



# Elektromagnetische velden in de arbeidsomgeving

## De Europese Richtlijn 2013/35/EU

Dr. Maurits De Ridder

FOD WASO, A.D. Humanisering van de Arbeid  
Arbeidsgezondheidskunde, Universiteit Gent  
Belgian BioElectromagnetics Group  
Belgian Society for Occupational Hygiene



WISE 17 september 2014

Frequentie	Golflengte	Frequentieband	Toepassing
0 Hz	$\infty$	Statische velden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Statische oplading en ontlading</li> <li>- DC<sup>+</sup> vermogensgeneratoren</li> <li>- NMR (nucleaire magnetische resonantie)</li> <li>- MRI (magnetic resonance imaging of beeldvorming door magnetische resonantie)</li> <li>- Elektrolyseprocessen</li> </ul>
1 Hz	300 000 km	Extremely low frequency fields (ELF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systemen voor productie en transport van elektriciteit</li> <li>- Elektrische treinen</li> <li>- Lasuitrusting</li> <li>- Inductieovens</li> <li>- Elektrische industriële, medische, wetenschappelijke en huishoudelijke machines en apparaten</li> </ul>
3 kHz	100 km		- Inductieverwarmers
30 kHz	10 km		- Anti-diefstalsystemen
100 kHz	3 km		- AM-radio
3 MHz	100 m	Radiofrequenties (RF) en microgolven	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inductieverwarmers</li> <li>- Anti-diefstalsystemen</li> <li>- RF-verhitters</li> <li>- FM-radio</li> <li>- Televisie</li> </ul>
30 MHz	10 m		- Mobiele telefoons en basis-station
300 MHz	1 m		- Huishoudelijke en industriële microgolfovovens
3 GHz	10 cm		- UMTS
30 GHz	1 cm		- Wireless LAN (wi-fi)
300 GHz	1 mm		- Radar

# Publicatieblad van de Europese Unie

## 29/06/2013

RICHTLIJN 2013/35/EU VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD  
van 26 juni 2013

betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden) (twintigste bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) en tot intrekking van Richtlijn 2004/40/EG.

Omzetting in een Koninklijk Besluit (Codex over het Welzijn op het Werk) [voor 1 juli 2016](#).

Publicatie door de Europese Commissie van een niet-bindende [praktische handleiding](#) om de uitvoering van de richtlijn te vergemakkelijken, voor 1 januari 2016.

## Inhoud

- Onderwerp en werkingsfeer
  - Definities
  - Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus
  - Beoordeling van risico's en bepaling van blootstelling
  - Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's
  - Voorlichting van de werknemers
  - Raadpleging en deelneming van de werknemers
  - Gezondheidstoezicht
  - Afwijkingen
  - Praktische handleidingen
- 
- Bijlage I : Natuurkundige grootheden
  - Bijlage II : Niet-thermische effecten. Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus 0 Hz tot en met 10 MHz
  - Bijlage III : Thermische effecten. Grenswaarden voor blootstelling en actieniveaus 100 kHz tot en met 300 GHz

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



## ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING  
ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC  
FIELDS (UP TO 300 GHz)

PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 74(4):494-522; 1998

## ICNIRP GUIDELINES

ON LIMITS OF EXPOSURE TO STATIC  
MAGNETIC FIELDS

PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 96(4):504-514; 2009

## ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING  
ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1 Hz – 100 kHz)

PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 99(6):818-836; 2010

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



## ICNIRP DRAFT GUIDELINES

OPEN CONSULTATION – UNTIL 24 May 2012

DRAFT GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTRIC FIELDS INDUCED BY  
MOVEMENT OF THE HUMAN BODY IN A STATIC MAGNETIC FIELD AND BY TIME-  
VARYING MAGNETIC FIELDS BELOW 1 Hz.

Please do not link to this draft or reference. This is a draft document subject to changes.

ICNIRP Draft Guidelines for Open Consultation - 13/02/2012

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION



## ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTRIC FIELDS INDUCED BY  
MOVEMENT OF THE HUMAN BODY IN A STATIC MAGNETIC FIELD  
AND BY TIME-VARYING MAGNETIC FIELDS BELOW 1 Hz

PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 106(3):418-425; 2014

# Gezondheidseffecten

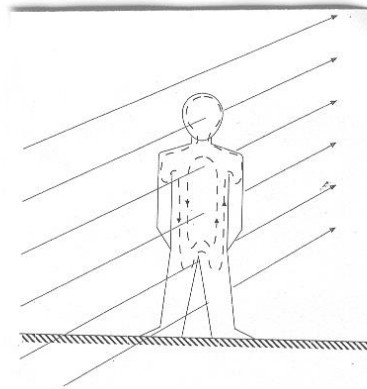
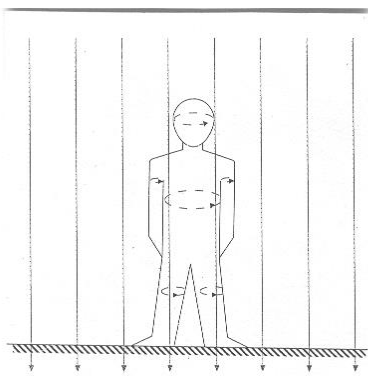
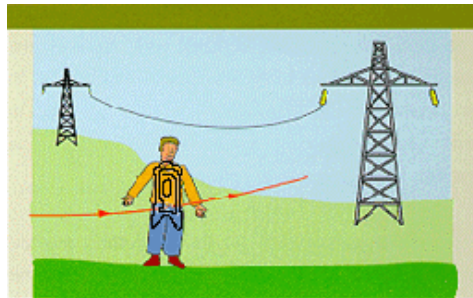
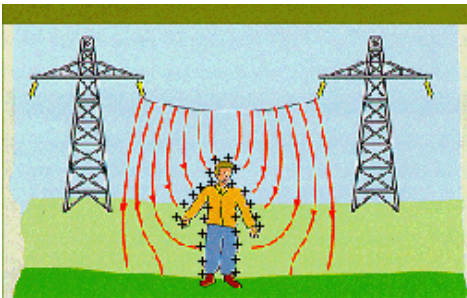
## Korte termijn:

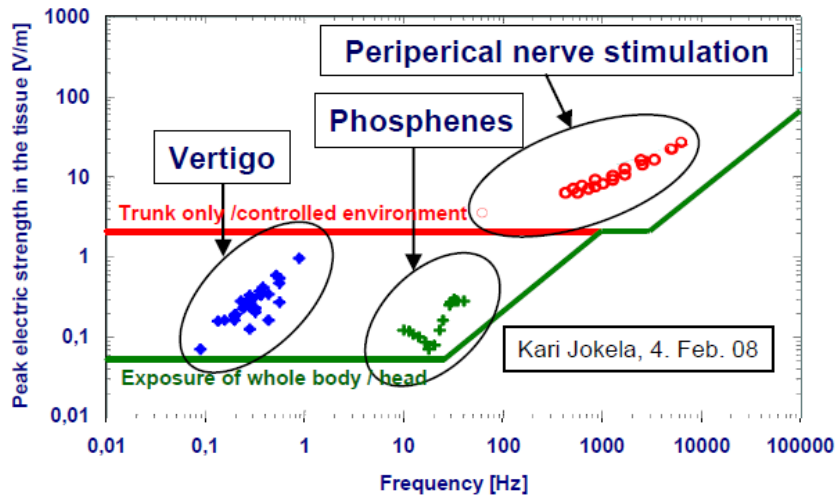
- acuut, vrijwel direct optredend
- experimenteel gemakkelijk te onderzoeken
- vormen de basis van de blootstellingsnormen
- “De Richtlijn heeft betrekking op alle bekende directe biofysische effecten op korte termijn”

## Lange termijn:

- na langdurige blootstelling optredend
- na verloop van soms vele jaren
- niet gemakkelijk te onderzoeken (epidemiologie)
- “De Richtlijn heeft geen betrekking op de veronderstelde effecten op langere termijn”
- volgens de huidig stand van de wetenschap zijn er geen effecten op lange termijn

	Effecten op de zintuigen	Effecten op de gezondheid
0 – 1 Hz	> 2 Tesla : draaiingen, vertigo, duizeligheid, misselijkheid, metaalsmaak	> 8 Tesla : vertraging van de bloedsomloop
1 Hz – 10 MHz	Lichtflitsen zien Rond 20 Hz (1 – 400 Hz) (magnetofosfenen)	Zenuwstimulatie: Tintelingen, pijn Spontane spierbewegingen (gewriemel tot schokken) Hartritmestoornissen
100 kHz – 300 GHz	Kliks en geluiden horen 0,3 tot 6 GHz pulsen (microwave hearing)	Opwarming: lokaal (pijn, brandwonde) algemeen (koorts)





## RF Interactie met het lichaam

Geen uniforme afgave van de warmte-energie over het ganze lichaam.

RF **indringdiepte** = afstand waarover de golven 90 % van hun vermogen hebben verloren

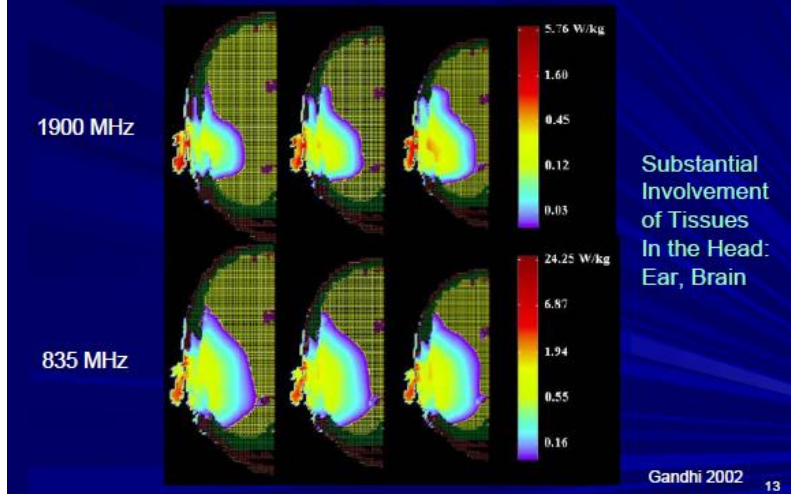
Is **afhankelijk van de frequentie**:

In het menselijk lichaam:

- 27 MHz : 150 cm                      walkie talkie
- 900 MHz : 8 cm                        GSM
- 2,45 MHz : 2,5 cm                    microgolfoven
- Vanaf 10 GHz: enkel huid            luchthavenscan

De bloedsomloop zorgt voor de verspreiding van de warmte over de rest van het lichaam.

## SAR Distribution in Three Different Sizes of Human Head Exposed to Cell Phone



Tabel 1 Maximale temperatuurverhoging ( $^{\circ}\text{C}$ ) door een dipoolantenne die op 2 cm afstand van het hoofd in verticale stand elektromagnetische straling (915 MHz) met een vermogen van 0,25 W emitteert. Bij de berekening is het effect van de bloedvaten op de temperatuurverdeling in rekening gebracht.

model	huid	bot	hersenen
normaal	0,16	0,13	0,11
dikke huid	0,25	0,13	0,10

# Grenswaarden voor blootstelling

Elektrische veldsterkte (voor LF) of specifiek energieabsorptietempo ( voor RF) [in het lichaam](#), tussen 1 Hz en 6 GHz [niet meetbaar](#) enkel berekenbaar (dosimetrie).

„[GWB voor effecten op de gezondheid](#)” (gezondheidseffecten):  
GWB bij overschrijding waarvan werknemers kunnen blootstaan aan effecten die schadelijk zijn voor de gezondheid, zoals opwarming of stimulering van de zenuwen en het spierweefsel.  
[Mogen nooit overschreden worden.](#)

„[GWB voor effecten op de zintuigen](#)” (sensorische effecten):  
GWB bij overschrijding waarvan werknemers kunnen blootstaan aan voorbijgaande verstoringen van de zintuiglijke waarneming (fosfenen, kliks) en geringe wijzigingen in de hersenfuncties zoals duizeligheid (veiligheidsrisico's). [Mogen overschreden worden onder bepaalde voorwaarden](#) vermeld in art 3. 4.

## Afwijkingen voor de GWB

GWB mogen in specifieke gevallen en onder voorwaarden overschreden worden:

1. MRI-apparatuur in de gezondheidssector
2. Operationele militaire installaties
3. De lidstaten mogen in naar behoren gerechtvaardigde gevallen toestaan dat de GWB tijdelijk worden overschreden in specifieke sectoren of ten behoeve van specifieke activiteiten

## Actieniveaus

„actieniveaus (AN)”: operationele niveaus voor het elektrisch en magnetisch veld (meetbaar) die zijn vastgesteld om eenvoudiger te kunnen aantonen dat de relevante GWB in acht zijn genomen, of, in voorkomend geval, om de in deze richtlijn gespecificeerde beschermings- of preventiemaatregelen te nemen.

Bij lage frequenties: laag AN en hoog AN en AN ledematen

- voor magnetische velden heeft „laag AN” betrekking op de niveaus van de GWB voor effecten op de zintuigen en „hoog AN” op de GWB voor effecten op de gezondheid.
- voor elektrische velden hebben „laag AN” en „hoog AN” betrekking op de niveaus behorende bij de specifieke beschermings- of preventiemaatregelen welke in deze richtlijn zijn gespecificeerd
- AN ledematen is een limiet voor de magnetische fluxdichtheid voor blootstelling van de ledematen aan een plaatselijk magnetisch veld.

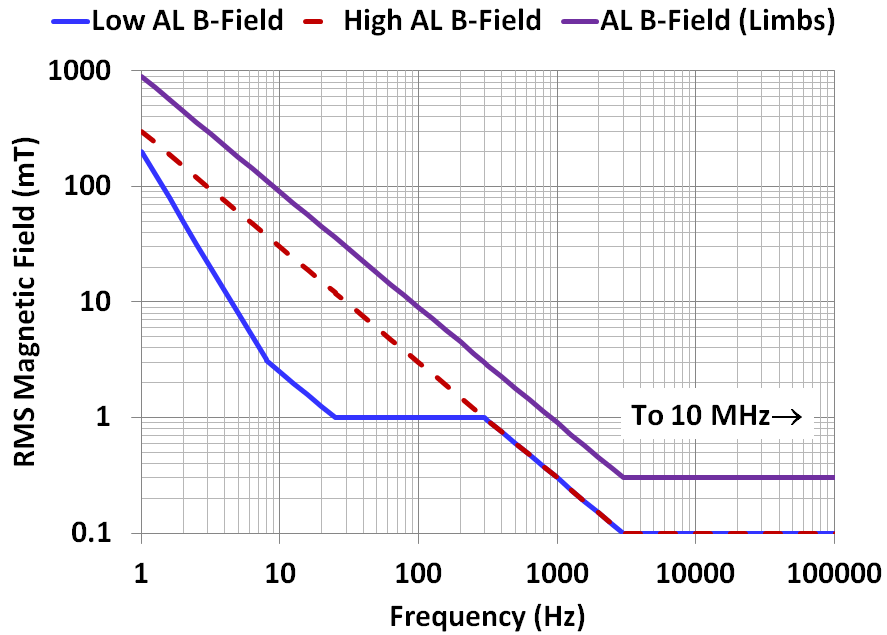
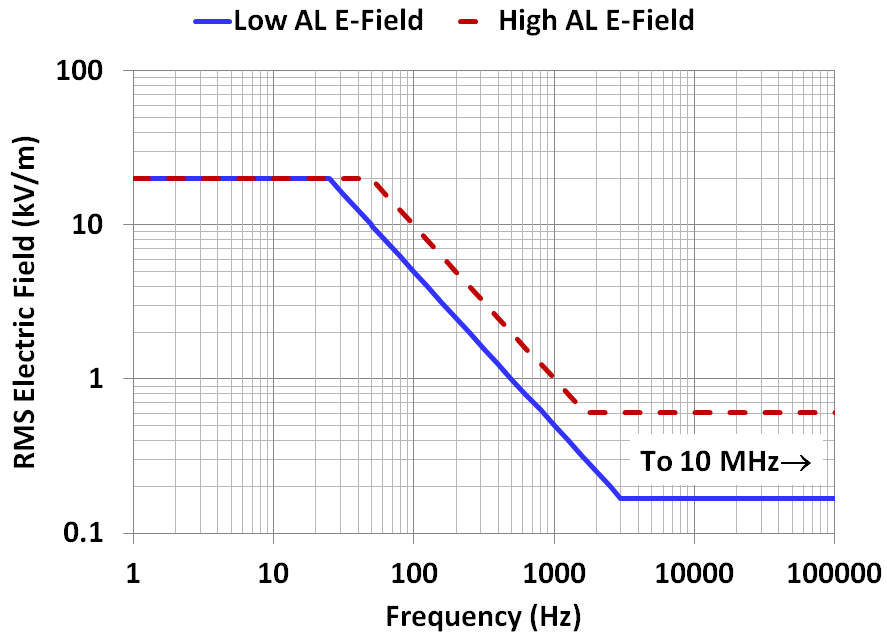
## Lage frequenties

**Als de blootstelling lager is dan de lage AN is alles OK**

Hoger dan het lage AN maar lager dan het hoge AN :

- Lage AN voor elektrische velden LF mag overschreden worden onder voorwaarden vermeld in art 3 . 3 a (vonkontladingen en contactstromen voorkomen en informatie aan wns)
- Lage AN voor magnetische velden LF mag overschreden worden onder voorwaarden vermeld in art 3 . 3 b (informatie aan wns, risicoanalyse en preventiemaatregelen aanpassen indien symptomen optreden)





## Statische magnetische velden

Als de blootstelling lager is dan de GWB voor effecten op de zintuigen is alles OK.

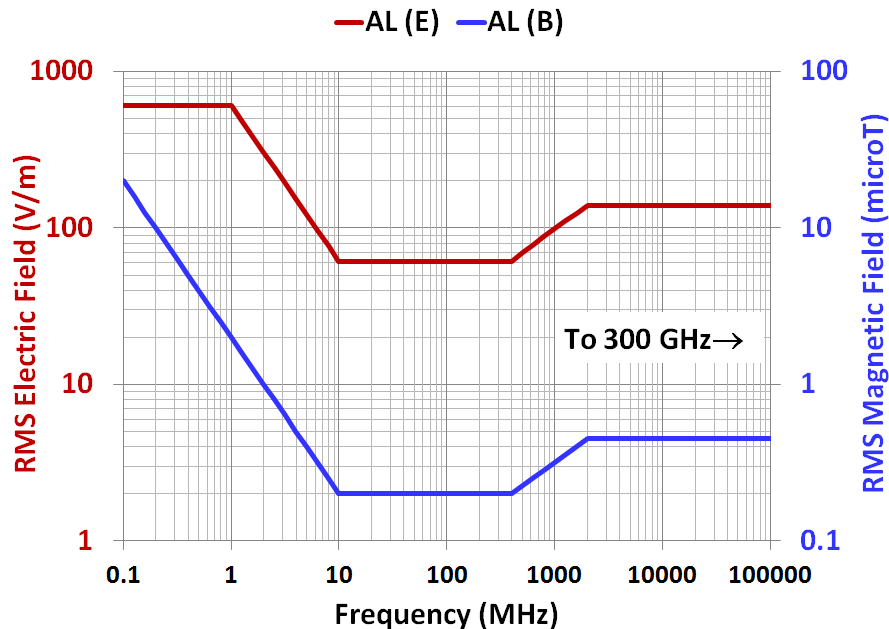
(2 Tesla voor lichaam, 8 Tesla voor extremiteiten)

Hoger mag mits voldoen aan voorwaarden art 3. 4 a

(tijdelijk, informatie aan werknemers, beheersing van de bewegingen, risicoanalyse en preventiemaatregelen aanpassen indien symptomen optreden)

## Hoge frequenties


Als de blootstelling lager is dan de AN is alles OK.



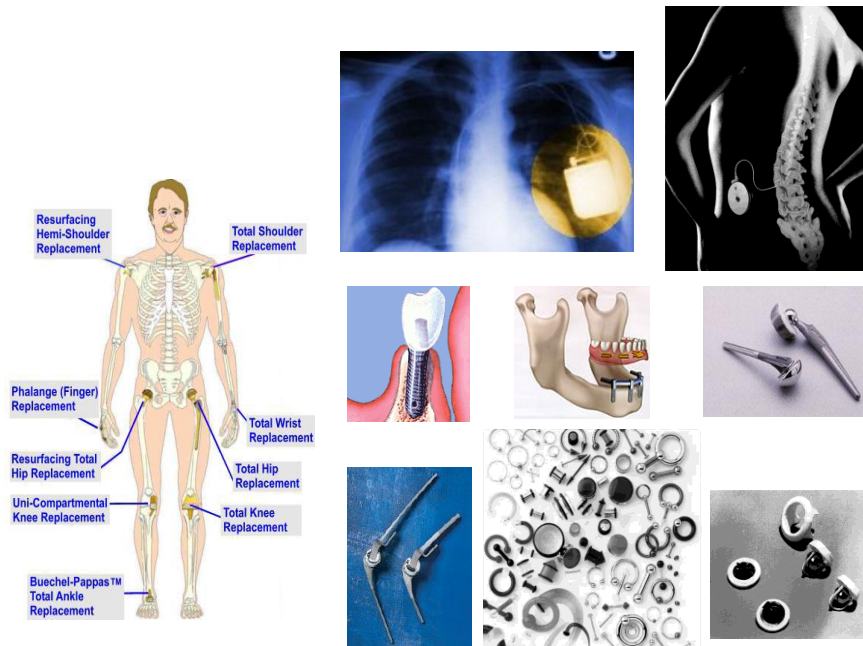
# Werknemers met een verhoogd risico

## technische en organisatorische maatregelen verplicht

- werknemers die een actief of passief geïmplant medisch hulpmiddel, zoals een pacemaker, dragen
  - statisch magnetisch veld: actieniveau = 0,5 mT
  - andere frequenties: individuele risicoanalyse
- werknemers met op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen, zoals een insulinepomp
- zwangere werknemers


 ICNIRP general public reference levels  
 EU aanbeveling met normen voor volksgezondheid

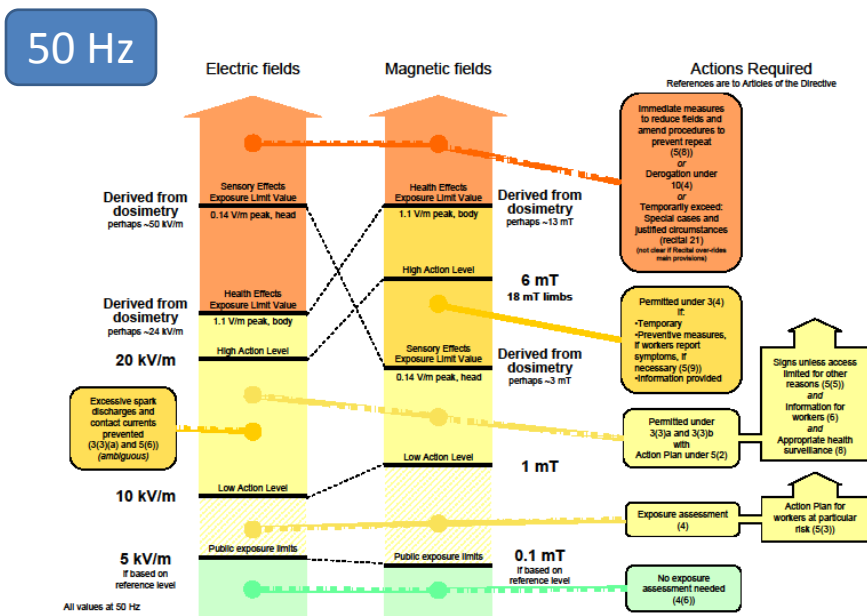
Werknemers moeten de werkgever hiervan op de hoogte brengen.  
 Advies van arbeidsgeneesheer noodzakelijk.



## In de praktijk zijn de actieniveaus het centrale punt en niet de grenswaarden.

De werkgever wordt geacht de GWB voor effecten op de gezondheid en de GWB voor effecten op de zintuigen in acht te nemen wanneer wordt aangetoond dat de relevante, in de bijlagen II en III opgenomen AN niet worden overschreden.

Overschrijdt de blootstelling de (hoge) AN, dan neemt de werkgever maatregelen overeenkomstig artikel 5, lid 2, tenzij uit de overeenkomstig artikel 4, leden 1, 2 en 3, verrichte beoordeling blijkt dat de relevante GWB niet zijn overschreden en dat veiligheidsrisico's kunnen worden uitgesloten.



## Art. 4 : Risicobeoordeling en blootstellingsbepaling

- De werkgever [beoordeelt alle risico's](#) waaraan de werknemers zijn blootgesteld als gevolg van de elektromagnetische velden op de arbeidsplaats [en indien nodig meet of berekent hij de niveaus](#) van de elektromagnetische velden waaraan de werknemers zijn blootgesteld.
- Bij de beoordeling houdt hij rekening met de (nog te maken) [praktische handleiding van de Europese Commissie](#) en andere door de betrokken lidstaat verstrekte [normen of richtsnoeren](#), waaronder [gegevensbanken](#) betreffende blootstelling.
- De werkgever is ook gerechtigd rekening te houden met de emissieniveaus en andere passende [veiligheidsgegevens die door de vervaardiger](#) of distributeur overeenkomstig het relevante Unierecht voor de apparatuur zijn verstrekt.
- [Indien niet op betrouwbare wijze aan de hand van beschikbare gegevens kan worden vastgesteld of de GWB in acht worden genomen](#), wordt de blootstelling beoordeeld aan de hand van [metingen of berekeningen](#).

### In de risicobeoordeling ook aandacht voor:

- De blootstelling
  - Verdeling over de arbeidsplaats en over het lichaam van de werknemer
  - Blootstelling aan verscheidene bronnen en gelijktijdige blootstelling aan velden van verschillende frequenties
- Werknemers met een verhoogd risico
- Door de werknemer gemelde symptomen en de uit het gezondheidstoezicht verkregen informatie
- Mogelijke indirecte effecten

# Indirecte effecten

opvangen door technische en organisatorische maatregelen

Effecten veroorzaakt door de aanwezigheid van een object in een elektromagnetisch veld, die een gevaar voor de veiligheid of de gezondheid kunnen opleveren, zoals:

- a) interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen, inclusief pacemakers en andere implantaten of op het lichaam gedragen medische hulpmiddelen
- b) het risico op rondvliegende ferromagnetische voorwerpen in statische magnetische velden (rond bronnen van  $> 100$  mT : actieniveau = 3 mT)
- c) het in werking stellen van elektrische ontstekingen (detonators)
- d) brand en explosies als gevolg van de ontbranding van brandbare materialen door vonken als gevolg van geïnduceerde velden, contactstromen of vonkontladingen
- e) contactstromen (schrikreacties)

## Actieniveaus voor contactstromen

Stationaire tijdsafhankelijke contactstromen (RMS)

t/m 2,5 kHz : 1,0 mA

2,5 – 100 kHz : 0,4 f mA      (f = frequentie in kHz)

100 kHz – 110 MHz : 40 mA

Opgewekte extremiteitstromen (RMS)

10 – 110 MHz : 100 mA

Contactstroom ( $I_c$ ) is een stroom die optreedt wanneer een persoon in contact komt met een voorwerp in een elektromagnetisch veld. Zij wordt uitgedrukt in ampère (A). Een stationaire contactstroom treedt op wanneer een persoon in voortdurend contact is met een voorwerp in een elektromagnetisch veld. Tijdens het tot stand brengen van dat contact kan een vonkontlading optreden met bijbehorende transiënte stromen.

Elektrische stromen in extremiteiten ( $I_e$ ) zijn stromen in de extremiteiten van een persoon die wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden met een frequentie van 10 MHz tot en met 110 MHz als gevolg van contact met een object in een elektromagnetisch veld of het vloeien van capacitieve stromen, opgewekt in het blootgestelde lichaam. Zij worden uitgedrukt in ampère (A).

# Praktische handleiding voor de risicobeoordeling

Te maken door Europese Commissie

Reeds bestaand:

[Nederlandse praktijkrichtlijn](#)

Elektromagnetische velden in arbeidssituaties (Ministerie van Sociale Zaken – Directie arbeidsomstandigheden)

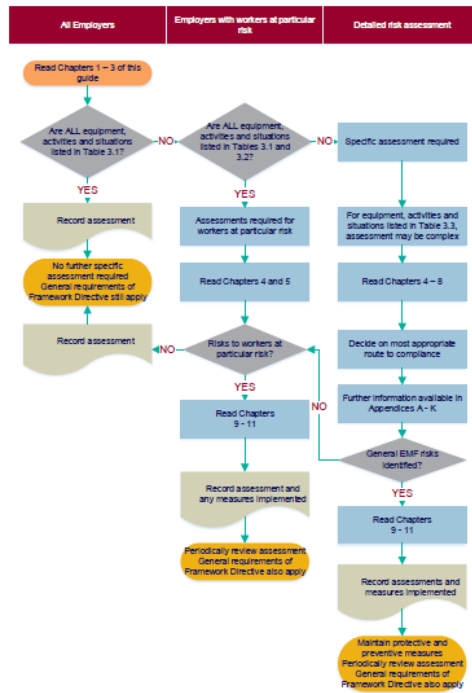
[EMF-Net](#)

- Practical guidance on occupational EMF exposure assessment
- Occupational exposure fact sheets

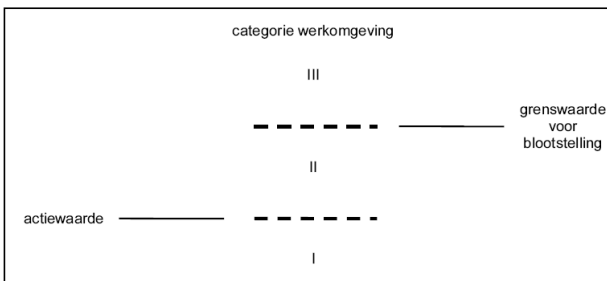
[EN normen](#)



**Non-binding guide to good practice  
for implementing Directive  
2013/35/EU 'Electromagnetic Fields'**



[http://kennisplatform.nl/Files/Documents/Elektromagnetisch velden in Arbeidssituaties.pdf](http://kennisplatform.nl/Files/Documents/Elektromagnetisch%20velden%20in%20Arbeidssituaties.pdf)





## EMF-Net



### research on biological effects of electromagnetic fields

EMF-NET is a FP6 Coordination Action that ran from 2004 to 2008, aimed at providing a framework for the coordination of the results of research activities related to the biological effects of electromagnetic fields, also considering potential risks related to exposure in working environments (occupational exposure).

- Occupational exposure fact sheet: Microwave dryers
- Occupational exposure fact sheet: Mobile phone base station
- Occupational exposure fact sheet: RF wood glue drying
- Occupational exposure fact sheet: RF plastic welding machines
- Occupational exposure fact sheet: Assessment of occupational exposure to intermediate frequency electromagnetic fields in practice
- Occupational exposure fact sheet: Electrosurgery. Occupational exposure to electromagnetic fields - assessment in practice
- Occupational exposure fact sheet: Hand held Magnetic Reactivator
- Occupational EMF Exposure Database
- Practical Guidance for Occupational Low Frequency Exposure Assessment
- Occupational exposure fact sheet Hand held Magnetic Reactivator
- Practical guidance for occupational EMF exposure assessment Numerical dosimetry

## NBN EN 50499

Procedure for the assessment of the exposure of workers to electromagnetic fields

Indeling in categorieën

Table 1:

types of electrical equipment that comply with the European Directive 2004/40/EG

Table 2:

equipment which is likely to require further assessment

NBN EN 50519 : Beoordeling van blootstelling van werknemers aan elektrische- en magnetische velden van industriële [inductie verhittingsapparatuur](#)

NBN EN 50445 : Productgroepnorm om de overeenstemming aan te tonen van apparatuur voor [weerstandlassen](#), [booglassen](#) en verwante processen met de basiseisen voor de blootstelling van het menselijk lichaam aan elektromagnetische velden (0 Hz – 300 GHz)

NBN EN 50496 : Bepaling van blootstelling van werkers aan elektromagnetische velden en beoordeling van het risico op [zendlocaties](#)

NBN EN 50371 : Generieke norm voor het aantonen dat elektronische en elektrische apparatuur met laag vermogen voldoet aan de basisbepalingen met betrekking tot de blootstelling van de mens aan emv 10 MHz – 300 GHz . [Algemeen publiek](#)

## Art 5 : Maatregelen (1)

De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de risico's ten gevolge van elektromagnetische velden op de arbeidsplaats worden geëlimineerd of tot een minimum beperkt,

waarbij hij rekening houdt met de technische vooruitgang en de beschikbaarheid van maatregelen om de productie van elektromagnetische velden aan de bron te beheersen.

Voorbeelden in art 5. o.a. :

- ontwerp en indeling van de arbeidsplaats
- werkmethoden met lagere blootstelling kiezen
- afbakenings- en toegangsmaatregelen zoals signaleringen, etiketten, vloermarkeringen, hekken, vergrendeling

# Veiligheids- en gezondheidssignalering

## Waarschuwborden

Zones waar het (lage) actieniveau overschreden is

magnetisch veld



niet-ioniserende straling



## Verbodsborden



P024  
Do not walk or stand here



P004  
No thoroughfare

## Art 5 : Maatregelen (2)

Technische en organisatorische maatregelen om

- alle risico's voor **werknemers met een verhoogd risico**
- alle risico's ten gevolge van **indirecte effecten**

te voorkomen



P007  
No access for people with active implanted cardiac devices



P014  
No access for people with metallic implants



P008  
No metallic articles or watches

## Art. 6 : Voorlichting en opleiding

De werkgever zorgt ervoor dat **werknemers die met waarschijnlijkheid aan risico's** in verband met elektromagnetische velden op het werk **zullen worden blootgesteld** alle noodzakelijke voorlichting en opleiding ontvangen.

Inhoud staat in art. 5 en art. 6.

(workers who are likely to be exposed to risks)  
(blootstelling boven het (lage) actieniveau of de  
GWB voor sensorische effecten voor 0 Hz mogelijk)

## Art. 8 : Gezondheidstoezicht

- Gezondheidstoezicht als uit de risicobeoordeling blijkt dat er een gezondheidsrisico is (> GWB mogelijk).
- Pacemakers, implantaten, zwangeren (werknemer moet werkgever op de hoogte brengen die vervolgens de arbeidsgeneesheer op de hoogte moet brengen)
- Indien een werknemer melding maakt van een **ongewenst of onverwacht gezondheidseffect**, of indien blootstelling boven de GWB wordt vastgesteld, zorgt de werkgever ervoor dat de betrokken werknemer een passend medisch onderzoek kan ondergaan of passend individueel gezondheidstoezicht krijgt.



## **Operating model for managing accidental overexposure to RF-fields**

Bedankt voor uw aandacht.

Vragen?