

**Informatie horende bij de “Richtlijnenboeken voor het opstellen en beoordelen van milieu-effectenrapportages” van 1997.**

Het volgende document is een gedigitaliseerde versie van de richtlijnenboeken die in 1997 gepubliceerd zijn. Deze dateren dus van vóór het mer/vr-decreet van 18/12/2002 (BS 13/02/2003) die de uitwerking van een Richtlijnenboek milieueffectrapportage voorop stelt. Vernieuwde en nieuwe delen van het richtlijnenboek zijn dus in de komende jaren te verwachten. U verneemt er later meer over via de website van de Cel Mer op <http://www.mervlaanderen.be>

Vanwege een wijziging in de informaticasystemen zijn een aantal figuren van de richtlijnenboeken niet meer beschikbaar en is een deel van de opmaak verloren gegaan waardoor ook de paginanummering verkeerd kan zijn. Deze gedigitaliseerde bestanden worden dan ook slechts ter informatie ter beschikking gesteld.

Indien u een correct genummerd en van alle illustraties voorzien, papieren exemplaar wenst van een bepaald richtlijnenboek dan kan u dit, tegen kostprijs, aanvragen bij de Cel Mer via [mer@vlaanderen.be](mailto:mer@vlaanderen.be) of via het secretariaat op 02 553 80 79.

---

**RICHTLIJNENBOEK VOOR HET OPSTELLEN EN  
BEOORDELEN VAN MILIEUEFFECTRAPPORTEN**

---

---

**DEEL 9 : ALGEMENE METHODOLOGIE  
DISCIPLINE LICHT, WARMTE EN STRALING**

---

# **OMTRENT HET RICHTLIJNENBOEK MEROMTRENT HET RICHTLIJNENBOEK MER**

## **initiatief**

Op initiatief van de "cel m.e.r." van de Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid van de Administratie Milieu-, Natuur- en Land- en Waterbeheer (Departement Leefmilieu en Infrastructuur) is een Richtlijnenboek opgesteld voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten. Voor het tot stand komen van het Richtlijnenboek werden drie onderzoeksopdrachten uitgevoerd op initiatief van de cel m.e.r. :

fase 1'verkennende studie in verband met een richtlijnenboek voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten, met de nadruk op de milieuonderdelen fauna en flora'

fase 2'studie betreffende het samenstellen van een richtlijnenboek voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten'

fase 3'studie betreffende de toetsing van de specifieke richtlijnen voor het opstellen van milieueffectrapporten voor m.e.r.-plichtige inrichtingen of projecten aan de hand van case studies, waarna de basisrichtlijnen kunnen verfijnd en/of bijgestuurd worden'

## **doelstelling**

De doelstelling van het Richtlijnenboek is de kwaliteit van het milieueffectrapport te verbeteren en de vereiste diepgang van een MER af te bakenen. In het richtlijnenboek wordt alle kennis, zowel procedureel als methodologisch, gebundeld op het gebied van milieueffectrapportage; het geeft praktische en concrete richtlijnen en aanbevelingen per activiteitengroep - zowel interdisciplinair als disciplinair - voor het opstellen van een kwalitatief goed milieueffectrapport.

## **doelgroep**

Het Richtlijnenboek beoogt bruikbaar te zijn voor : de initiatiefnemer van een m.e.r.-plichtige activiteit, de MER-makers, de administratie, de vergunningsverlenende en controlerende overheid en de bevolking.

## **opstellers**

Het Richtlijnenboek is opgesteld door een interdisciplinaire groep van promotoren van verschillende Universiteiten, onder supervisie van een promotor-coördinator. De disciplines 'lucht', 'geluid en trillingen', 'licht, warmte en straling', 'water', 'bodem', 'mens-gezondheid', 'mens-ruimtelijke aspecten', 'fauna en flora' en 'monumenten en landschappen en materiële goederen' komen aan bod. De opstellers werden begeleid en bijgestuurd door een stuurgroep, samengesteld uit leden van de verschillende betrokken administraties, aangevuld met het LISEC, het VITO en drie MER-deskundigen (generalisten).

## **structuur**

Het Richtlijnenboek bestaat vooralsnog uit de volgende 11 delen :

deel 1 procedurele aspecten

deel 2 algemene methodologische aspecten

deel 3 methodologie per discipline : mens : gezondheid

deel 4 methodologie per discipline : mens : ruimtelijke aspecten

deel 5 methodologie per discipline : fauna en flora

deel 6 methodologie per discipline : bodem

deel 7 methodologie per discipline : water

deel 8 methodologie per discipline : lucht

deel 9 methodologie per discipline : licht, warmte en stralingen

deel 10 methodologie per discipline : geluid en trillingen

deel 11 methodologie per discipline : monumenten, landschappen en materiële goederen  
in het algemeen

### **toekomst**

Het Richtlijnenboek zal aangevuld worden met verschillende delen die de specifieke methodologie per activiteitengroep beschrijven. Veel procedurele en methodologische informatie in de eerste 11 delen is zeer technisch en werd diepgaand en volledig behandeld. Voor de bevolking en de initiatiefnemers van m.e.r.-plichtige activiteiten is veel informatie minder essentieel, zodat ten behoeve van beide doelgroepen een samenvatting zal worden opgesteld.

## Lijst van promotoren en medewerkers Lijst van promotoren en medewerkers

*discipline 'licht, warmte en straling'*

Prof. Dr. J. BERGHMANS

Departement Werktuigkunde - afdeling Toegepaste Mechanica en Energieconversie  
Katholieke Universiteit Leuven  
Celestijnenlaan 300 A  
3001 LEUVEN

*coördinatie*

Prof. Dr. R.F. VERHEYEN  
medewerkers : Katia Nagels, Dick van Straaten

Departement Biologie  
Universitaire Instelling Antwerpen  
Universiteitsplein 1  
2610 WILRIJK

## **Samenstelling stuurgroep**

- Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer (AMINAL) : Afdeling Algemeen Milieu en Natuurbeleid - cel m.e.r.
- AMINAL : Afdeling Milieuvergunningen
- AMINAL : Afdeling Natuur
- AMINAL : Afdeling Land
- Administratie Ruimtelijke Ordening, Huisvesting & Monumenten & Landschappen (AROHM):  
Afdeling Ruimtelijke Planning
- AROHM : Afdeling Monumenten en Landschappen
- Administratie Gezondheidszorg : Afdeling Preventie en Sociale Gezondheidszorg
- Administratie Economie : Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie
- Instituut voor Natuurbehoud
- Instituut voor Bos- en Wildbeheer
- het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO)
- het Studiecentrum voor Ecologie en Bosbouw v.z.w. (LISEC)
- de Mobiliteitscel
- drie MER-deskundigen, generalisten :
  - \*de heer F. Vansina
  - \*de heer J. Vangenechten
  - \*de heer J. Vandenbroeck

# LEESWIJZERLEESWIJZER

Dit deel van het Richtlijnenboek behandelt de *algemene methodologie per discipline* en omvat tien hoofdstukken.

## *Hoofdstuk 1 Benaderingswijze en specifieke inhoudsbepaling van de discipline*

bespreekt de reikwijdte van de discipline; de benaderingswijze van de discipline wordt toegelicht.

## *Hoofdstuk 2 Bronnen van basisinformatie*

verduidelijkt welke basisinformatie per discipline vereist is, meer bepaald welke gegevens nodig zijn voor het beschrijven van het studiegebied, de referentiesituatie, en voor de effectvoorspellingsmethoden.

## *Hoofdstuk 3 Afbakening van het studiegebied*

beschrijft de wijze waarop het studiegebied wordt afgebakend; de methodologie wordt beschreven en voorstellingsmethoden worden toegelicht.

## *Hoofdstuk 4 Analyse van de referentiesituatie*

bespreekt de methode voor de inventarisatie van de referentiesituatie(s), beschrijft de mogelijke voorstellingsmethoden van de referentiesituatie en geeft een korte toelichting van de ontwikkelingsscenario's.

## *Hoofdstuk 5 Karakterisering van de effectgroepen, effectuitdrukkingen en beoordelingscriteria*

verduidelijkt de effectgroepen en de beoordelingscriteria per effectgroep toegelicht. Aan de verschillende effectgroepen wordt inhoud gegeven. Per effectgroep worden de effectuitdrukkingen en de beoordelingscriteria per effect/effectgroep (normen, richtwaarden en grenswaarden, ...) toegelicht.

## *Hoofdstuk 6 Analyse van de geplande situatie*

beschrijft de effectvoorspellingsmethoden per effectgroep. Voor elke voorspellingsmethode wordt de interpretatie en beoordeling van de uitvoergegevens en de beperkingen van de voorspellingsmethode verduidelijkt. De mogelijke voorstellingsmethoden worden beschreven.

*Hoofdstuk 7 Gegevensoverdracht naar andere disciplines*

benadrukt het interdisciplinaire gebruik van gegevens; de discipline duidt aan welke gegevens overgedragen worden naar andere disciplines.

*Hoofdstuk 8 Beoordeling van de geplande situatie*

bespreekt voor de integrerende disciplines op welke wijze het globale effect bepaald en beoordeeld wordt.

*Hoofdstuk 9 Beschrijving van de milderende maatregelen*

geeft een algemene toelichting van mogelijke effectmilderende maatregelen.

*Hoofdstuk 10 Het opstarten van een postevaluatieprogramma*

formuleert methodologische voorstellen voor het opnemen van een postevaluatiestudie in het MER.

Tot slot wordt dit deel afgesloten met :

Begrippenlijst  
Lijst van afkortingen  
Referentielijst  
Bijlagen

# INHOUD

OMTRENT HET RICHTLIJNENBOEK MER .....	i
LIJST VAN PROMOTOREN EN MEDEWERKERS .....	iii
LEESWIJZER .....	iv
1 BENADERINGSWIJZE EN SPECIFIEKE INHOUDSBEPALING VAN DE DISCIPLINE .....	1
1.1 Inleiding .....	1
1.2 Definities .....	1
1.2.1 Straling .....	1
1.2.2 Licht .....	2
1.2.3 Warmte .....	2
2 BRONNEN VAN BASISINFORMATIE .....	3
2.1 Straling .....	3
2.2 Licht .....	3
2.3 Warmte .....	4
3 AFBAKENING VAN HET STUDIEGEBIED .....	5
3.1 Inleiding .....	5
3.2 Informatiebronnen .....	5
3.3 Fasering .....	5
3.4 Methode voor afbakening van het studiegebied .....	5
3.5 Voorstellingsmethoden .....	6
4 ANALYSE VAN DE REFERENTIESITUATIE .....	7
4.1 Inleiding .....	7
4.2 Referentiesituaties .....	7
4.3 Huidige situatie .....	7
4.3.1 Straling .....	7
4.3.2 Licht en warmte .....	8
4.4 Voorstellingsmethode van de referentiesituatie .....	8
4.4.1 Straling .....	8
4.4.2 Licht en warmte .....	8
5 KARAKTERISERING VAN DE EFECTGROEPEN .....	9



5.1 Straling .....	9
5.2 Licht .....	9
5.3 Warmte .....	10
6 ANALYSE VAN DE GEPLANDE SITUATIE .....	11
6.1 Effectvoorspelling .....	11
6.1.1 Straling .....	11
6.1.2 Licht .....	11
6.1.3 Warmte .....	11
6.2 Voorstellingsmethoden .....	11
7 OVERDRACHT VAN GEGEVENS NAAR ANDERE DISCIPLINES .....	12
8 BEOORDELING VAN DE GEPLANDE SITUATIE .....	13
8.1 Inleiding .....	13
8.2 Straling .....	13
8.3 Licht .....	14
8.4 Warmte .....	14
9 BESCHRIJVING VAN DE MILDRENDENDE MAATREGELEN .....	15
9.1 Inplantingsalternatieven .....	15
9.2 Uitvoeringsalternatieven .....	15
9.2.1 Straling .....	15
9.2.2 Licht .....	16
9.2.3 Warmte .....	16
10 HET OPSTARTEN VAN EEN POSTEVALUATIEPROGRAMMA .....	17
BEGRIPPENLIJST .....	18
LIJST VAN AFKORTINGEN EN SYMBOLEN .....	19
REFERENTIELIJST .....	20

BIJLAGEN .....	21
1 GRENSWAARDEN IN VERBAND MET STRALING .....	21
1.1 Kortetermijneffecten .....	21
1.1.1 Laagfrequente velden (0 Hz tot 10 kHz) .....	21
1.1.2 Hoogfrequente velden (10 kHz tot 300 GHz) .....	24
1.2 Langetermijneffecten .....	30
1.2.1 Elektrisch veld .....	30
1.2.2 Magnetisch veld .....	30
1.2.3 Samenvatting .....	31
2 PROCEDURES ELEKTRISCHE METINGEN .....	32
2.1 Laagfrequent .....	32
2.1.1 Elektrische veld .....	32
2.1.2 Magnetische veld .....	32
2.1.3 Bijzondere eisen .....	33
2.2 Hoogfrequent .....	33

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2.1 :Maximale toegelaten stralingsintensiteiten en blootstellingtijden voor U.V. straling volgens C.I.E.

Tabel 8.1 :Maat voor nadelige effecten op de gezondheid van de mens ingeval laagfrequente elektrische en magnetische velden

Tabel B.1 :Geïnduceerde stroomdichtheid

Tabel B.2 :Elektrische velden

Tabel B.3 :Magnetische velden

Tabel B.4 :Contactstroom

Tabel B.5 :Specific Absorption Ratio (bij continue blootstelling) en Specific Absorption

Tabel B.6 :Referentiewaarden voor blootstelling aan een elektrisch of magnetisch veld

Tabel B.7 :Referentieniveaus voor piekveldsterktes en vermogendichtheden

Tabel B.8 :Grenzen voor de contactstromen

Tabel B.9 :Richtlijnen

# 1) BENADERINGSWIJZE EN SPECIFIEKE INHOUSBEPALING VAN DE DISCIPLINE

## 2) BENADERINGSWIJZE EN SPECIFIEKE INHOUSBEPALING VAN DE DISCIPLINE

### a) Inleiding

De discipline 'licht, warmte en straling' onderzoekt alle effecten van het geplande project zowel ten gevolge van emissies van licht, warmte en straling als ten gevolge van de beperking van de beschikbaarheid van licht, warmte en straling voor fauna, flora en mens. De invloed dient zowel op korte als op lange termijn bekeken te worden.

In wat volgt worden 'licht, warmte en straling' als afzonderlijke deeldisciplines behandeld omwille van hun eigen specifieke kenmerken.

De studie voor deze drie deeldisciplines bestaat steeds uit een karakterisatie van de referentietoestand, die gespecificeerd wordt al naar gelang de aard van het project, een voorspelling van de toekomstige toestand en een vergelijking tussen beide toestanden, waaruit een beoordeling volgt.

### d) Definities

#### i) Straling

Onder het begrip 'straling' (Verbruggen, 1994) wordt in de volgende tekst de niet-ioniserende elektrische, magnetische en elektromagnetische straling met uitsluiting van warmtestraling (infrarood), ultraviolet en van zichtbaar licht verstaan. Het begrip straling kan voor verwarring zorgen. Een technisch meer correcte term is velden.

*Basisbegrip : elektrisch, magnetisch en elektromagnetische velden*

Rond elke elektrische lading in rust heerst er een elektrisch veld gekarakteriseerd door de elektrische veldsterkte  $E$  [V/m]. Via dit elektrisch veld kan deze lading een mechanische kracht uitoefenen op andere geladen deeltjes op een afstand van de lading. Beweegt de elektrische lading, wat in een geleider stroom genoemd wordt, dan ontstaat er een magnetisch veld met veldsterkte  $H$  [A/m]. Ondergaat de elektrische lading een versnelling, dan plant dit elektromagnetisch veld zich voort en ontstaan er elektromagnetische velden (EM-velden). Het voortplantingseffect ontstaat doordat elk veranderend elektrisch veld een variërend magnetisch veld opwekt, dat op zijn beurt weer een elektrisch veld veroorzaakt, enz. Als de elektromagnetische golven eenmaal gegenereerd zijn, gedragen ze zich als een zelfstandig verschijnsel en verspreiden ze zich vanuit de bron (of straler). In vacuüm of in lucht gebeurt dit met de lichtsnelheid 300000 km/s. Een elektromagnetische golf kenmerkt zich door een frequentie  $f$ , die het aantal golven bepaalt dat per seconde een vast punt in de ruimte passeert. Een geladen deeltje in versnelling zendt als het ware zijn vermogen uit om kracht op andere geladen deeltjes uit te oefenen. Dit gaat gepaard met uitstraling van elektromagnetische energie die gedragen wordt door de elektromagnetische golf.

Het elektromagnetisch frequentiespectrum is een rangschikking van elektromagnetische straling naar frequentie. Niet-ioniserende straling is dat deel van het elektromagnetisch spectrum met frequenties  $f$  kleiner dan 3 pHz. Straling met een frequentie groter dan 3 pHz noemt men ioniserende straling. Deze

straling is in staat moleculen te ioniseren. Hierbij ontstaan vrije radicalen die vitale delen van de biologische cel kunnen vernietigen. Zij vallen buiten dit werk.

In het elektromagnetisch veld rond een bron is er een onderscheid tussen :

- Nabije-veld : in een zone dichtbij de bron is het geometrisch en numeriek verband tussen het elektrisch en magnetisch veld bepaald door de bron zelf. Beide velden moeten afzonderlijk worden gemeten of berekend.
- Verre-veld : in de zone verder van de bron wordt het verband tussen het elektrisch en het magnetisch veld bepaald door de ruimte waarin de golven zich voortplanten.

#### **iv)Lichtv)Licht**

'Licht' duidt in deze tekst op de elektromagnetische straling in het golflengte-gebied van 200 tot 780 nm. Dit komt overeen met het voor het menselijk oog zichtbaar gebied uitgebreid met het ultraviolet licht. Het ultraviolet wordt onderverdeeld in UV-A (320 - 400 nm), UV-B (280 - 320 nm) en UV-C (200 - 280 nm).

#### **vii)Warmteviii)Warmte**

'Warmte' is een wijze van energie-uitwisseling waardoor inwendige energie van de betrokken stelsels kan veranderen zonder tussenkomst van mechanische arbeid. Warmtetransport gebeurt op drie verschillende manieren nl. door geleiding, door convectie en door straling. Voor wat betreft warmtestraling dient voornamelijk rekening gehouden te worden met elektromagnetische straling in het infrarood gebied (nabije en midden infrarood : van 780 tot 3000 nm, verre infrarood : van 3000 tot 15000 nm).

Naast warmtestraling kunnen milieu impacten te wijten zijn aan warmte ontstaan door de lozing van b.v. koelwater. Dit aspect wordt behandeld in het kader van de discipline 'water'. Voor wat betreft zeer grootschalige projecten kan warmte lokale klimaatswijzigingen veroorzaken.

## 4)BRONNEN VAN BASISINFORMATIE 5)BRONNEN VAN BASISINFORMATIE

### a)Straling b)Straling

De wetgeving die momenteel van kracht is beperkt de waarden van het elektrische veld dat is opgewekt door de elektrische installaties voor energietransport en -distributie en houdt de verplichting in tot aarding van sommige metalen voorwerpen die ten opzichte van de grond geïsoleerd zijn.

De waarde van het elektrisch veld opgewekt door een installatie van transport of verdeling van elektrische energie, gemeten volgens de reglementaire voorschriften, moet lager zijn dan volgende waarden, gemeten op niveau van de woning of 1,5 meter van de grond :

- 1)in de woongebieden of in gebieden voor woongebied bestemd volgens het gewestplan : 5 kV/m;
- 2)bij overspanning van wegen : 7 kV/m;
- 3)op andere plaatsen : 10 kV/m.

De metalen onderdelen die door hun aanwezigheid in het elektrisch veld op een potentiaal worden gebracht die in een bestendig regime een ontladingsstroom geeft van 1 mA, worden geaard.

*[Ministerieel Besluit van 07 mei 1987 (B.S. van 14.05.1987)/ gewijzigd bij Ministerieel Besluit van 20 april 1988 (B.S. van 06.05.1988) gewijzigd bij Ministerieel Besluit van 20 april 1988 (B.S. van 06.05.1988)]*

### d)Lichte) Licht

VLAREM II, hoofdstuk 4.6, bevat een viertal artikels betreffende de beheersing van hinder door licht. Hierin worden in algemene bewoordingen de voorwaarden gesteld waaraan verlichting dient te voldoen. Als grenswaarde wordt gesteld dat lichtreclame de normale intensiteit van de openbare verlichting niet mag overtreffen.

Voor wat betreft U.V. straling werden door de Commission Internationale d'Eclairage (C.I.E.) maximale toegelaten stralingsintensiteiten en blootstellingstijden opgesteld volgens Tabel 2.1.

Tabel 2.1 :Maximale toegelaten stralingsintensiteiten en blootstellingstijden voor U.V. straling volgens C.I.E. Tabel 2.1 :Maximale toegelaten stralingsintensiteiten en blootstellingstijden voor U.V. straling volgens C.I.E.

Golflengte-gebied	Toegelaten blootstelling en blootstellingstijden
U.V.-A (320-400 nm)	10 W/m <sup>2</sup> voor meer dan 100 seconden
U.V.-B (280-320 nm)	10 <sup>4</sup> J/m <sup>2</sup> tot 1000 seconden
U.V.-C (200-280 nm)	1 W/m <sup>2</sup> gedurende 8u/dag

Voor wat betreft het golflengtegebied 180 tot 400nm worden in 'Arbeidsbescherming, CedSamson (aanvulwerk)' grenswaarden opgesomd.

### **g)Warmteh)Warmte**

De gewestelijke of nationale wetgeving bevat geen voorschriften betreffende warmtestraling. Voor wat betreft de veiligheid van personen wordt internationaal een maximale waarde van  $1 \text{ kW/m}^2$  gehanteerd die bij langdurige blootstelling niet mag overschreden worden. Voor wat betreft effecten van warmtestraling op fauna en flora zijn geen algemeen toepasbare drempelwaarden bekend.

## **7)AFBAKENING VAN HET STUDIEGEBIED8)AFBAKENING VAN HET STUDIEGEBIED**

### **a)Inleidingb)Inleiding**

Het studiegebied is dit deel van de omgeving waar de invloed van het project op relevante wijze merkbaar is. Aangezien de transmissiviteit van lucht voor de meeste golflengten van elektromagnetische velden zeer dicht bij 1 gelegen is, betekent dit dat de invloedszones voor de deeldisciplines licht en straling erg groot kunnen zijn (bv. radio, televisie, mobilofonie, verdeelnet voor elektriciteit). Voor wat betreft de deeldiscipline warmte dient de invloedszone bepaald te worden naar gelang de aard van de warmtedrager.

### **d)Informatiebronnen e)Informatiebronnen**

Voor wat betreft een nieuw project dient men te beschikken over een beschrijving van de lokale situatie binnen het studiegebied voor wat betreft licht, warmte of elektrische velden. Het verloop van deze grootheden in tijd en ruimte dient opgegeven gesteund op metingen. Verder dient een beschrijving gegeven van alle installaties van het project die bij exploitatie licht, warmte en elektrische velden teweeg brengen. Lokatie, opwekkingsvermogens (inclusief tijdsafhankelijk gedrag) van deze bronnen dienen beschreven ten einde hun impacten te kunnen bepalen.

Voor wat betreft bestaande projecten dient men te beschikken over de beschrijving ( bij voorkeur gesteund op metingen) van de bestaande situatie betreffende licht, warmte en straling aangevuld met een beschrijving van de opwekkingsbronnen die bij eventuele wijzigingen zouden wegvallen of ontstaan.

### **g)Faseringh)Fasering**

Voor de discipline 'warmte, licht en straling' beperken de milieueffecten zich voornamelijk tot de operationele fase van het project. Wel is het mogelijk dat voor wat betreft deze fase verschillende werkingsvoorwaarden onderzocht dienen te worden. Hierbij dient speciale aandacht te worden geschonken aan de aan- en uitschakeling van toestellen met groot vermogen.

### **j)Methode voor afbakening van het studiegebiedk)Methode voor afbakening van het studiegebied**

De grootte van het gebied waarin door warmte, licht of straling effecten kunnen teweeggebracht worden is van een groot aantal factoren afhankelijk. De afbakening van het studiegebied is om deze reden moeilijk uit te voeren bij aanvang van het studiewerk.

Er wordt daarom voorgesteld om bij middel van eenvoudige rekenmodellen en uitgaande van conservatief geschatte waarden van de vermogens van de opwekkingsbronnen de afstanden waarop relevante waarden van veldsterkten, enz... kunnen verwacht worden te schatten en het studiegebied hiertoe te beperken. Alleszins kan gesteld dat impaktzones voor straling, licht en warmte meestal tot



enkele honderden meter beperkt zijn.

### **m)Voorstellingsmethoden**

Het afgebakende studiegebied zal voorgesteld worden bij middel van stafkaarten en/of gewestplannen. De nauwkeurigheid waarmee de situatie wat betreft straling, licht en warmte dient beschreven, dient minstens 5 % van de relevante grenswaarden te bedragen.

## **10)ANALYSE VAN DE REFERENTIESITUATIE11)ANALYSE VAN DE REFERENTIESITUATIE**

### **a)Inleidingb)Inleiding**

Om tot een zo objectief mogelijke evaluatie en beoordeling van het voorgestelde project te komen moet een volledige beschrijving van een referentietoestand opgesteld worden.

### **d)Referentiesituatiese)Referentiesituaties**

*Definitie : "De referentiesituatie is de toestand van het studiegebied waarnaar gerefereerd wordt in functie van de effectvoorspelling".*

Deze definitie laat toe de referentietoestand vanuit verschillende gezichtspunten te bekijken, nl. vanuit de huidige toestand, vanuit de gewenste toestand of vanuit de gewijzigde toestand. Voor alle betrokken disciplines dienen in het MER dezelfde referentiesituatie en dezelfde geplande situaties te gelden (zie deel B(1)).

Om het MER overzichtelijk en functioneel te houden dient enkel rekening te worden gehouden met de huidige toestand van het studiegebied (zie deel B(1)).

### **g)Huidige situatieh)Huidige situatie**

### **i)Stralingji)Straling**

Als referentiesituatie bij een nieuw project gelden de elektrische, magnetische en elektromagnetische velden die aanwezig zijn vóór de uitvoering van het project, onder andere, het aardmagnetisch veld, de extra laag frequente velden die in normale huishoudelijke situaties aanwezig zijn en de hoger frequente velden tengevolge van radio- en televisie-uitzendingen.

Voor een bestaand project, al dan niet met aanpassingen (hervergunning), worden als referentietoestand de elektrische, magnetische en elektromagnetische velden genomen, zoals in de vorige alinea vermeld met daar boven op de velden van de bestaande installaties.

Bij nieuwe of reeds bestaande metingen dienen de meetvoorwaarden nauwkeurig beschreven te worden. De situatie moet geometrisch volledig beschreven zijn en alle opgemeten waarden moeten vermeld worden alsook de belasting van het systeem op het ogenblik van de meting en de omgevingsfactoren.

Elektrische meetprocedures die dienen toegepast te worden zijn in bijlage 2 beschreven.

#### **iv)Licht en warmte**

Een gelijkaardige definitie van de referentietoestand wordt gehanteerd voor de beschrijving van het licht- en temperatuurbeeld. Voor een nieuw project wordt het licht- en temperatuurbeeld beschouwd voor de realisatie van het project, voortkomend uit zonlicht, straatverlichting, naburige hoge constructies en natuurlijke schermen voor licht (bv. bomenrijen, hagen). Voor een bestaand project worden licht- en temperatuurbeeld beschouwd zoals zij door de aanwezige installaties worden bepaald, door afscherming van zonlicht, door kunstmatige lichtbronnen, door grote stookinstallaties en hun emissies van warmte. De eenvoudigste manier voor het bepalen van een algemeen kwalitatief lichtbeeld is fotografie (eventueel op verschillende ogenblikken van de dag, omwille van de zonnestand). De verlichtingssterkte wordt gemeten met een luxmeter. Een licht-intensiteitsbeeld kan worden opgebouwd aan de hand van metingen op verschillende plaatsen. Kwantitatief kan gebruik worden gemaakt van lichtintensiteitsmeters. Warmtestralingsmetingen zijn gebaseerd op warmte-absorptie van een detector, die omgezet wordt in een andere energievorm. In thermische detectietoestellen wordt via een temperatuurgevoelige weerstand een temperatuurverhoging gemeten. Een breed spectrum wordt gemeten. Fotonische detectietoestellen meten de verplaatsingen van elektronen in een halfgeleidermateriaal en meten een zeer specifieke golflengte. Een temperatuurbeeld kan met thermografie worden vastgelegd. Hierbij dienen echter wel de beperkingen van deze techniek in acht te worden genomen (sterke beïnvloeding door emissiviteit van voorwerpen, reflecties,...). Temperatuursmetingen dienen de thermogrammen aan te vullen. De nauwkeurigheid waarmee de grootheden wat betreft straling, licht en warmte dient beschreven, dient minstens 5% van de desbetreffende grenswaarden te bedragen.

#### **j)Voorstellingsmethode van de referentiesituatie**

##### **i)Straling**

De referentiesituatie zal voor wat betreft straling voorgesteld worden bij middel van iso-veldsterktelijnen op kaarten van het studiegebied en dit zowel voor elektrische als magnetische velden. Deze lijnen dienen opgesteld per frequentie-interval zoals opgesomd in de tabellen van deel 0.

##### **iv)Licht en warmte**

De referentiesituatie zal voor wat betreft licht en warmte weergegeven worden bij middel van iso-lichtsterkte, iso-thermen en iso-warmtestralingsfluxlijnen op kaarten van het studiegebied. Voor wat betreft licht dient onderscheid gemaakt tussen U.V.-straling en licht in het zichtbaar gebied.

# 13)KARAKTERISERING VAN DE EFFECTGROEPEN14) KARAKTERISERING VAN DE EFFECTGROEPEN

## a)Stralingb)Straling

De interacties van elektromagnetische velden met levende organismen kunnen onderverdeeld worden in twee mechanismen, nl. thermische wisselwerking en niet-thermische wisselwerking. Onder thermische wisselwerking verstaat men het mechanisme waar door absorptie van elektromagnetische energie een temperatuurstijging ontstaat. Niet-thermische wisselwerking is deze interactie waarbij de geabsorbeerde energie niet groot genoeg is om een significante temperatuurstijging te veroorzaken. De mechanismen die hierbij spelen zijn nog niet volledig gekend. Wijziging in de vochtuitwisseling door de celwanden wordt aangehaald als verklaring voor de effecten van niet-thermische interacties. De aard van de effecten is sterk golflengte-afhankelijk. Hierdoor dienen de specifieke effecten per golflengte-gebied en dus frequentiegebied te worden behandeld.

### Extreem laagfrequente (ELF) velden

Bij velden van zeer lage frequentie wordt de golfenergie niet of nauwelijks door het lichaam geabsorbeerd. Dit impliceert dat biologische gevolgen toegeschreven aan elektrische en magnetische ELF-velden niet thermisch zijn.

Verschillende werkingsmechanismen worden vooropgezet om de niet-thermische wisselwerking van ELF-velden met biologische weefsels te verklaren, zoals de wijzigingen in de doorlaatbaarheid van celmembranen als gevolg van een louter elektrisch fenomeen. Hierdoor kan de normale uitwisseling van bestanddelen tussen de cel en haar omgeving in het gedrang komen. Andere niet-thermische effecten zijn : zenuwstimulatie, reuk van huidharen, gezichtsstoelingen, ...

De mogelijke gevolgen kunnen afhankelijk zijn van veldkarakteristieken zoals intensiteit en frequentie en de aanwezigheid van harmonischen.

### Microgolven

De opname onder de vorm van warmte van elektromagnetische energie door biologische weefsels is bekend. De opname van energie door weefsels is afhankelijk van hun elektrische eigenschappen, die grotendeels door het watergehalte worden bepaald.

Ook de diversiteit in samenstelling van de verschillende weefsels en organen speelt een belangrijke rol. Bovendien daalt de indringdiepte van een elektromagnetische golf als de frequentie toeneemt.

Naast de thermische wisselwerkingen zijn er ook niet-thermische mogelijk. De gevolgen hiervan kunnen uitsluitend fysiologisch en omkeerbaar zijn, maar kunnen ook tot ziekteverschijnselen leiden.

Criteria voor wat betreft de beoordeling van straling worden in bijlage 1 opgenomen.

## d)Lichte)Licht

Voor wat betreft zichtbaar licht is de lichtintensiteit tezamen met de belichtingsduur verantwoordelijk voor mogelijke directe effecten (blindheid...) op personen en dieren.

Verblindings van bv. dieren langs autowegen kan een indirecte oorzaak zijn van doding (aanrijding). Grenswaarden hieromtrent werden niet teruggevonden in de literatuur.

Risicofuncties voor zichtbaar en NIR- licht waaruit TLV's worden berekend (enkel voor bronnen met luminantie groter dan 1 cd/cm<sup>2</sup>, kleinere bronsterktes worden als veilig beschouwd) vindt men in

'Arbeidsbescherming, CedSamson (aanvulwerk)'.  
'

Licht heeft hoofdzakelijk een rustverstoring effect op mens en dier wanneer het 's nachts wordt uitzonden. Criteria hieromtrent zijn niet bekend. Tenslotte kan licht de groei van planten beïnvloeden.

Dit effect is sterk plant-afhankelijk.

Ultra violet licht kan tot productie van ozon aanleiding geven. Bij de mens kan het hoornvliesontsteking, zonnebrand en huidkanker tot gevolg hebben. Het American Conference of Governmental Industrial Hygienists geeft grenswaarden voor de blootstelling van ogen en huid aan U.V.-stralen gedurende 8u/dag voor het golflengte-gebied van 180 tot 400 nm (Arbeidsbescherming, CedSamson, aanvulwerk).

Infra rood straling kan cataract en huidverbranding veroorzaken bij de mens.

### **g)Warmte)Warmte**

Warmtestraling kan bij grote stralingsdosissen tot verbrandingsverschijnselen aanleiding geven. Bij de meer frequent voorkomende lage stralingsintensiteiten is zijn invloed eerder beperkt tot temperatuursverhoging van de flora in de onmiddellijke omgeving van de warmtestraler.

## **16) ANALYSE VAN DE GEPLANDE SITUATIE**

### **a) Effectvoorspelling**

#### **i) Straling**

Numerieke methodes voor het berekenen van elektromagnetische velden zijn vooral gebaseerd op de methode van de randintegralen en op eindige elementen methodes. Via CAD-programma's kunnen elektrische en magnetische velden berekend worden. De gebruikte berekeningsmethodes dienen voor de inzet gekalibreerd te worden met een aantal standaardproblemen (Mertens, 1993 en Belmans, 1993).

#### **iv) Licht**

Met gepaste software programma's kunnen simulaties gemaakt worden van de invloed van de inplanting van een installatie op het lichtbeeld. Bij het aanwenden van software pakketten dient vooral gelet op een realistische voorstelling van de stralingsbron (afmetingen, vorm, positionering, stralingsintensiteit...) en van de absorptie van de straling door de lucht (vochtigheid). Behalve voor wat betreft dit laatste kunnen dezelfde programma's voor lichtstraling aangewend worden als voor warmtestraling.

#### **vii) Warmte**

Numerieke simulaties kunnen afhankelijk van de aard van het probleem uitgevoerd worden met bestaande pakketten. Een kritische evaluatie van de resultaten bekomen met deze programma's is noodzakelijk en kan gebeuren met eenvoudige controle berekeningen en kalibratie aan de hand van controleproblemen.

Van groot belang is een nauwkeurige voorstelling van de warmtebronnen voor wat betreft straling (uitstralend vermogen, temperatuur, afmetingen, positionering...). Modellen die in verband hiermee kunnen aangewend worden worden beschreven in Anon.1994c en Anon. 1988.

### **d) Voorstellingsmethoden**

De duidelijkste manier van voorstelling van het stralings-, licht- en temperatuurbeeld bestaat uit contourplots van de intensiteit van licht, straling, warmtestralingsintensiteit en van de temperatuur. Deze contourplots moeten gemaakt worden voor verschillende tijdstippen van de dag voor wat betreft licht en warmte.

## **19)OVERDRACHT VAN GEGEVENS NAAR ANDERE DISCIPLINES20) OVERDRACHT VAN GEGEVENS NAAR ANDERE DISCIPLINES**

Het microklimaat rond een project wordt mee bepaald door temperatuurbeeld dat door installaties wordt veroorzaakt.

Zowel licht, warmte als straling hebben hun invloed op mens, flora en fauna. De verdeling van deze grootheden in de ruimte is dus onontbeerlijk voor de bepaling van de effecten in de genoemde disciplines. Daarom is de overdracht van de beschrijvingen van de respectievelijke licht-, temperatuur- en stralingsbeelden voor en na de uitvoering van het project een noodzakelijkheid om de gevolgen hiervan te onderzoeken.

## 22)BEOORDELING VAN DE GEPLANDE SITUATIE23) BEOORDELING VAN DE GEPLANDE SITUATIE

### a)Inleidingb)Inleiding

De beoordeling van het project voor wat de drie hier behandelde deeldisciplines betreft dient gebaseerd te zijn op een vergelijking van de referentiesituatie met de situatie na de uitvoering van het project. Als externe referentie zullen de eventueel bestaande normen en richtlijnen voor de deeldisciplines getoetst worden. Een beoordeling van de invloed van het project voor de discipline 'licht, warmte en straling' zal echter steeds onvolledig zijn, aangezien deze discipline slechts de oorzaken beschrijft van de gevolgen die in andere disciplines (mens, gezondheid; klimaat; flora en fauna; water) worden beschouwd. Gegevensoverdracht naar deze andere disciplines is dan ook noodzakelijk.

### d)Stralinge)Straling

Voor wat betreft de invloed op de mens kunnen, via de stroomdichtheid [ $A/m^2$ ] van de in het lichaam geïnduceerde stromen, de verschillende situaties beoordeeld worden.

Bijvoorbeeld : in het geval van laagfrequente elektrische en magnetische velden is de maat voor de nadelige effecten op de gezondheid van de mens de in het lichaam geïnduceerde stroom gegeven in Tabel 8.1.

Tabel 8.1 :Maat voor nadelige effecten op de gezondheid van de mens ingeval laagfrequente elektrische en magnetische velden  
Tabel 8.1 :Maat voor nadelige effecten op de gezondheid van de mens ingeval laagfrequente elektrische en magnetische velden

STROOMDICHTHEID	EFFECT
$< 0,1 \mu A/cm^2$	geen enkel effect opgemerkt
$0,1 - 1 \mu A/cm^2$	kleine biologische effecten vastgesteld
$1 - 10 \mu A/cm^2$	vastgestelde effecten : visueel, op het zenuwstelsel.
$10 - 100 \mu A/cm^2$	stimulatie van prikkelbare weefsels (spieren en zenuwen) en mogelijke risico's voor de gezondheid
$> 100 \mu A/cm^2$	acuut gevaar : mogelijkheid op hartkamer-fibrilatie



Het probleem bij dit beoordelingscriterium is dat de geïnduceerde stroom in een lichaam moeilijk of niet op te meten is. De grootheden die onmiddellijk kunnen verkregen worden door metingen zijn :

- magnetische veldsterkte  $H$  [A/m];
- magnetische fluxdichtheid  $B$  [T];
- elektrische veldsterkte  $E$  [V/m].

Uit deze meetbare grootheden kan de geïnduceerde stroom berekend worden wat resultaten geeft die hoger besproken werden.

### **g)Licht**

Uitgezonderd voor sterk geconcentreerde bundels wordt de wijziging in het licht-(schaduw)beeld op mens en dier in de meeste gevallen enkel op subjectieve wijze beoordeeld en als rustverstoring ervaren. Duidelijke meetbare effecten zullen meestal slechts waargenomen kunnen worden op de plantengroei en zijn sterk plant afhankelijk.

### **j)Warmte**

Voor deze deeldiscipline zal de beoordeling afhangen van de aard van de warmtedrager. Naast toetsing aan de waarden vermeld onder par. 2.3 dienen de effecten verder behandeld te worden in disciplines zoals water, lucht, flora en fauna,...).

## **25) BESCHRIJVING VAN DE MILDERENDE MAATREGELEN**

## **26) BESCHRIJVING VAN DE MILDERENDE MAATREGELEN**

### **a) Inplantingsalternatieven b) Inplantingsalternatieven**

De milieueffecten te wijten aan straling, licht en warmte zijn sterk afhankelijk van de afstand tussen de uitzendende bronnen en de receptoren. Het wijzigen van de lokatie van de bronnen is een maatregel die in een belangrijke reductie van de omgevingseffecten kan resulteren. Inplantingsalternatieven dienen daarom met aandacht bestudeerd te worden. Uiteraard dient bij deze studie rekening gehouden met het geheel van impacts betreffende alle milieudisciplines en dienen besluiten omtrent mogelijke inplantingsalternatieven op het geheel van deze impacts gesteund te zijn.

### **d) Uitvoeringsalternatieven e) Uitvoeringsalternatieven**

Op de eerste plaats dienen installaties zo ontworpen, gebouwd en uitgbaat te worden dat de milieuhinder voorkomen of zoveel mogelijk beperkt wordt. De best mogelijke wijze hiervoor is de specifieke maatregelen in het begin van het project te integreren (procesgeïntegreerde maatregelen). Voor reeds bestaande installaties en in bepaalde situaties is deze keuze niet steeds mogelijk. Brongerichte maatregelen (afbakening, afscherming, ...) kunnen hier een oplossing bieden. Bijkomende effectgerichte maatregelen (medisch toezicht, persoonlijke beschermingsmiddelen, voorschriften, bijscholing, ...) kunnen slechts beschouwd worden als een aanvulling van de vorige.

### **i) Straling ii) Straling**

Op de eerste plaats moet gedacht worden aan preventie en reductie van lekvelen. Vervolgens dienen afschermingsmaatregelen in functie van de frequentie genomen te worden. Hierbij dient uiteraard aandacht besteed te worden aan het volume van de installatie.

De bescherming moet gebeuren tegen drie fysische gevaren :

- elektrische velden,
- magnetische velden,
- contactstromen.

Er zijn vier methodes om biologische interactie te vermijden.

1. Vermijden van overlappende zones. Dit wil zeggen zones opengesteld voor het algemeen publiek niet laten samenvallen met zones waar grote elektrische, magnetische of elektromagnetische velden aanwezig zijn.
2. Op de bronnen inwerken. In de meeste gevallen zijn de bronnen reeds aan strenge reglementering onderworpen en in hoge mate geoptimaliseerd. In het geval van meerdere bronnen is het soms mogelijk om door een betere schikking een significante vermindering van de velden te realiseren. Voor contactstromen is het eenvoudiger om op de bronnen in te werken door elk geleidend deel van de installatie met de aarde te verbinden.
3. Installeren van schermen. Metaalschermen zijn erg efficiënt tegen laag-frequente elektrische velden. In het geval van magnetische velden is afscherming niet zo eenvoudig omdat er geen enkele praktische en adequate weg bestaat die voldoende afscherming biedt. Ferromagnetische schermen kunnen een

verlaging tot stand brengen. Voor de contactstromen volstaat het om een schild te installeren rond de geleidende delen.

4. Bescherming van mensen. Tegen elektrische velden volstaat het om geleidende werkpakken aan te wenden om voldoende beschermd te zijn. Bij magnetische velden past men actieve compensatie toe. Dit gebeurt door het opwekken van een compenserend veld met een hulpbron. In het geval van contactstromen volstaan isolerende handschoenen.

#### **iv)Lichtv)Licht**

In tegenstelling met 'straling' zal het probleem zich bij 'licht' meestal voordoen als een gebrek of een tekort omwille van afscherming van zonlicht. De installatie van een lichtondoorlaatbare afscherming volstaat praktisch steeds om directe hinder veroorzaakt door een lichtbron te reduceren tot een aanvaardbaar niveau.

#### **vii)Warmteviii)Warmte**

Vermijden van warmteoverdracht door straling kan gebeuren door het afschermen van oppervlakken op hoge temperatuur.

Bij warmteoverdracht door geleiding zal men het verminderen van de warmtestroom verwezenlijken door gepaste thermische isolatie.

In geval van warmteoverdracht door convectie zal voor het vermijden van te hoge temperaturen koeling of isolatie noodzakelijk zijn. Andere oplossingen kunnen bestaan in hogere schouwen voor het bekomen van een grotere spreiding van de warmte, recuperatie van de warmte,...

## **28)HET OPSTARTEN VAN EEN POSTEVALUATIEPROGRAMMA29) HET OPSTARTEN VAN EEN POSTEVALUATIEPROGRAMMA**

Een postevaluatieprogramma voor de discipline 'warmte, licht en straling' dient te bestaan uit een meetcampagne die de lokale situatie vastlegt na uitvoering van het project. In principe kan deze campagne op continue (monitoring) of discontinue (steekproef) wijze doorgevoerd worden. Monitoring is enkel aangewezen wanneer grote milieu-impacten verwacht worden. Voor de discipline 'warmte, licht en straling' lijkt in de meeste gevallen een discontinue meetcampagne voldoende te zijn om de evolutie van de milieu impacten in de tijd op te volgen.

## BEGRIPPENLIJSTBEGRIPPENLIJST

Stralingsfluxdichtheid

hoeveelheid elektromagnetische energie die per tijds-eenheid door een eenheidsoppervlak gaat,  $[W/m^2]$ .

Elektrische stroomdichtheid

hoeveelheid stroom die door een eenheidsoppervlak vloeit,  $[A/m^2]$ .

Elektrische contactstroom

totale elektrische stroom die door een lichaamsdeel vloeit bij contact met een elektrisch geleidend voorwerp,  $[A]$ .

Elektrische veldsterkte  $E$  in een punt

kracht uitgeoefend op een eenheidslading in dat punt,  $[kV/m]$ .

Magnetische flux  $\varphi$

aantal veldlijnen per oppervlakte eenheid,  $[Wb]$ .

Magnetische veldsterkte  $B$  in een punt

kracht uitgeoefend in een punt van een geleider doorlopen met een stroom,  $[T]$ .

Geabsorbeerd dosistempo per massa eenheid SAR (Specific Absorption Rate)

hoeveelheid elektromagnetische energie die per seconde en per massa eenheid wordt geabsorbeerd en (doorgaans volledig) omgezet wordt in warmte. De SAR is afhankelijk van de stralingsbron, het blootgestelde voorwerp en de onderlinge configuratie,  $[W/kg]$ .

Lichtstroom

stralingsenergiestroom,  $[lm]$ .

Lichtsterkte

vermogensflux per eenheid ruimtehoek uitgezonden door een lichtbron,  $[cd = lm/sr]$ .

Verlichtingssterkte

maat voor de verlichting van een oppervlak in de nabijheid van een lichtbron,  $[lux = lx = lm/m^2]$ .

Luminantie

maat voor de helderheid van een lichtbron,  $[cd/m^2]$ .

## LIJST VAN AFKORTINGEN EN SYMBOLENLIJST VAN AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

$\varphi$  : Magnetische flux  
A.C.G.I.H.: American Conference of Government Industrial Hygienists  
B : Magnetische fluxdichtheid  
B.S. : Belgisch Staatsblad  
C.A.D. : Computer Aided Design  
C.E.N.E.L.E.C.: Commission Europeen de Normalisation Electrotechnique  
C.I.E. : Commission Internationale d'Eclairage  
E : Elektrische veldsterkte  
ELF-velden : Extreem laag frequente velden  
EM-velden : Elektro-magnetische velden  
f : frequentie  
H : Magnetische veldsterkte  
J : Stroomdichtheid  
L : referentieniveau  
MER : Milieu effect rapport  
RMS : Root Mean Square  
S : Vermogenfluxdichtheid  
SA : Specific Absorption  
SAR : Specific Absorption Ratio  
t : tijd  
TLV : Threshold Limiting Value  
U.V. : Ultraviolet

## REFERENTIELIJSTREFERENTIELIJST

Anon., 1988, Methoden voor het berekenen van de fysische effecten van het incidenteel vrijkomen van gevaarlijke stoffen, Comm. Prev. Rampen Gevaarlijke Stoffen, Voorburg, NL, 1988

Anon., 1990, Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields, International Non-ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association, Health Physics Vol. 58, No. 1 (January), pp. 113-112

Anon., 1994a, Human exposure to electromagnetic fields low-frequency (0 Hz to 10 kHz), Draft European Prestandard, prENV 50166-1

Anon., 1994b, Human exposure to electromagnetic fields high-frequency (10 kHz to 300 GHz), Draft European Prestandard, prENV 50166-2

Anon., 1994c, Guidelines for evaluating characteristics of vapor cloud explosions, flash fires and BLEVES, CCPS, AIChE, New York,

Anon., Velden op het platteland : Hoogspanningslijnen en gezondheid, Resultaten van de commissie DEWORME, Staatssecretaris voor Energie

Arbeidsbescherming, CedSamsom, aanvulwerk

Belmans, R., W.Geysen, 1992, Environmental implications of high voltage overhead lines, 15th world energy council congress, Madrid, Spanje, September 20-25 1992, pp.71-88

Belmans, R., 1992, Invloedsfactoren op mens en dier, Milieu aspecten en richtlijnen van elektrische installaties, K.VIV, Antwerpen, België, 14.10.92.

Belmans, R., M. Van Dessel, W. Koopmans & W. Geysen, 1993, CAD-finite element calculation modelling of the field under a high voltage line, CIGRE'93 - Power system electromagnetic compability, Lausanne, Switzerland, oct.18-20 1993, paper 200.06

Mertens, R., R. Belmans, M. Van Dessel, S. Van Haute & W.Geysen, 1993, Calculation of the electric and magnetic field surrounding a high voltage line using the finite element method, UPEC'93-28th Universities power engineering conference, Staffordshire, U.K., sept.21-13 1993, pp.538-541

Verbruggen, A., 1994, Leren om te keren. Milieu- en natuurrapport in Vlaanderen, Vlaamse milieumaatschappij, Garant Leuven-Apeldoorn, 90-5350-380-0

Verheyen, R.F., H. Coudenijns, 1992, Richtlijnenboek milieueffectrapportering : rapport betreffende de eerste faze, UIA in opdracht van AMINAL

*m.e.r.-richtlijnenboek : deel 9 discipline licht, warmte en straling*

# BIJLAGENBIJLAGEN

## 1GRENSWAARDEN IN VERBAND MET STRALING1GRENSWAARDEN IN VERBAND MET STRALING

De grenswaarden in verband met effecten van elektromagnetische golven op personen zijn opgesomd in een aantal normen. Deze normen geven de waarden van elektrische, magnetische en elektromagnetische velden in functie van hun frequentie. Dit is essentieel aangezien de wisselwerking tussen elektromagnetische velden en materie sterk golflengte-afhankelijk is. Daar de meeste laagfrequente metingen op magnetische velden vaak op het inductieprincipe gesteund zijn, moet ook de volledige frequentie-inhoud geanalyseerd worden (Belmans, 1992).

### 1.1Kortetermijneffecten.1Kortetermijneffecten

Een aantal onderzoeken, zoals deze in verband met de norm die in voorbereiding is bij European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), zijn gebaseerd op gekende effecten die optreden op korte termijn. Langetermijneffecten worden niet beschouwd in het onderzoek.

#### 1.1.1Laagfrequente velden (0 Hz tot 10 kHz).1.1Laagfrequente velden (0 Hz tot 10 kHz)

##### A Geïnduceerde stroomdichtheid

De grenswaarden van de geïnduceerde stroomdichtheid in een gebied rond het hart en het hoofd bij continue blootstelling aan een uitwendig veld, worden gegeven in Tabel B.1.

De stroomdichtheid wordt berekend als het gemiddelde over een dwarsdoorsnede van 1 cm<sup>2</sup> loodrecht op de stroomrichting, in het hoofd en in de omgeving van het hart.

Indien een elektrisch en een magnetisch veld van dezelfde frequentie aanwezig zijn op hetzelfde ogenblik, dienen de corresponderende geïnduceerde stroomdichtheden opgeteld te worden. Indien mogelijk moet er rekening gehouden worden met de relatieve richtingen en de fase in de vectoriële optelling van de stroomdichtheden, vooraleer een vergelijking gemaakt wordt met de basisbeperkingen.

Indien velden met verschillende frequenties gelijktijdig aanwezig zijn, moet de volgende formule toegepast worden om de verschillende bijdragen van de stroomdichtheid te kunnen scheiden :

$$\sum J_i / J_{BR,i} \leq 1$$

waarbij  $J_i$  de geïnduceerde stroomdichtheid is ten gevolge van de  $i$ -de bron,  $J_{BR,i}$  de grenswaarde is voor de stroom van de  $i$ -de bron en waarbij de sommatie gebeurt over de  $i$  bronnen. Strikt genomen moeten de stroomdichtheden opnieuw vectorieel opgeteld worden. Alleen frequenties waarvoor  $J_i/J_{max} \geq 0,3$  moeten ingerekend worden waarbij  $J_{max}$  de grootste is van de  $J_i$  bijdragen.

Tabel B.1 :Geïnduceerde stroomdichtheidTabel B.1 :Geïnduceerde stroomdichtheid



Frequentie [Hz]	Geïnduceerde stroomdichtheid [mA/m <sup>2</sup> , rms]	
	Beroepsmatig	Algemeen publiek
0,1 - 1	40	16
1 - 4	40/f	16/f
4 - 1000	10	4
1000 - 10000	f/100	f/250

### B Elektrische velden

Tabel B.2 geeft de grenswaarde voor elektrische veldsterkte voor personen. Voor beroepsmatige blootstelling is de referentietijd 8 uur. Voor het algemeen publiek wordt geen tijdsproblematiek gebruikt daar het algemeen publiek vrij is zich zolang als gewenst op een plaats op te houden.

Tabel B.2 :Elektrische velden

Frequentie [Hz]	Elektrisch veld [kV/m]	Tijd [uur]
Beroepsmatig		
0 - 0,1	42 <sup>(b)</sup>	$t \leq 122/E^{(a)}$
0,1 - 50	30 <sup>(b)</sup>	$t \leq 80/E^{(a)}$
50 - 150	1500/f (30 bij 50 Hz)	$t \leq 80/E^{(a)}$
150 - 1500	1500/f	-
1500 - 10000	1	-
Algemeen publiek		
0 - 0,1	14	-
0,1 - 60	10	-
60 - 1500	600/f	-
1500 - 10000	0,4	-

*(a)deze formules beperken de totale tijd, t, gedurende elke 8 uur durende periode die mag doorgebracht worden in om het even welke veldsterkte (E), rekening houdend met de maximum velden gegeven in de tweede kolom*

(b) deze waarde mag overschreden worden, rekening houdend met de tijdsbeperking in de laatste kolom en de grenswaarde van de geïnduceerde stroomdichtheden, in situaties waar het veld overheersend loodrecht op het lichaam staat, in plaats van parallel aan het lichaam.

### C Magnetische velden

De grenswaarden voor magnetische velden worden gegeven in de Tabel B.3.

Voor niet-uniforme magnetische velden mag de gemiddelde veldwaarde genomen worden over het volume waar hoofd of borst zich bevinden. Als het niet mogelijk is om het gemiddelde te bepalen, dan worden de waarden in de middelpunten van deze volumes genomen.

Tabel B.3 :Magnetische velden

Frequentie [Hz]	Magnetisch veld [T]
Beroepsmatig	
0 - 0,1	2 T <sup>(a)</sup>
0,1 - 0,23	1,4 T <sup>(b)</sup>
0,23 - 1	320/f mT
1 - 4	320/f <sup>2</sup> mT
4 - 1500	80/f mT (1,6 mT bij 50 Hz)
1500 - 10000	0,053 mT
Algemeen publiek	
0 - 0,1	0,4 T
0,1 - 1,15	0,028 T
1,15 - 1500	32/f mT (0,64 mT bij 50 Hz)
1500 - 10000	0,021 mT

(a) 0,2 T voor een tijdsgemiddelde van 8 uur.

(b) 0,14 T voor een tijdsgemiddelde van 8 uur (0,1 - 1,5 Hz)

Voor de ledematen zijn hogere waarden toegelaten : 5 T voor 0 - 0,1 Hz, 3,5 T voor 0,1 - 0,36 Hz, 1250/f mT voor 0,36 - 1500 Hz (25 mT bij 50 Hz) en 0,83 mT voor 1500 - 10000 Hz. Blootstelling aan deze velden, die merkbaar variëren met de afstand ten op zichte van hun bron, is meestal van korte tijdsduur.

Voor situaties in reeds bestaande werkruimten mag de referentiewaarde van 250/f mT in een frequentie gebied van 1 tot 5000 Hz overschreden worden.

De waarden van 1,15 Hz af naar boven toe, zijn afgeleid van de basisbegrenzing op geïnduceerde stroomdichtheid. Voor de ledematen zijn hogere waarden toegelaten : 100 mT voor 0 - 0,1 Hz, 71 mT

voor 0,1 - 7,1 Hz, 500/f mT voor 7,1 - 1500 Hz (10 mT bij 50 Hz) en 0,33 mT voor 1500 - 10000 Hz.

#### D Contactstromen

De grenswaarden in verband met de contactstroom die ontstaat door het aanraken van voorwerpen in een in de tijd variërend veld worden in Tabel B.4 gegeven. De stroom wordt als het gemiddelde van de effectieve waarde genomen over een periode van 1 seconde.

Tabel B.4 :Contactstroom

Frequentie [Hz]	Stroom [mA]
Beroepsmatig	
0,1 - 10000	3,5
Algemeen publiek	
0,1 - 7500	1,5
7500 - 10000	$2 \cdot 10^{-4} f$

#### 5.1.2 Hoogfrequente velden (10 kHz tot 300 GHz)

Bij hoogfrequente velden mogen zowel de elektrische als de magnetische veldsterkten, de vermogendichtheid en de geïnduceerde lichaamsstroom gegeven in de volgende delen, niet overschreden worden. Aan deze voorwaarden moet onder alle omstandigheden voldaan zijn.

#### A Beveiliging tegen direct gevaar

##### *(1) Stroomdichtheid, 10 kHz - 10 MHz*

De stroomdichtheid wordt berekend als het gemiddelde over een periode van 100 ms en over een dwarsdoorsnede van 1 cm<sup>2</sup>, die loodrecht staat op de richting van de stroom.

De componenten van de verschillende frequenties moeten opgeteld worden :

$$\sum_i \frac{J_i}{J_{\text{Ref},i}} \leq 1$$

waarbij  $J_i$  de stroomdichtheid is bij een frequentie  $i$  en  $J_{\text{Ref},i}$  de stroom-dichtheidsgrens is bij frequentie  $i$ . Bij continue, beroepsmatige blootstelling is de grens voor de stroomdichtheid  $J = f/100 \text{ A/m}^2$  ( $J$  : stroomdichtheid [ $\text{A/m}^2$ ];  $f$  : frequentie [kHz]). Voor het algemeen publiek is bij continue blootstelling de grens voor de stroomdichtheid  $J = f/250 \text{ A/m}^2$ . Bij herhaaldelijke sinusoidale pieken is de grens voor de stroomdichtheid gesteld op :  $J = f/21,2 \text{ A/m}^2$   $\sum J_i/J_{\text{BR},i} \leq 1$ , wat een bijkomende eis is.

##### *(2) Specific Absorption Rate (SAR) en Specific Absorption (SA), 10 kHz - 300 GHz*

De volgende SAR- / SA-waarden refereren naar de totale SAR / SA-verhouding die optreedt ten gevolge

*m.e.r.-richtlijnenboek : deel 9 discipline licht, warmte en straling*

van alle elektromagnetische velden in het gebied van 10 kHz tot 300 GHz en die geabsorbeerd worden door het menselijk lichaam bij blootstelling.

Zoals in Tabel B.5 gegeven, worden de waarden voor het algemeen publiek een factor 5 lager gekozen dan voor beroepsmatige blootstelling.

Tabel B.5 : Specific Absorption Ratio (bij continue blootstelling) en Specific Absorption  
: Specific Absorption Ratio (bij continue blootstelling) en Specific Absorption

	SAR-gemiddelde over elk 6 min. duren tijdensinterval en over het gehele lichaam.	SAR-gemiddelde over elk 6 min. duren tijdensinterval en elke 10g <sup>a)</sup> weefsel verschillend van handen, polsen, voeten en enkels.	SAR-gemiddelde over elk 6 min. duren tijdensinterval en elke 10g <sup>a)</sup> weefsel in handen, polsen, voeten en enkels.	Piek SA gemiddelde genomen over elke 10 g <sup>a)</sup> weefsel.
Beroepsmatig	0,4 W/kg	10 W/kg	20 W/kg	10 mJ/kg <sup>(b)</sup>
Algemeen publiek	0,08 W/kg	2 W/kg	4 W/kg	2 mJ/kg <sup>(b)</sup>

(a) De massa van 10 g is een kubusje en geen plat oppervlak.

(b) Voor pulsen die korter zijn als 30 μs bij een frequentie die hoger is dan 300 Mhz.

In geval van korte blootstelling (minder dan 6 minuten), mag de volgende grens toegepast worden voor beroepsmatige blootstelling :

$$\sum_i (\text{SAR}_i \cdot t_i) \leq 2,4 \text{ [W/kg} \cdot \text{min]}$$

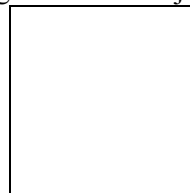
en voor het algemeen publiek :

$$\sum_i (\text{SAR}_i \cdot t_i) \leq 0,48 \text{ [W/kg} \cdot \text{min}] \sum J_i / J_{\text{BR},i} \leq 1$$

waarbij SAR<sub>i</sub> de SAR-waarde [W/kg] is gedurende de i-de blootstellingsperiode en t<sub>i</sub> [min] de duur is van de i-de blootstelling.

(3) Afgeleide grenswaarden : veldsterkte, vermogendichtheid en energiedichtheid

De volgende grenswaarden voor de veldsterkte en de vermogendichtheid zijn geldig voor de velden



waarin zich geen personen bevinden. Voor blootstellingstijden 1 6 minuten worden de

waarden gegeven in Tabel B.6.

Tabel B.6 :Referentiewaarden voor blootstelling aan een elektrisch of magnetisch veld  
:Referentiewaarden voor blootstelling aan een elektrisch of magnetisch veld

Frequentie [MHz]	RMS-waarde elektrische veld [V/m]	RMS-waarde magnetische veld [A/m]	Gemiddelde vermogen dichtheid [W/m <sup>2</sup> ]
Beroepsmatig			
0,01 - 0,038	1000 <sup>(a)</sup>	42 <sup>(a)</sup>	-
0,038 - 0,61	1000 <sup>(a)</sup>	1,6/f <sup>(a)</sup>	-
0,61 - 10	614/f <sup>(a)</sup>	1,6/f <sup>(a)</sup>	-
10 - 400	61,4	0,16	10
400 - 2000	3,07.f <sup>1/2</sup>	8,14.10 <sup>-3</sup> .f <sup>1/2</sup>	f/40
2000 - 150000	137	0,364	50
150000 - 300000	0,354.f <sup>1/2</sup>	9,4.10 <sup>-4</sup> .f <sup>1/2</sup>	3,334.10 <sup>-4</sup> .f
Algemeen publiek			
0,01 - 0,042	400 <sup>(a)</sup>	16,8 <sup>(a)</sup>	-
0,042 - 0,68	400 <sup>(a)</sup>	0,7/f <sup>(a)</sup>	-
0,68 - 10	275/f <sup>(a)</sup>	0,7/f <sup>(a)</sup>	-
10 - 400	27,5	0,07	2
400 - 2000	1,37.f <sup>1/2</sup>	3,64.10 <sup>-3</sup> .f <sup>1/2</sup>	f/200
2000 - 150000	61,4	0,163	10
150000 - 300000	0,158.f <sup>1/2</sup>	4,21.10 <sup>-4</sup> .f <sup>1/2</sup>	6,67.10 <sup>-5</sup> .f

(a)De referentiewaarden voor blootstelling aan een elektrisch of een magnetisch veld. Blootstelling aan beide componenten (elektrisch en magnetisch) van een enkele bron, moet aanzien worden als simultane blootstelling aan twee onafhankelijke bronnen.

Om aan de grenswaarden te voldoen voor piek SA-waarden van energie van pulsen die korter zijn dan 30 µs, wordt een afgeleide waarde van de energie dichtheid van 0,1 J/m<sup>2</sup> gespecificeerd.

Bepaalde delen van het lichaam mogen aan hogere veldwaarden blootgesteld worden, indien de basisgrenzen voldaan zijn.

Voor kort durende blootstellingen, mogen de limiet waarden versoepeld worden als volgt :

a)Frequenties boven 610 kHz(E) / 38 kHz(H) en blootstellingsduur kleiner dan 6 minuten (voor beroepsmatige blootstelling) :

$$\sum_i (E_i^2 \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{E,i}^2) [(V/m)^2 \cdot \text{min}] \quad \sum_i (H_i^2 \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{H,i}^2) [(A/m)^2 \cdot \text{min}]$$

$$\sum_i (S_i \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{S,i}) [(W/m^2) \cdot \text{min}]$$

Frequenties boven 783 kHz(E) / 58 kHz(H) en blootstellingsduur kleiner dan 6 minuten (voor het algemeen publiek) :

$$-\sum_i (E_i^2 \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{E,i}^2) [(V/m)^2 \cdot \text{min}] \quad \sum_i (H_i^2 \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{H,i}^2) [(A/m)^2 \cdot \text{min}]$$

$$\sum_i (S_i \cdot t_i) \leq (6 \cdot L_{S,i}) [(W/m^2) \cdot \text{min}]$$

b)Frequenties tot 610 kHz(E) / 38 kHz(H) en blootstellingsduur kleiner dan 100 ms (voor beroepsmatige blootstelling) :

$$\sum_i (E_i \cdot t_i) \leq (0,1 \cdot L_{E,i}) [(V/m) \cdot \text{sec}] \quad \sum_i (H_i \cdot t_i) \leq (0,1 \cdot L_{H,i}) [(A/m) \cdot \text{sec}]$$

Frequenties tot 783 kHz(E) / 58 kHz(H) en blootstellingstijden kleiner dan 100 ms (voor het algemeen publiek) :

$$\sum_i (E_i \cdot t_i) \leq (0,1 \cdot L_{E,i}) [(V/m) \cdot \text{sec}] \quad \sum_i (H_i \cdot t_i) \leq (0,1 \cdot L_{H,i}) [(A/m) \cdot \text{sec}]$$

waarbij :E<sub>i</sub>rms-waarde van de elektrische veldsterkte gedurende de i-de blootstelling, [V/m].

H<sub>i</sub> rms-waarde van de magnetische veldsterkte gedurende de i-de blootstelling, [A/m].

S<sub>i</sub> vermogen fluxdichtheid gedurende de i-de blootstelling, in [W/m<sup>2</sup>].

L<sub>E,i</sub>, L<sub>H,i</sub>, L<sub>S,i</sub>,de referentieniveaus van het elektrisch veld, het magnetisch veld en de gemiddelde vermogendichtheid voor blootstellingstijden groter of gelijk aan 6 minuten zoals aangegeven in tabel 6.

t<sub>i</sub>duur van de i-de blootstelling gegeven in minuten of seconden.

Voor gepulste elektromagnetische velden worden de piekwaarden gegeven in Tabel B.7.

Tabel B.7 :Referentieniveaus voor piekveldsterktes en vermogendichtheden  
 Tabel B.7 :Referentieniveaus voor piekveldsterktes en vermogendichtheden

Frequentie [MHz]	Piekwaarde van het elektrisch veld [V/m]	Piekwaarde van het magnetisch veld [A/m]	Piek vermogendichtheid [W/m <sup>2</sup> ]
Beroepsmatig			
0,01 - 0,23	4760	200	-
0,23 - 3,7	4760	46/f	-
3,7 - 10	17750/f	46/f	-
10 - 400	1775	4,6	-
400 - 2000	8,88.f <sup>1/2</sup>	0,23.f <sup>1/2</sup>	-
2000 - 150000	3970	10,3	-
150000 - 300000	10,3.f <sup>1/2</sup>	2,66.10 <sup>-2</sup> .f <sup>1/2</sup>	-
Algemeen publiek			
0,01 - 0,025	1936	80	-
0,025 - 41	1936	20/f	-
41 - 10	7940/f	20/f	-
10 - 400	794	2	1588
400 - 2000	39,2.f <sup>1/2</sup>	0,1.f <sup>1/2</sup>	3,97.f
2000 - 150000	1775	4,14	7934
150000 - 300000	4,58.f <sup>1/2</sup>	0,0115.f <sup>1/2</sup>	0,053.f

(3) *Simultane elektromagnetische velden van verschillende bronnen die onafhankelijk zijn van elkaar*  
 Hiervoor gelden de volgende formules :

$$\sum_i \frac{E_i}{L_{E,i}} + \sum_j \frac{H_j}{L_{H,j}} \leq 1 \quad 60 \text{ Hz} \leq f \leq 700 \text{ kHz}$$

en

$$\sum_i \left( \frac{E_i}{L_{E,i}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{en} \quad \sum_j \left( \frac{H_j}{L_{H,j}} \right)^2 \leq 1 \quad 700 \text{ kHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$$

waarbij E<sub>i</sub> componenten van het elektrisch veld van de i-de bron [V/m]

$H_j$  componenten van het magnetisch veld van de  $j$ -de bron [A/m]  
 $L_{E,i}$  en  $L_{H,j}$  corresponderende elektrische en magnetische referentie-niveaus.

Voor piekwaarden van het elektrisch en het magnetisch veld gelden de volgende formules :

$$\sum_i \frac{E_i}{L_{E,i}} \leq 1 \quad \text{en} \quad \sum_j \frac{H_j}{L_{H,j}} \leq 1 \quad 10 \text{ kHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$$

waarbij de veldparameters refereren naar piekwaarden en de corresponderende referentieniveaus staan in tabel B.4.

*(4) Geïnduceerde lichaamsstroom*

In het frequentiegebied van 10 - 100 MHz mag het referentieniveau voor de geïnduceerde stroom door een elektrisch en een magnetisch veld in de nek of in de ledematen niet groter zijn dan 100 mA voor beroepsmatige blootstelling en 45 mA voor het algemeen publiek.

Beveiliging tegen indirect gevaar

*(5) Contactstromen*

In Tabel B.8 worden de grenswaarden voor contactstromen voor personen opgesomd. Alhoewel er geen experimentele data ter beschikking zijn voor het frequentie-gebied van 3 tot 100 MHz is het aangeraden om de grenzen te gebruiken die gelden voor 0,1 tot 3 MHz.

Tabel B.8 :Grenzen voor de contactstromen

Frequentie [MHz]	Stroom [mA]
Beroepsmatig	
0,01 - 0,1	350.f
0,1 - 3	35
Algemeen publiek	
0,01 - 0,1	200.f
0,1 - 3	35



## **1.2 Langetermijneffecten. 2 Langetermijneffecten**

De internationaal aanvaarde grenswaarden voor de velden met 50 Hz, zoals bepaald door de International Radiation Protection Association (IRPA), worden hieronder gegeven.

Het IRPA gaat ervan uit dat de geïnduceerde stroomdichtheid in het hoofd en in de borststreek bij continue blootstelling aan 50 / 60 Hz elektrische of magnetische velden niet groter mag zijn dan  $10 \text{ mA/m}^2$ .

De waarden zijn lager dan in de CENELEC-norm in voorbereiding omdat hier een zekere veiligheidsmarge ingerekend werd om vooruit te lopen op eventueel nog te ontdekken langetermijneffecten. Een wetenschappelijke reden voor deze verlaging is er in feite niet. Verder is IRPA beperkt tot 50 Hz en zijn andere ELF-frequenties niet voor handen. Het is dan ook aangewezen om in elke MER studie te refereren naar beide stukken en elke installatie aan beide groepen waarden te toetsen.

### **1.2.1 Elektrisch veld. 2.1 Elektrisch veld**

Continue beroepsmatige blootstelling gedurende de werkdag moet beperkt worden tot ongestoorde rms-veldwaarden van  $10 \text{ kV/m}$ . Kortstondige beroepsmatige blootstelling aan rms-veldwaarden tussen  $10$  en  $30 \text{ kV/m}$  is toegelaten indien de rms-veldsterkte [ $\text{kV/m}$ ] maal de blootstellingsduur [uur] kleiner is dan  $80$  voor de hele werkdag.

Het algemeen publiek mag niet blootgesteld worden aan een continu elektrisch basisveld hoger dan  $5 \text{ kV/m}$ . Deze beperking is toepasbaar op open ruimten waar het algemeen publiek mogelijkwerwijs een groot deel van de dag kan doorbrengen zoals bv. recreatiezones, verzamelplaatsen, enz... Blootstelling aan velden tussen  $5$  en  $10 \text{ kV/m}$  moet begrensd zijn tot enkele uren per dag.

Indien nodig, kan blootstelling aan velden groter dan  $10 \text{ kV/m}$  toegelaten worden gedurende enkele minuten per dag, op voorwaarde dat de geïnduceerde stroomdichtheid niet groter wordt dan  $2 \text{ mA/m}^2$  en er voorzorgen genomen worden om toevallige indirecte koppelingseffecten te vermijden.

Er dient opgemerkt dat in gebouwen in een  $5 \text{ kV/m}$  extern veld, binnen een veldsterkte heerst die meer dan een factor  $10$  lager is omwille van de afschermingseffecten door de aarding van het gebouw.

### **1.2.2 Magnetisch veld. 2.2 Magnetisch veld**

Continue beroepsmatige blootstelling gedurende de werkdag moet beperkt worden tot rms-magnetische fluxdichtheden van  $0,5 \text{ mT}$ . Kortstondige beroepsmatige blootstelling van het gehele lichaam tot  $2$  uur per dag mag niet groter zijn dan  $5 \text{ mT}$ . Indien alleen de ledematen blootgesteld worden kunnen waarden tot  $25 \text{ mT}$  toegelaten worden.

Het algemeen publiek mag niet blootgesteld worden aan een continu magnetisch veld van meer dan  $0,1 \text{ mT}$ . Deze beperking is toepasbaar op gebieden waarin leden van het algemeen publiek mogelijkwerwijs een groot deel van de dag kunnen doorbrengen.

Blootstelling aan een magnetische inductie tussen  $0,1$  en  $1,0 \text{ mT}$  (rms) moet beperkt worden tot een paar uur per dag.

Indien nodig kunnen blootstellingen groter dan  $1 \text{ mT}$  toegelaten worden op voorwaarde dat de

blootstellingsduur begrensd is tot enkele minuten per dag.

### 1.2.3 Samenvatting. 2.3 Samenvatting

De richtlijnen zijn samengevat in Tabel B.9.

Tabel B.9 :Richtlijnen Tabel B.9 :Richtlijnen

Blootstellingskarakteristieken	Elektrische veldsterkte [kV/m (rms)]	Magnetische inductie [mT (rms)]
Beroepsmatig		
Volledige werkdag	10	0,5
Korte duur	30 <sup>(a)</sup>	5 <sup>(b)</sup>
Alleen ledematen	-	25
Algemeen publiek		
tot 24 uur per dag <sup>(c)</sup>	5	0,1
een paar uur per dag <sup>(d)</sup>	10	1

(a) De blootstellingsduur aan velden tussen 10 en 30 kV/m kan berekend worden uit de formule  $t \leq 80/E$ , waarbij  $t$  [uur] de duur is per werkdag en  $E$  [kV/m] de elektrische veldsterkte

(b) Maximale blootstellingsduur van 2 uur per werkdag

(c) Deze begrenzing is van toepassing op open ruimten waarin het algemeen publiek mogelijkerwijze een groot deel van de dag kan doorbrengen zoals recreatiezones en verzamelplaatsen.

(d) Deze waarden mogen overschreden worden gedurende een paar minuten per dag op voorwaarde dat er maatregelen getroffen worden om indirecte koppelingseffecten te vermijden.

De verdeling van de elektrische, magnetische en elektromagnetische velden rond een installatie dient bepaald te worden voor verschillende gebruikstoestanden van de installatie (nullast, nominale toestand en redelijk aanneembare belasting).

Naast de kwantitatieve beoordelingscriteria (normen) dient aandacht besteed te worden aan op zichzelf niet erg gevaarlijke, doch ongewenste neven-verschijnselen, zoals kleine elektrische schokken, waarbij een kwalitatieve beschrijving kan gegeven worden, inclusief de manier waarop zij kunnen vermeden worden (zie onder andere gegevens over contactstromen in voorgaande punten).

## 2 PROCEDURES ELEKTRISCHE METINGEN 2 PROCEDURES ELEKTRISCHE METINGEN

### 2.1 Laagfrequent. 1 Laagfrequent

m.e.r.-richtlijnenboek : deel 9 discipline licht, warmte en straling

### **2.1.1Elektrische veld.1.1Elektrische veld**

De meting van elektrische velden (onder andere 50 Hz) moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de specificaties en de richtlijnen gegeven in :

- IEC Specification 833-1987 'Measurement of power-frequency electric fields';
- ANSI/IEEE Standard 644-1987 'IEEE standard procedures for measurements of power-frequency electric and magnetic fields from ac power lines;
- 'Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields : a practical guide', International Labour Office Geneva 1994.

Deze documenten geven de basisdefinities die nodig zijn voor een correcte beschrijving van het meten van elektrische 50 Hz velden. Verder vindt men er ook de classificatie en de werkingsprincipes van de belangrijkste types instrumenten in terug alsook de procedures nodig bij de kalibratie van de instrumenten, de meetprocedure zelf en de verschillende parameters die de metingen kunnen beïnvloeden.

Voor velden bij frequenties die verschillen van 50 Hz kunnen de metingen uitgevoerd worden op dezelfde manier als hier boven gegeven op voorwaarde dat de frequentie-afhankelijkheid van het signaal in rekening gebracht wordt op het moment dat het type van meettoestel gekozen wordt (IEEE AC-field working group draft standard "Recommended practice of power-frequency electric and magnetic fields from ac power lines").

Indien persoonlijk beschermingsmateriaal gebruikt wordt, zoals bijvoorbeeld een geleidend pak, dan zijn de residuele velden die door een persoon ondervonden worden kleiner dan deze die de persoon zou ondervinden zonder het beschermingsmateriaal in een ongestoord elektrisch veld.

### **2.1.2Magnetische veld.1.2Magnetische veld**

Metingen van magnetische velden of magnetische inducties bij 50 Hz moeten uitgevoerd worden in overeenstemming met de specificaties en richtlijnen die gegeven zijn in :

- ANSI/IEEE Standard 644-1987 'IEEE standard procedures for measurements of power-frequency electric and magnetic fields from ac power lines;
- 'Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields : a practical guide', International Labour Office Geneva, 1994.

Verder kan nog nuttige informatie gehaald worden uit :

- Magnetic field task force of the IEEE AC-field working group "Measurements of power-frequency magnetic fields away from power lines" IEEE Transactions on Power Delivery, PD-6(2).901-911.1991.

Voor velden op een andere frequentie dan 50 Hz kunnen de metingen op dezelfde manier uitgevoerd worden als hierboven beschreven op voorwaarde dat de frequentie-afhankelijkheid van het signaal in rekening wordt gebracht bij het kiezen van het type meetinstrument.

Indien overeenkomst gezocht wordt met een referentieniveau, dan mag als veldwaarde het gemiddelde genomen worden over het volume waar een persoon zijn hoofd of borst zich zou bevinden. Indien het

niet mogelijk is om deze gemiddelde waarde te berekenen, dan mag de waarde in het centrum van deze volumes genomen worden.

De totale afmetingen van het actieve deel van de meetprobe mag niet groter zijn dan 0,2 m zodat een adequate resolutie van niet-uniforme velden kan verkregen worden. Blootstellingsmeters voor het personeel (ook wel dosimeters genoemd) mogen slechts gebruikt worden voor veldmetingen indien hun gedrag adequaat is voor dat gebruik.

### **2.1.3Bijzondere eisen.1.3Bijzondere eisen**

Daar de referentie niveaus gegeven worden in functie van de effectieve veldsterkte, moeten de velden ook in die termen opgemeten worden. Dit kan gebeuren door het gebruik van meetinstrumenten met isotrope probes (drie dimensionale meetinstrumenten) of door het gebruik van anisotropische probes (een dimensionale meetinstrumenten) die de drie onderling loodrechte componenten van het veld opmeten en daarna de effectieve waarde te berekenen :

$$E_{\text{rms}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

In dit tweede geval moet de meetprobe gebruikt worden in combinatie met een aangepaste uitrusting die ontworpen is om de probe correct te oriënteren in de drie orthogonale richtingen.

Als alternatief kan het eendimensionale meetinstrument zodanig georiënteerd worden dat een maximale waarde gevonden wordt.

Er moeten speciale voorzorgen genomen worden indien Hall-effect probes gebruikt worden omdat deze ook gevoelig zijn voor statische magnetische velden, het aardveld inbegrepen.

Het is aangeraden dat het frequentiespectrum, of tenminste de harmonische inhoud van het veld gekend is, zodanig dat de bandbreedte van de meettoestellen vergeleken kan worden met het frequentiespectrum van het veld. Dit is vooral van belang bij meettoestellen op basis van geïnduceerde spanningen.

Bij velden met een breed frequentiespectrum is het noodzakelijk een behoorlijke analoge of numerieke integratie van het gedetecteerde signaal uit te voeren.

### **2.2Hoogfrequent.2Hoogfrequent**

Meting van hoogfrequente elektrische en magnetische velden wordt het best uitgevoerd in overeenstemming met de specificaties en de richtlijnen gegeven in :

- Human exposure to electromagnetic fields high-frequency (10 kHz to 300 GHz), Draft European Prestandard, prENV 50166-2, November 1994.

Dit document geeft de basisdefinities die nodig zijn voor een correcte beschrijving van het meten van hoogfrequente elektrische en magnetische velden. Verder vindt men er ook de classificatie en de werkingsprincipes van de belangrijkste types instrumenten in terug alsook de procedures nodig bij de kalibratie van de instrumenten, de meetprocedure zelf en de verschillende parameters die de metingen kunnen beïnvloeden.

Voor de hoogfrequente elektrische en magnetische velden moet frequentie-afhankelijkheid van het signaal in rekening gebracht worden op het moment dat het type van meettoestel gekozen wordt. Indien mogelijk wordt de piekvermogensdichtheid of de piekveldsterkte gemeten met een piekregistratie toestel. Op basis van deze gegevens kan de gemiddelde veldsterkte en de gemiddelde vermogensdichtheid berekend worden.

a) Gemiddelde veld,  $f < \text{dan } 1 \text{ MHz}$

$$E_{\text{gem}} = \frac{1}{T_c} \sum_i E_i \bullet t_i \quad H_{\text{gem}} = \frac{1}{T_c} \sum_i H_i \bullet t_i \quad T_c = 0,1 \text{ s}$$

b) Gemiddeld vermogen,  $f > \text{dan } 53 \text{ kHz}$

$$E_{\text{gem}} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \sum_i E_i^2 t_i} \quad H_{\text{gem}} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \sum_i H_i^2 t_i} \quad S_{\text{gem}} = \frac{1}{T} \sum_i S_i \bullet t_i$$

$$T_s = 6 \text{ min}$$

waarbij  $E_{\text{gem}}$  en  $H_{\text{gem}}$  gemiddelde veldsterkten zijn die gelijk moeten zijn, of kleiner dan de referentieniveaus.  $E_i$  en  $H_i$  zijn de rms-waarden van de elektrische en het magnetische veldsterkte en  $S_i$  is de vermogensdichtheid van de  $i$ -de blootstelling met een duur van  $t_i$ .

In het frequentiegebied tussen 53 kHz en 1 MHz overlappen de formules voor het berekenen van de gemiddelde veldsterkten en de gemiddelde vermogensdichtheid elkaar. In dit gebied is het noodzakelijk om beide mogelijkheden te berekenen en die beide te vergelijken met de referentieniveaus.