet worden. De bijlagen van de richtlijn bevatten meer informatie dan hier besproken wordt. Een meer gedetailleerde uitleg over de bijlagen in de richtlijn en het toepassen van de limieten daarin is te vinden in de Europese gids. In de richtlijn worden met de effecten op de zintuigen en effecten op de gezondheid de wetenschappelijk bewezen effecten op korte termijn bedoeld, die worden veroorzaakt door het opwekken van elektrische velden en absorptie van energie in het menselijk lichaam. Volgens de systematiek van de richtlijn worden deze effecten op de zintuigen of op de gezondheid voorkomen als de blootstelling van werknemers lager is dan de zogenaamde grenswaarden voor blootstelling. Naast deze grenswaarden zijn er actieniveaus gedefinieerd voor rechtstreeks meetbare grootheden, te weten elektrische veldsterkte (symbool S) en contactstroom of extremitetstroom (symbool I). Naleving van de actieniveaus waarborgt dat de grenswaarden niet worden overschreden. Omgekeerd betekent overschrijding van de actieniveaus niet automatisch dat ook de grenswaarden worden overschreden.

#### **Grenswaarden voor blootstelling**

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

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



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

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

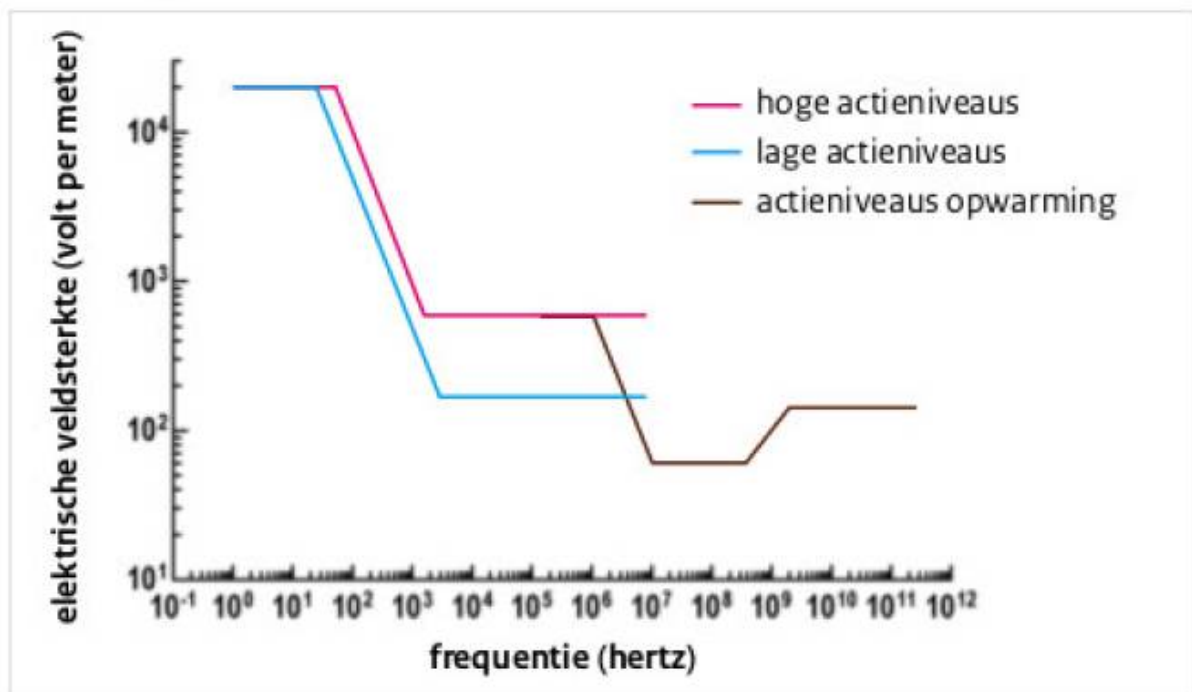
frequentiegebied	SAT hele lichaam (W/kg)	SAT hoofd en romp (W/kg)	SAT extremiteiten (W/kg)	vermogensdichtheid (W/m <sup>2</sup> )
100 kHz - 6 GHz	0,4	10	20	-
6 GHz - 300 GHz	-	-	-	50

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

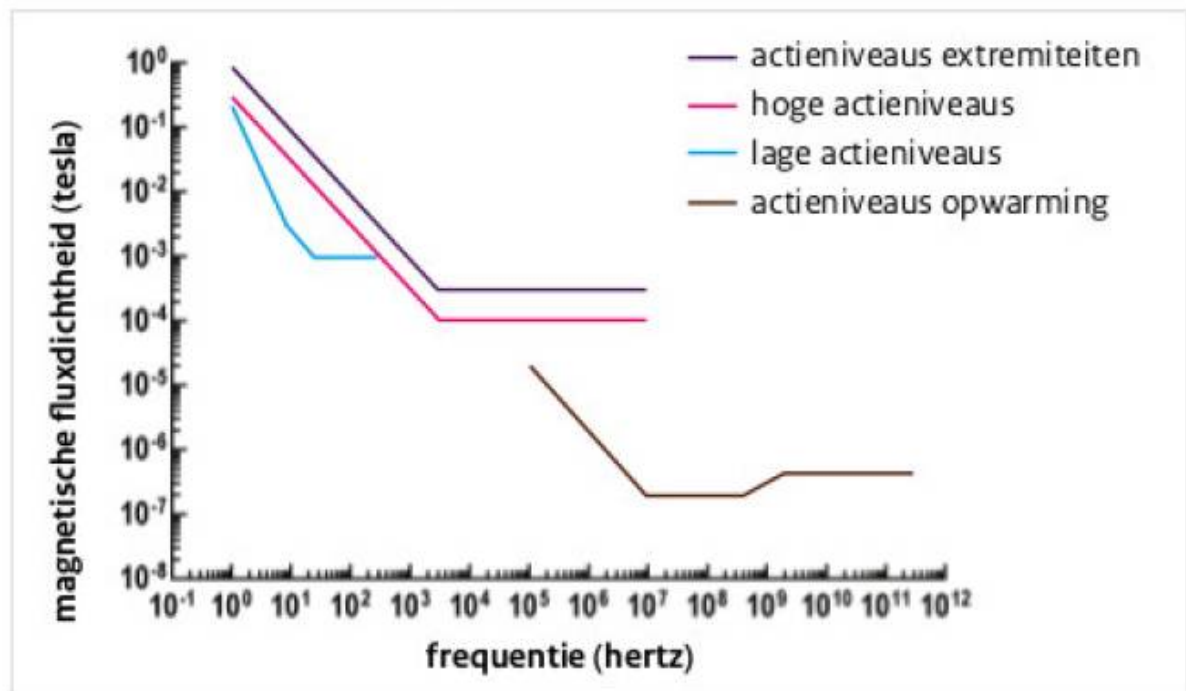
## Actieniveaus

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

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



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



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

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

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

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

van isolerende schoenen, handschoenen of kleding.

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

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

### **Blootstelling aan meerdere frequenties of bronnen tegelijk**

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

## **37.2.5 Veiligheidssignaleringen die men kan tegenkomen bij stralingen**

De hieronder aangegeven veiligheidssignaleringen kan men tegenkomen als er sprake is van stralingen. Sommige verbods-, waarschuwings- en gebodsborden zijn algemeen en komen ook in ander werkomgevingen voor en sommige zijn specifiek ontworpen i.v.m. bepaalde stralingen.

### **Verbodsborden die men kan tegenkomen bij straling**



verboden voor  
voetgangers



geen toegang met  
pacemaker of  
defibrillator



verboden metalen  
voorwerpen of uurwerken  
mee te nemen



niet aanraken



mobiele telefoons niet  
toegestaan



geen toegang met  
metalen implantaten



niet betreden



niet aanzetten

### Waarschuwborden die men kan tegenkomen bij straling



gevaar algemeen



niet-ioniserende straling



laserstraling



UV straling



radioactieve bron

belangrijk magnetisch  
veldbrandbare of ontvlambare  
stoffen

### Gebodsborden die men kan tegenkomen bij straling

afscherming met aarde  
verbindenveiligheidsschoeisel  
verplichtveiligheidshandschoenen  
verplichtvoor onderhoud stroom  
uitschakelen