

## Elektromagnetische velden en het hoogspanningsnet



# Inhoudstafel

## ELEKTRISCHE EN MAGNETISCHE VELDEN ZIJN OVERAL RONDOM ONS AANWEZIG

- Voor wie is deze brochure bestemd en wat beoogt zij? 1
- Het verschil tussen een elektrisch veld en een magnetisch veld 3
  - . Wat is een elektrisch veld? 3
  - . Wat is een magnetisch veld? 3
  - . Elektromagnetisme 4
  - . Frequentie en golflengte 5
  - . Uiterst lage frequentie van het hoogspanningsnet 5

## WONEN IN DE NABIJHEID VAN EEN HOOGSPANNINGSVERBINDING 6

- Hoe nemen we elektrische velden waar? 7
  - . Directe waarneming 7
  - . Indirecte waarneming 7
- Hoe nemen we magnetische velden waar? 9
- Elektrische velden in de buurt van hoogspanningslijnen 10
- Magnetische velden van andere bronnen 11
- Magnetische velden in de buurt van hoogspanningslijnen 12
- Magnetische velden boven een kabel 13

## VOLKSGEZONDHEID EN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN 14

- Biologische effecten en effecten op de gezondheid 14
  - . Kortetermijneffecten 14
  - . Biologische effecten 15
  - . Langetermijneffecten 15
- Aanbevelingen van wetenschappelijke instellingen en overheidsinstanties 16

## HET BELEID VAN ELIA 22



Op de [www.elia.be/nl/veiligheid-en-milieu/milieubeheer](http://www.elia.be/nl/veiligheid-en-milieu/milieubeheer) vindt u ook afzonderlijke **fiches** met bijkomende informatie die vaak meer technisch is.

- Fiche 1 - Hoe is het hoogspanningsnet ontstaan?
- Fiche 2 - Het elektromagnetische spectrum
- Fiche 3 - Nabije velden en verre velden
- Fiche 4 - Transpositie van de fasen van een hoogspanningslijn
- Fiche 5 - Onderzoeksmethoden en wetenschappelijke conclusies
- Fiche 6 - Toepassing van het voorzorgsprincipe



# Elektrische en magnetische velden zijn overal rondom ons aanwezig

Computers, mobiele telefoons, televisie, radio, microgolfovens en haardrogers verbeteren ons dagelijks leven maar brengen ook velden voort.

De hoogspanningsinstallaties van Elia die elektrische en magnetische velden met een extreem lage frequentie voortbrengen (ook *Extremely Low Frequency* of ELF genoemd), ontsnappen niet aan die wetmatigheid.

Als beheerder van de elektriciteitsnetten is het de taak van Elia om verantwoordelijk om te springen met de potentiële effecten van haar infrastructuren.

Over elektrische en magnetische velden worden reeds lang talrijke vragen gesteld.

We worden regelmatig aangesproken met vragen zoals:

- Wat zijn de verschillen tussen elektrische en magnetische velden?
- Hebben ze een invloed op de gezondheid?
- Wat zijn de waarden voor blootstelling aan velden?
- Bestaat er een regelgeving?

## Voor wie is deze brochure bestemd en wat beoogt zij?

Deze brochure richt zich tot al wie meer wil weten over elektromagnetische velden en hoogspanningsverbindingen:

- Het grote publiek, overheden, verenigingen, pers, professionals in de gezondheidszorg en wetenschappers

Dit document wil:

- duidelijke informatie en toelichting verschaffen over elektrische en magnetische velden die hoogspanningsverbindingen opwekken
- antwoorden aanreiken op de talloze vragen die bij alle betrokken partijen kunnen rijzen

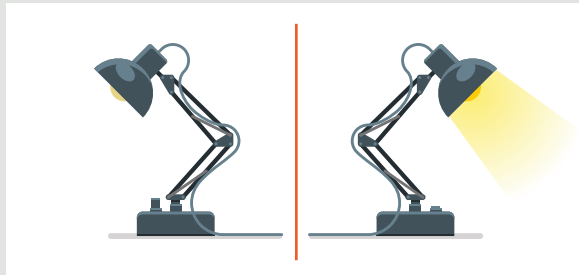
Zich bewust van de ongerustheid over de potentiële gezondheidsrisico's van elektromagnetische velden, licht Elia het publiek voor en ondersteunt zij het wetenschappelijk onderzoek.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be):  
**Hoe is het hoogspanningsnet ontstaan?**



Wanneer een lamp aangestoken wordt – via het stopcontact verbonden met het elektriciteitsnet – ontstaat er **een elektrisch veld**. Dit veld is er ook wanneer de schakelaar uit staat en de lamp geen stroom krijgt.



Wanneer de lamp brandt, d.w.z. wanneer er stroom door de voedingskabel vloeit, ontstaat er naast het elektrisch veld ook **een magnetisch veld**. Dit magnetisch veld wordt opgewekt door de stroom die door de elektrische draad vloeit (anders gezegd: met het bewegen van de elektronen in de draad).

## Het verschil tussen een elektrisch veld en een magnetisch veld



Elektrische en magnetische velden zijn overal rondom ons aanwezig. Wij worden voortdurend blootgesteld aan velden die door tal van huishoudtoestellen worden gegenereerd. Computers, mobiele telefoons, televisie, radio en microgolfovens verbeteren ons dagelijks leven maar brengen ook velden voort.

Het begrip veld wordt in de fysica gebruikt om de invloed van een object op zijn omgeving aan te geven. Zo spreken we bijvoorbeeld over het zwaartekrachtveld dat staat voor de aantrekkingskracht die de aarde uitoefent. Een thermisch veld ontstaat dan weer in de omgeving van een warmtebron.

### WAT IS EEN ELEKTRISCH VELD?

Een elektrisch veld ontstaat door de aantrekkings- of afstotingskracht die elektrische ladingen op elkaar uitoefenen. Het is aanwezig zodra er elektrische ladingen bestaan (elektronen, ionen,...) en het is krachtiger naarmate die ladingen talrijker zijn.

Elektrische uitwisselingen komen overal **in de natuur** voor. Zo ontstaat er een elektrisch veld door elektrische ladingen hoog in de atmosfeer. Aan de grond is dit meestal zwak, maar het wordt sterker wanneer er een onweer op til is. De bliksem is een enorme elektrische ontlading.

### WAT IS EEN MAGNETISCH VELD?

Een magnetisch veld ontstaat bij een verplaatsing van elektrische ladingen, en meer bepaald elektronen, met andere woorden: wanneer er een elektrische stroom circuleert.

Een verschijnsel dat iedereen kent via het kompas waarop een magneet het noorden aanduidt, is het **magnetisch veld van de aarde**. Dit magnetisch veld is een gevolg van stromen die in de kern van de aarde circuleren. Het magnetisch veld van de aarde varieert zeer langzaam. Bijgevoegd wordt het beschouwd als een continu veld.

Het elektrisch veld hangt samen met ladingen

### V/m (volt per meter)

Het elektrisch veld is verbonden met de elektrische spanning, uitgedrukt in volt.

Het wordt gemeten in **volt per meter (V/m)**. Hoe hoger de spanning waarop een toestel is aangesloten, hoe sterker het elektrisch veld dat erdoor ontstaat. Het elektrisch veld wordt zwakker naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

> Die spanning valt te vergelijken met de waterdruk in een tuinslang die op de waterleiding is aangesloten maar waarvan de sproeikop is dichtgedraaid.

Het magnetisch veld hangt samen met een beweging van ladingen.

### T (tesla)

De eenheid van het magnetisch veld is ampère per meter (A/m), maar men spreekt meestal van **tesla (T)**, de eenheid van een afgeleide grootte, die de "magnetische fluxdichtheid" genoemd wordt. De magnetische velden die we gewoonlijk meten, worden uitgedrukt in **microtesla ( $\mu\text{T}$ )**, een miljoenste deel van een tesla.\* Hoe hoger de stroomsterkte, hoe sterker het magnetisch veld dat erdoor ontstaat. Het magnetisch veld wordt zwakker naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

> In het voorbeeld van de tuinslang komt de stroom overeen met de waterstroom door de slang.

\* Soms gebruikt men een andere meeteenheid voor de magnetische inductiestroom: gauss (G). Eén gauss stemt overeen met 10 microtesla ( $1\text{ G} = 10\ \mu\text{T}$ ).



## ELEKTROMAGNETISME

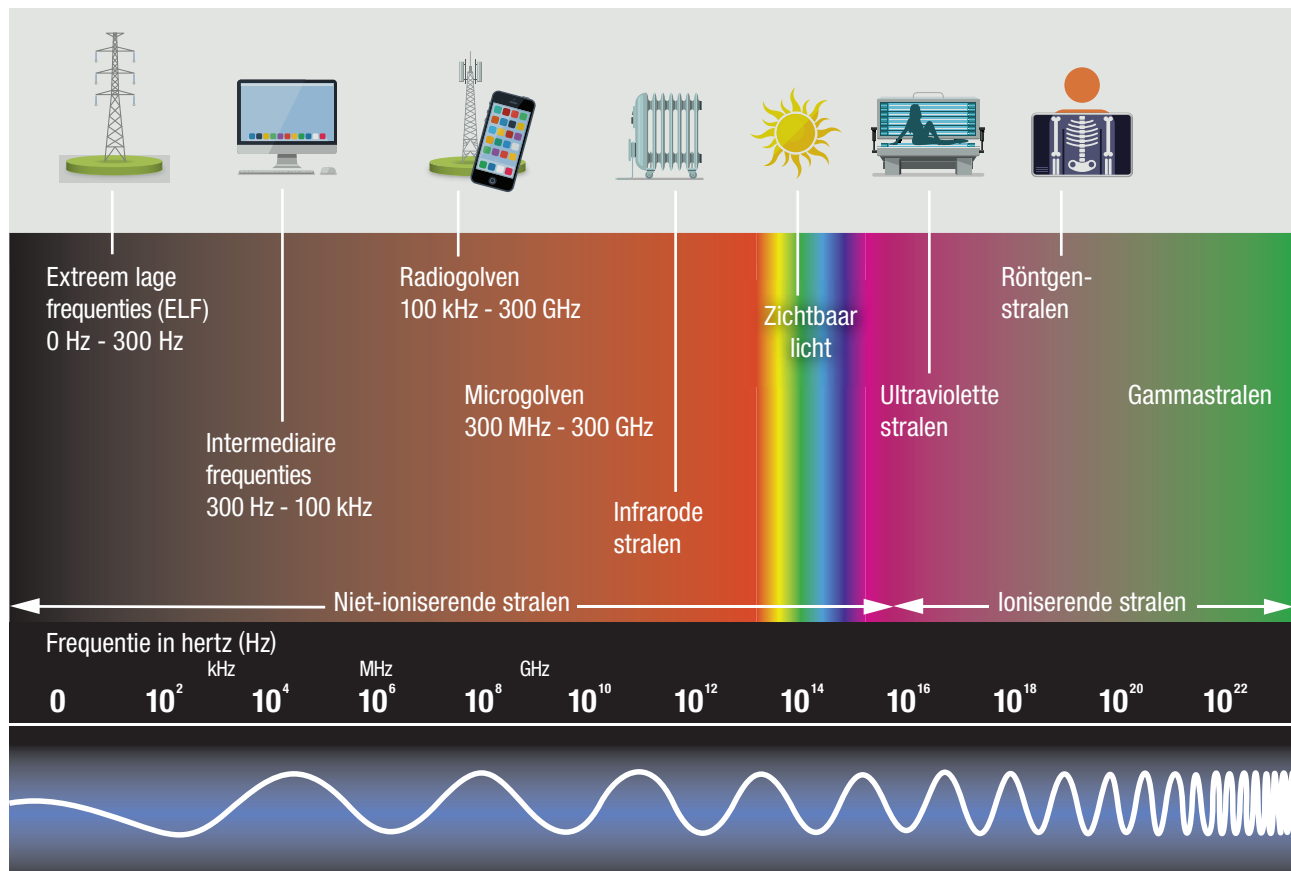
Omdat elektrische en magnetische velden allebei met elektrische ladingen samenhangen, beïnvloeden ze elkaar. Ze maken deel uit van ons dagelijks leven. Radio's, mobiele telefoons en Wi-Fi gebruiken elektromagnetische golven om informatie door te sturen.

Elektromagnetische velden zijn sinds het prille ontstaan van het universum aanwezig. Infrarood licht, ultraviolette straling, zichtbaar licht en X-stralen zijn voorbeelden van elektromagnetische golven.

Zo creëren elektrische ladingen een elektrisch veld dat een kracht uitoefent op andere elektrische ladingen in de omgeving. Die zetten zich in beweging en vormen een stroom die een magnetisch veld doet ontstaan dat op zijn beurt kan inwerken op andere stromen, enz. Dat kluwen van acties en reacties, ladingen en stromen, elektrische en magnetische velden vormt de essentie van elektromagnetisme. Dit ogenschijnlijk complexe gegeven is echter al bijna 150 jaar perfect doorgrond. In 1864 beschreef de Schotse fysicus James Clerk Maxwell het fenomeen en legde hij de wiskundige formulering ervan vast.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be): **Het elektromagnetische spectrum.**



Bij frequenties hoger dan de frequentie van zichtbaar licht (aan de rechterkant van het spectrum) spreken we van ioniserende straling. Deze straling omvat ultraviolette stralen (uv), röntgenstralen en gammastralen. De energie in ioniserende straling kan menselijke cellen beschadigen. Bij frequenties lager dan de frequentie van zichtbaar licht (aan de linkerkant van het spectrum) spreken we van niet-ioniserende straling en velden. Deze categorie omvat de velden met uiterst lage frequentie die door hoogspanningsverbindingen ontstaan.

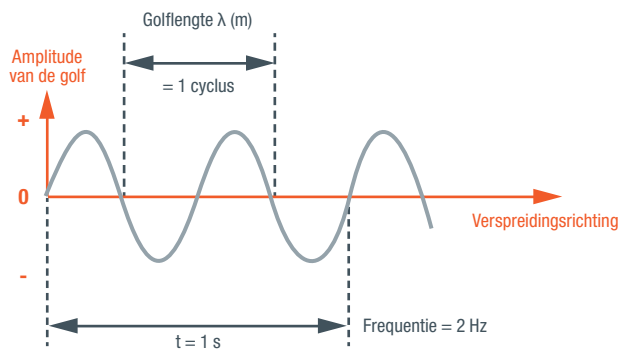
## FREQUENTIE EN GOLFLENGTE

Bij hoge frequenties planten de velden zich in de ruimte voort in de vorm van golven en spreekt men van straling. De golflengte is de afstand die een volledige cyclus aflegt, of de afstand tussen twee opeenvolgende trillingen. Frequentie en golflengte zijn onderling afhankelijk: hoe hoger de frequentie, hoe korter de golflengte.

De meest voorkomende elektrische en magnetische velden zijn wisselvelden en worden gekenmerkt door hun frequentie en golflengte.

Bij zeer lage frequenties en dus zeer lange golflengtes zijn het elektrisch veld en het magnetisch veld onafhankelijk van elkaar.

Bij kortere golflengtes daarentegen wordt het onmogelijk om het elektrisch veld en het magnetisch veld onafhankelijk van elkaar te beschouwen.



De golf klimt vanuit het nulpunt, bereikt een positief maximum, daalt terug door het nulpunt, bereikt een negatief minimum en komt terug aan in het nulpunt. Dit traject komt overeen met één cyclus en maakt de lengte van de golf uit. Het aantal volledige cycli dat afgelegd wordt in één seconde bepaalt de frequentie.

## Wat is een frequentie?

### Hz (hertz)

Wanneer de velden in de tijd wisselend zijn, wordt deze variatie gekenmerkt door een aantal trillingen per seconde. Dit is de frequentie. Ze wordt uitgedrukt in **hertz**.

## UITERST LAGE FREQUENTIE VAN HET HOOGSPANNINGSNET

Elektriciteitslijnen en -kabels, alsook de meeste apparaten die ze voeden, produceren velden met dezelfde frequentie als die van het elektriciteitsnet. Ze behoren tot de familie van velden "met uiterst lage frequentie". In Europa bedraagt hun frequentie 50 Hz, wat zeer laag is in vergelijking met de frequenties van radiogolven. In de Verenigde Staten en Japan bedraagt de frequentie 60 Hz.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be): **Nabije velden en verre velden.**





## Wonen in de nabijheid van een hoogspanningsverbinding

In ons dagelijks leven worden we voortdurend blootgesteld aan elektrische en magnetische velden, van natuurlijke oorsprong of veroorzaakt door menselijke activiteiten. We nemen ze niet direct waar.

Wel is het zo dat de ongemakken die we in ons dagelijks leven door de aanwezigheid van velden kunnen ondervinden, veel vaker aan elektrische dan aan magnetische velden te wijten zijn.

Eventuele waarneembare ongemakken zijn vaker aan elektrische dan aan magnetische velden te wijten.



## Hoe nemen we elektrische velden waar?

### Oppervlakkige kriebeling van de huid Directe waarneming

#### SITUATIE

Vlakbij een hoogspanningslijn zijn.

#### WAARGENOMEN EFFECT

Een gevoel, bij bepaalde mensen, van oppervlakkige kriebeling van de huid, veroorzaakt door trillingen van hoofdhaar en huidhaartjes.

#### VERKLARING

Studies hebben aangetoond dat de meeste mensen elektrische velden van 50-60 Hz met een sterkte van meer dan 20 kV/m kunnen waarnemen, terwijl slechts een beperkt aantal mensen elektrische velden onder de 5 kV/m kan voelen. Waarden hoger dan 10 kV/m komen enkel voor op plaatsen die niet toegankelijk zijn voor het publiek, zoals hoogspanningsposten.



### Tintelingen Indirecte waarneming

#### SITUATIE

Een fietser die onder een lijn van een zeer hoge spanning (380 kV) rijdt.

#### WAARGENOMEN EFFECT

Tintelingen bij het aanraken van het kader of stuur van de fiets.

#### VERKLARING

Fiets en fietser zijn beide geïsoleerd van de grond (zadel, handvatten, banden). Zodra echter het kader/stuur (in metaal) wordt aangeraakt, wijzigt het evenwicht van de ladingen opgebouwd door het elektrisch veld van de hoogspanningslijn, wat tintelingen kan veroorzaken.

#### HOE DIT EFFECT BEPERKEN?

Om dit ongemak te vermijden, volstaat het om het metalen gedeelte van het stuur – en niet de handvatten – vast te houden tijdens het rijden onder de hoogspanningslijn.



## Lichte elektrische schokken

### Indirecte waarneming

#### SITUATIE

Het aanraken van een metalen voorwerp dat onder invloed van een hoogspanningslijn staat (groot voertuig ...).

#### WAARGENOMEN EFFECT

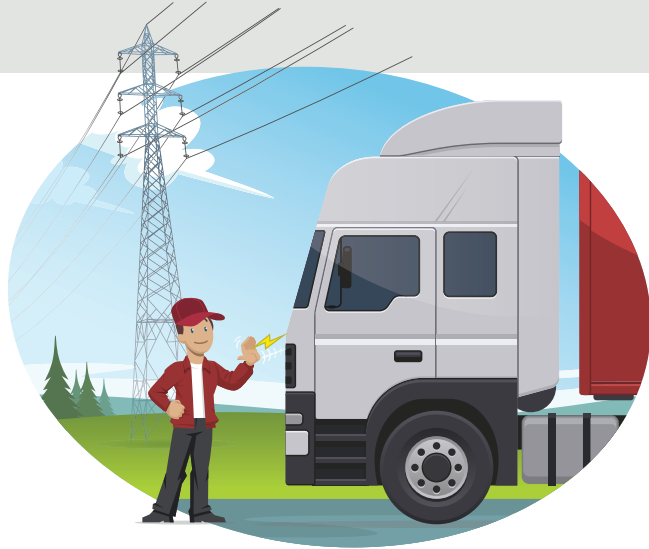
Lichte schokken bij het aanraken, vergelijkbaar met elektrostatische ontladingen bij droog weer. Deze schokjes zijn onaangenaam maar meestal ongevaarlijk.

#### VERKLARING

Elektrische velden kunnen ladingen (elektronen) verplaatsen en concentreren in **metalen voorwerpen die niet zijn geaard**.

#### HOE DIT EFFECT BEPERKEN?

Het probleem kan worden opgelost door de metalen voorwerpen te aarden.



## Knetterend geluid – Corona-effect

### Indirecte waarneming

#### SITUATIE

In de nabijheid van een hoogspanningslijn bij vochtig weer (regen, mist of sneeuw).

#### WAARGENOMEN EFFECT

Een hoorbaar **knetterend geluid**.

#### VERKLARING

Dit fenomeen staat bekend als het “corona-effect”. Het veld genereert kleine elektrische ontladingen die de omringende luchtmoleculen ioniseren. Dit effect wordt versterkt door de regen en is toe te schrijven aan het zeer sterke elektrische veld rondom de geleiders. In extreme gevallen kan het ook radio-elektrische storingen veroorzaken.



## Oplichten van een TL-buis

### Indirecte waarneming

#### SITUATIE

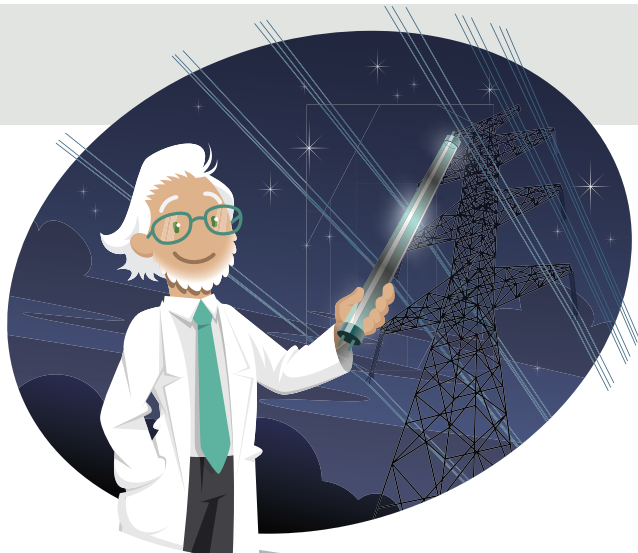
Een **TL-buis** vasthouden en naar een hoogspanningslijn richten.

#### WAARGENOMEN EFFECT

De TL-buis gaat branden.

#### VERKLARING

De TL-buis gaat branden doordat het elektrisch veld het gas in de buis ioniseert. De lamp geeft wel maar een zwak licht (enkel zichtbaar in een duistere omgeving) omdat de stroomsterkte erg laag is. Wanneer men een TL-buis naast het ontstekingscircuit van bepaalde auto's houdt, dan kan deze gaan branden.



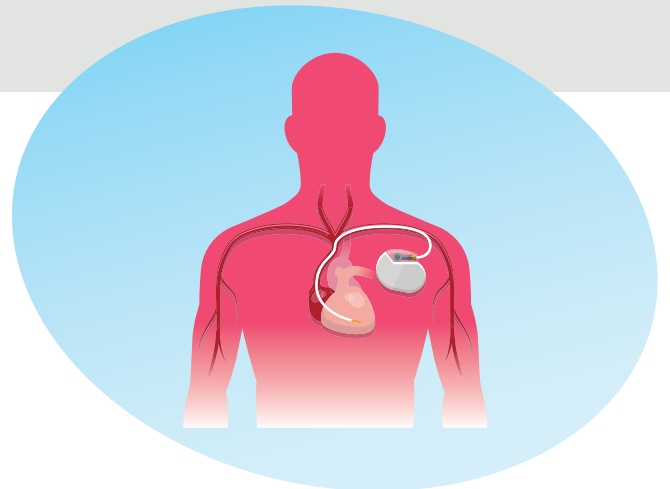


## Hoe nemen we **magnetische velden** waar?

Tegenwoordig zijn er eigenlijk geen situaties meer waarbij we effecten veroorzaakt door magnetische velden kunnen waarnemen. Ter illustratie toch twee voorbeelden uit het verleden die kunnen helpen het begrip magnetische velden te verduidelijken.

### Hartstimulators (of pacemakers) van het oudere type

Bij pacemakers van het oude type kon de patiënt bij blootstelling aan sterke magnetische velden uitzonderlijk bepaalde ongemakken waarnemen. Intussen zijn deze verholpen door de fabrikanten en de apparaten die ze nu aanbieden zijn ongevoelig voor de magnetische velden van hoogspanningslijnen. Dragers van een hartstimulator kunnen dus zonder zorgen aan magnetische velden worden blootgesteld zolang deze het niveau van 100  $\mu\text{T}$  niet overschrijden, tenzij hun arts een tegenovergesteld advies zou hebben gegeven. In geval van twijfel is het altijd aanbevolen om een arts te raadplegen.



### De oude computerschermen

Er kunnen sterke magnetische velden ontstaan rond oudere computerschermen die nog met elektronenstraalbuizen (CRT) werken. Bij de huidige computerschermen met vloeibare kristallen (LCD, LED) is dat niet langer het geval.





## Elektrische velden in de buurt van hoogspanningslijnen

Bomen, planten en bebouwing vormen schermen die het elektrisch veld van luchtlijnen aanzienlijk afzwakken. Binnenin een woning is het elektrisch veld al 10 tot 100 keer zwakker dan buiten.

Magnetische velden, daarentegen, worden niet afgezwakt door natuurlijke schermen.

Binnenin een woning  
is het elektrisch veld al  
10 tot 100 keer zwakker  
dan buiten.

Elke hoogspanningslijn produceert een elektrisch veld met een frequentie van 50 Hz (in Europa). De waarde of sterkte van dit veld hangt af van verschillende parameters.

In het geval van een luchtlijn is de sterkte afhankelijk van:

- de spanning;
- de configuratie van de lijn (bijvoorbeeld de plaatsing van de geleiders en hun onderlinge afstand);
- de afstand van de waarneming tot de lijn.

De gemiddelde waarde van het elektrisch veld onder een lijn van 380 000 volt, gemeten op een hoogte van 1,5 meter boven de grond, bedraagt ongeveer 4 kV/m. Dit veld verzwakt snel naarmate men zich van de lijn verwijderd. Op een afstand van 20 meter is het veld ongeveer tien keer zwakker. Bij lagere spanningsniveaus (220 kV, 150 kV en 70 kV-lijnen) zal ook het elektrisch veld aanzienlijk zwakker zijn.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be):  
**Transpositie van de fasen van een hoogspanningslijn**



## Magnetische velden van andere bronnen

De sterkte van een magnetisch veld is onder meer afhankelijk van de afstand tot de bron. De onderstaande tabel geeft een overzicht van die veldsterkte bij het gebruik van verschillende klassieke huishoudapparaten.

### ZEER UITEENLOPENDE MAGNETISCHE VELDEN

Magnetische velden die door huishoudapparaten worden gegenereerd, variëren aanzienlijk van apparaat tot apparaat afhankelijk van de technologie die ze aanwenden.

Over het algemeen, en bij gelijk vermogen, genereren apparaten met een transformator of motor (microgolfoven ...) een sterker 50 Hz magnetisch veld dan andere (convector, koffiezetapparaat, strijkijzer, enz.).

Een ander belangrijk criterium is de omvang van het apparaat: het veld dat een wasautomaat genereert, is zwakker dan dat

van een mixer, want in het eerste geval bevindt de bron van het veld (de motor) zich binnenin een volumineus apparaat terwijl in het tweede geval de motor zich vlak onder de behuizing bevindt. Tot slot worden sommige apparaten vlakbij het lichaam gebruikt (haardroger, boormachine...) terwijl andere nauwelijks voor blootstelling zorgen omdat ze van op afstand worden bediend (televisie) of zonder menselijke aanwezigheid functioneren (wasmachine, vaatwasser).

Kortom, onze leefgewoonten in een moderne samenleving hebben als gevolg dat we ons voortdurend bewegen in een omgeving met elektrische en magnetische velden.

Huishoudapparaten	Magnetische velden opgewekt door huishoudapparaten (in $\mu\text{T}$ )		
	afstand 3 cm	afstand 30 cm	afstand 100 cm
Microgolfoven	10 tot 100	1 tot 10	< 1
Haardroger, mixer, boormachine, cirkelzaag, schuurmachine, stofzuiger ...	10 tot 100	0,5 tot 5	< 0,5
Fornuis, dampkap	1 tot 50	0,1 tot 5	< 0,5
Wasmachine, droogkast, vaatwasmachine	0,5 tot 10	0,1 tot 5	< 0,5
Wekkerradio, schemerlamp (halogeen)	0,5 tot 5	< 0,5	< 0,1
Televisie (LCD), computer	< 0,5	< 0,2	<< 0,1



## Magnetische velden in de buurt van hoogspanningslijnen

Het **magnetisch veld** dat een hoogspanningslijn genereert, is afhankelijk van de sterkte van de stroom die erdoor vloeit. En zoals het elektrisch veld is ook het magnetisch veld afhankelijk van de plaatsing van de geleiders en de afstand tot de lijn.

Aangezien het magnetisch veld onafhankelijk van de spanning is, zal een hoogspanningsverbinding met een hogere spanning niet noodzakelijk een sterker magnetisch veld produceren. In de praktijk echter worden de sterkste magnetische velden gemeten in de nabijheid van 380 kV-lijnen. Immers, hoe hoger het spanningsniveau, hoe groter de transportcapaciteit en dus des te groter de stroom die er doorvloeit. De waarde van

het magnetisch veld onder 380 kV-hoogspanningslijnen is meestal niet hoger dan  $4 \mu\text{T}$  en neemt snel af naarmate de afstand toeneemt.

Bij een 150 kV- hoogspanningslijn ligt dit al een stuk lager, een typische waarde voor het magnetische veld zit hier rond  $1,5 \mu\text{T}$ . Op een afstand van 30 m van de lijn zal het magnetisch veld nog ongeveer  $0,2 \mu\text{T}$  bedragen. Tenslotte, onder een 70 kV-hoogspanningslijn, het laagste spanningsniveau bovengronds bij Elia, is het magnetisch veld  $\leq 1 \mu\text{T}$ . Op 20 m van een dergelijk lijn zal het magnetisch veld bijna afwezig zijn ( $< 0,1 \mu\text{T}$ ).

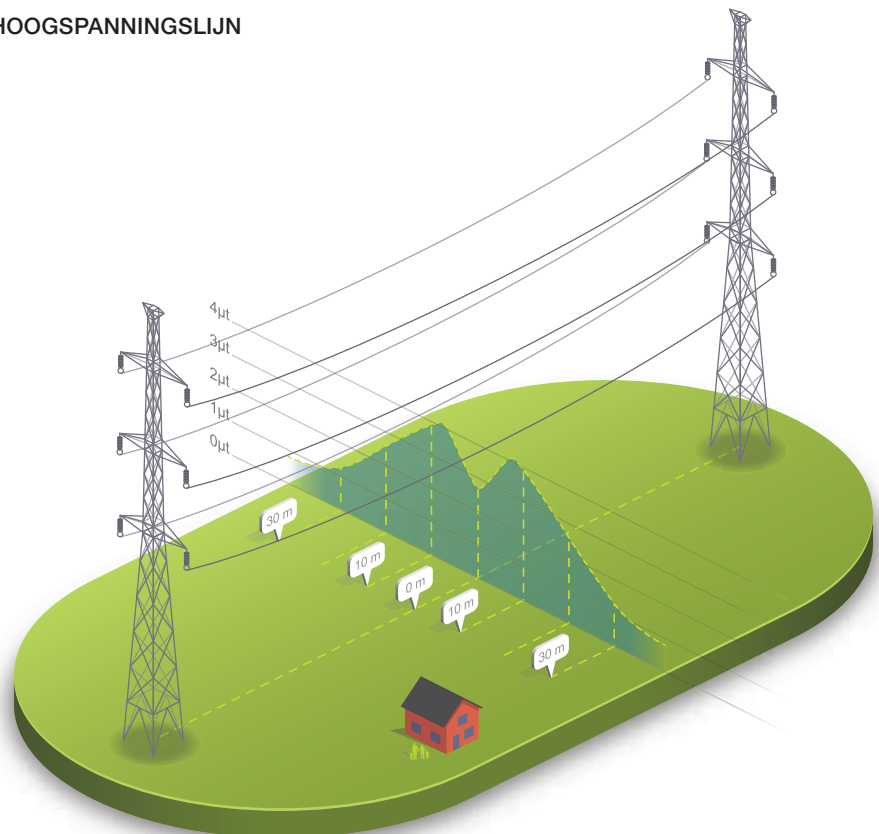
### TYPISCHE VELDPROFIELEN ONDER EEN HOOGSPANNINGSLIJN

**IEMAND DIE ZICH OP HET PUNT 0 METER BEVINDT**, precies tussen in de 2 reeksen geleiders van 380.000 volt, wordt blootgesteld aan  $2,7 \mu\text{T}$ .

**IN DE 10 METERZONE** juist onder de geleiders wordt de maximale blootstellingswaarde van  $3,9 \mu\text{T}$  bereikt.

**EEN WONING DIE ZICH OP 30 METER VAN DE AS VAN DE LIJN BEVINDT**, stelt de bewoners bloot aan een veld van  $1,3 \mu\text{T}$ .

De grafiek hiernaast geeft typische waarden van het magnetisch veld onder (niet getransponeerde) hoogspanningslijnen van 380 kV en geeft een orde van grootte weer in functie van de afstand. De blootstellingswaarde van het veld varieert met de plaats en de tijd in functie van de spanning, de stroom en de hoogte van de lijn. Deze waarden blijven dus niet alleen onder de limieten die de wetgeving voorschrijft (zie pagina 21), ze zijn zelfs zwakker dan de velden die bepaalde toestellen in de woning kunnen voortbrengen (zie de tabel op pagina 11).





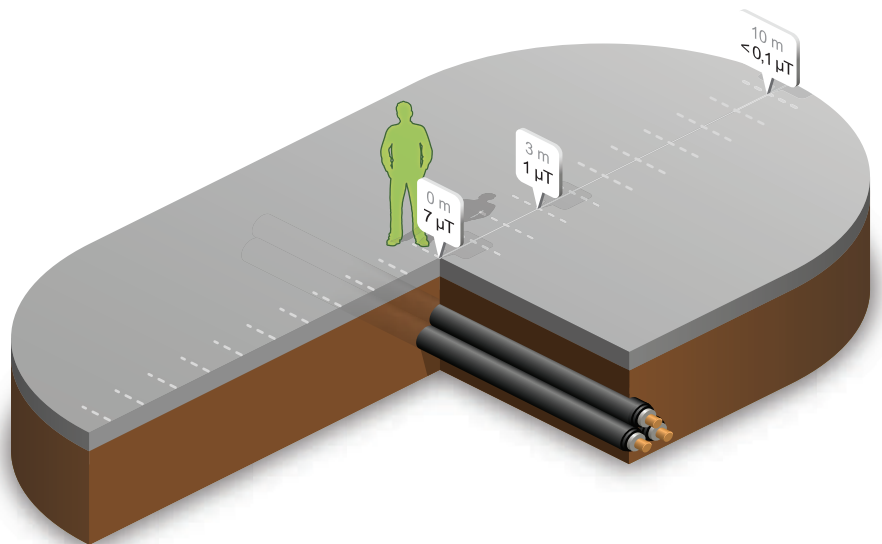
## Magnetische velden boven een kabel

In België ligt er bijna 2.800 km aan ondergrondse kabels (tegenover 5.580 km luchtlijnen). Ondergrondse kabels produceren geen elektrische velden, deze worden immers geïsoleerd door de metalen mantel rondom de geleiders.

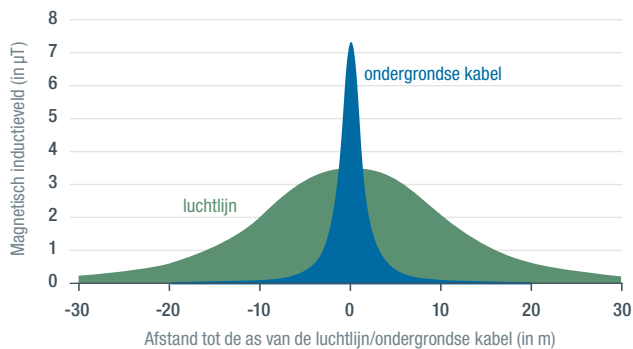
Magnetische velden worden niet afgezwakt door kabels ondergronds te leggen. Ondergrondse kabels produceren magnetische velden die zelfs sterker kunnen zijn dan die van luchtlijnen, maar ze nemen sneller af met de afstand.

**DE VOETEN VAN IEMAND DIE RECHT BOVEN DE AS VAN EEN ONDERGRONDSE KABEL STAAT** (zoals deze van de groene persoon in de afbeelding) worden blootgesteld aan een magnetisch veld met een typische waarde van ongeveer  $7 \mu\text{T}$  (maar op borsthoogte is dat veld al vijf keer minder sterk). Op een afstand van 3 meter van de kabelas blijft de veldsterkte onder 1 microtesla (op welke hoogte de meting ook gebeurt) en op 10 meter afstand wordt het veld helemaal verwaarloosbaar.

*Opmerking: de kabels (en de diepte waarop ze liggen) zijn niet weergegeven op dezelfde schaal als de groene persoon.*



### WAT IS HET VERSCHIL TUSSEN HET VELDPROFIEL VAN EEN LUCHTLIJN EN EEN ONDERGRONDSE KABEL?



Het schema hiernaast toont het verschil tussen magnetische velden onder een getransponeerde 150 kV-luchtlijn en boven een ondergrondse 150 kV-kabel, respectievelijk gemeten op 1,5m boven de grond en op grondniveau. Het maximale veld juist boven de as van een ondergrondse kabel kan dubbel zo sterk zijn als dat onder een luchtlijn, maar ze neemt veel sneller af. Zo is de sterkte van het veld op 10 meter afstand van de as van de kabel al verwaarloosbaar.

# Volksgezondheid en elektromagnetische velden

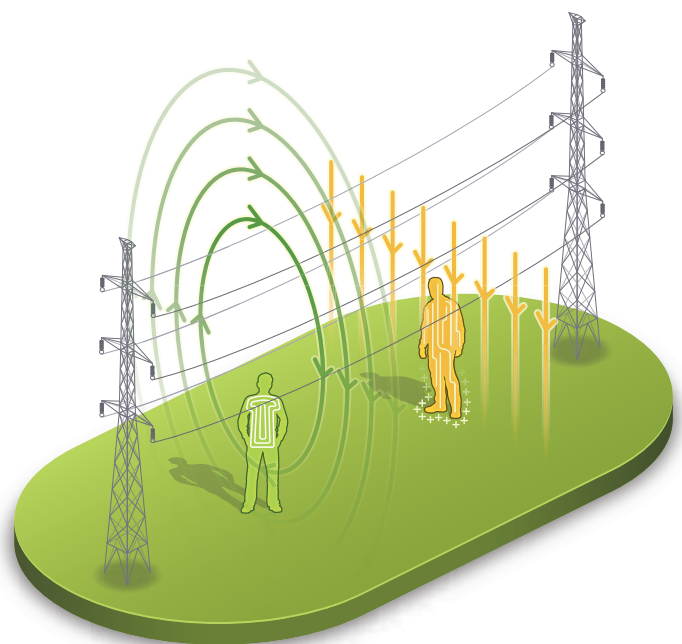
## Biologische effecten en effecten op de gezondheid



Meer dan dertig jaar onderzoek heeft geen formeel bewijs kunnen leveren dat blootstelling aan elektromagnetische velden met zeer lage frequentie een gezondheidsrisico inhoudt. Het onderzoek heeft het echter ook niet kunnen uitsluiten, wat de ongerustheid en verwarring bij het publiek versterkt. Daarom buigen tal van onderzoekers zich ook nu nog over de vraag naar de invloed van magnetische velden op de gezondheid, zowel op korte als lange termijn.

### KORTETERMIJNEFFECTEN

Elektrische (gele pijlen in de afbeelding rechts) en magnetische velden (groene pijlen) kunnen kracht uitoefenen op elektrisch geladen deeltjes in het menselijk lichaam. Hierdoor worden elektrische velden opgewekt in het lichaam die op hun beurt elektrische stromen produceren (witte lijnen). Deze geïnduceerde stroom kan biologische veranderingen in het lichaam teweegbrengen die men omschrijft als "kortetermijneffecten".

Kleine elektrische stromen zijn van nature aanwezig in ons lichaam. Zo versturen onze zenuwen signalen door middel van elektrische impulsen. Een geïnduceerde stroom zal enkel een effect met zich meebrengen wanneer hij dit natuurlijk niveau overschrijdt. Dat is ook de reden waarom ons zenuwstelsel het meest gevoelig is voor veldeffecten. Zo is aangetoond dat vanaf een bepaalde veldsterkte, die veel hoger is dan in onze dagelijkse leefomgeving, mensen lichtflitsen in hun gezichtsveld kunnen waarnemen omdat de retina zeer veel zenuwen bevat. Bij nog hogere veldsterktes vinden er ongecontroleerde spiersamentrekkingen plaats. Deze effecten zijn in het algemeen omkeerbaar (wanneer de blootstelling verdwijnt, verdwijnt ook het effect) en hebben dus geen invloed op de gezondheid.



 Elektrische velden  
 Magnetische velden







### BIOLOGISCHE EFFECTEN

Een **biologisch effect** is een merkbare verandering als gevolg van een gewijzigde omgeving of een activiteit. Of we nu sporten, of een appel eten, telkens vinden er allerlei biologische processen plaats in ons lichaam. Ons lichaam beschikt over ingewikkelde mechanismen om zich aan deze verschillende activiteiten en aan invloeden van buitenaf aan te passen. Een effect van dit type is meestal omkeerbaar, of anders uitgedrukt: **zodra de oorzaak verdwijnt, verdwijnt ook het effect**. De compensatiemechanismen van ons lichaam zijn echter niet onbeperkt. Ingrijpende veranderingen zetten ons organisme onder druk en kunnen zo een gezondheidsrisico inhouden.

Wetenschappers houden rekening met alle relevante resultaten – zowel van epidemiologische studies als van dieren- en celproeven – alvorens zich over mogelijke gezondheidsrisico's uit te spreken.

Of een biologisch effect een risico inhoudt voor de gezondheid, hangt af van de intensiteit en de duur. Om het grote publiek tegen deze risico's te beschermen, zijn er blootstellingslimieten vastgelegd (zie kadertekst op p. 19).



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be):  
**Onderzoeksmethoden en wetenschappelijke conclusies.**

### LANGETERMIJNEFFECTEN

Voor blootstelling aan *elektrische velden* zijn er geen aanwijzingen op mogelijke langetermijneffecten. Wat betreft het *magnetisch veld* is er onder wetenschappers, in tegenstelling tot het elektrisch veld geen unanimititeit over de langetermijneffecten.

Uit epidemiologische onderzoeken zijn er reeds langer aanwijzingen voor een zwak – maar niettemin significant – statistisch verband tussen een langdurige blootstelling aan laagfrequente magnetische velden van het hoogspanningsnet, en een verhoogd risico op leukemie bij kinderen. Het gaat hierbij om residentiële blootstelling over een lange periode aan magnetische velden met een gemiddelde boven de 0,3 – 0,4  $\mu$ T.

Tot op heden zijn de antwoorden van de wetenschappers echter genuanceerd. De talrijke onderzoeken op cellen en dieren die sinds de jaren 1980 werden uitgevoerd, hebben deze vaststelling niet kunnen bevestigen en bijgevolg, geen oorzakelijk verband tussen blootstelling aan magnetische velden en een verhoogd risico op kinderleukemie kunnen aantonen. Echter, bij gebrek aan een verklaring voor het statistisch verband dat door epidemiologisch onderzoek is aangetoond, heeft nog geen enkele studie dit risico tot dusver kunnen uitsluiten.



## Aanbevelingen van **wetenschappelijke instellingen en overheidsinstanties**

Overheden, onderzoekscentra en openbare instellingen doen een beroep op multidisciplinaire teams van deskundigen die regelmatig over de vorderingen van hun onderzoek publiceren. Hierna volgen de voornaamste aanbevelingen.

### **International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**

**Missie:** ICNIRP is een internationaal erkende instantie, samengesteld uit onafhankelijke deskundigen, die aanbevelingen opstelt ter bescherming van de werknemers en het algemene publiek tegen de schadelijke effecten van niet-ioniserende straling.

**Aanbevelingen:** In 1998 publiceerde ICNIRP haar aanbevelingen over elektrische en magnetische velden met de invoering van 100  $\mu\text{T}$  als referentiewaarde of de maximale waarde voor publieke blootstelling aan laagfrequente magnetische velden, en dit uitgegaan van bewezen effecten.

**100  $\mu\text{T}$  = referentiewaarde voor blootstelling aan een magnetisch veld van 50 Hz**

#### **WETENSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN OP DE VOET GEVOLGD**

ICNIRP volgt de wetenschappelijke ontwikkelingen van nabij op. Toen het IARC in 2001 laagfrequente magnetische velden classificeerde als "mogelijk kankerverwekkend", argumenteerde ICNIRP dat er onvoldoende sluitend wetenschappelijk bewijs was om haar aanbevelingen te wijzigen.

#### **HERZIENING VAN DE AANBEVELINGEN**

Bij de herziening van haar aanbevelingen in 2010 maakte ICNIRP gewag van een blootstellingslimiet uitgedrukt in "geïnduceerde elektrische veldsterkte" in plaats van "geïnduceerde stroomdichtheid". De overeenkomstige referentiewaarde werd opgetrokken van 100 naar 200  $\mu\text{T}$  en dit omwille van een betere beheersing van de simulatie-instrumenten en bijgevolg een kleinere veiligheidsfactor dan eerder was gehanteerd.

De ICNIRP deelt eveneens mee dat ondanks de statische associaties aangetoond in epidemiologische studies, de langetermijneffecten zoals een verhoogd risico op kinderleukemie niet opgenomen worden in de aanbevelingen omdat er nog geen experimentele studies zijn die deze effecten onderbouwen of op een oorzakelijk verband wijzen.

Het IARC stelt dat de wetenschap nog geen biologisch mechanisme heeft kunnen blootleggen dat de ontwikkeling van kanker onder invloed van magnetische velden met uiterst lage frequenties aantoont.

### Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC)

Het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC – International Agency for Research on Cancer) is een onderdeel van de Wereldgezondheidsorganisatie.

**Missie:** coördinatie en aansturing van het onderzoek naar de oorzaken van kanker bij de mens. Het agentschap is betrokken bij epidemiologische studies en laboratoriumonderzoek. Het staat onder meer in voor de evaluatie van alle agentia die verdacht kankerverwekkend zijn en heeft zich daarom ook gebogen over de thematiek van magnetische velden.

Het IARC heeft laagfrequente magnetische velden ingedeeld in categorie 2-b “mogelijk kankerverwekkend”. Deze categorie

werd toegewezen op basis van beperkte aanwijzingen vanuit de epidemiologie en wegens het voorliggen van onvoldoende en niet-overeenstemmende aanwijzingen uit experimenteel onderzoek en twee epidemiologische meta-analyses gerealiseerd in 2000. Deze toonden een zwak statistisch verband aan tussen kinderleukemie en een blootstelling aan magnetische velden met hogere gemiddelde waarden.

Voor alle andere vormen van kanker beschouwt het IARC de indicaties als onvoldoende of niet eensluidend. Het IARC stelt ook dat de wetenschap er niet in geslaagd is om een mechanisme bloot te leggen dat de ontwikkeling van kanker aantoont onder invloed van magnetische velden met uiterst lage frequenties.

### Classificatiesysteem van agentia en stoffen volgens hun mogelijke invloed op het ontstaan van kanker

Groep 1	Kankerverwekkend	109 agentia zoals asbest, tabak ...
Groep 2-a	Waarschijnlijk kankerverwekkend	65 agentia zoals uitlaatgassen van dieselmotoren, zonnebanken ...
Groep 2-b	Mogelijk kankerverwekkend	275 agentia zoals (laagfrequente en radiofrequente) elektromagnetische velden, koffie, glasvezel, pickles, uitlaatgassen van benzinemotoren, heelkundige implantaten ...
Groep 3	Niet classificeerbaar	503 agentia
Groep 4	Waarschijnlijk niet kankerverwekkend	Eén enkel agens



## HOE LEGT MEN BLOOTSTELLINGSLIMIETEN VAST?

Wetenschappers hebben aangetoond (zie “Kortetermijneffecten” op pagina 14) dat een geïnduceerd elektrisch veld in het menselijk lichaam vanaf een bepaald niveau negatieve effecten in de werking van het zenuwstelsel kan veroorzaken. Dit niveau stemt overeen met de drempel waarboven een biologisch effect optreedt.

### Blootstellingslimieten

Om een blootstellingslimiet te bepalen (uitgedrukt als een intern elektrisch veld), past men een veiligheidsfactor op deze drempelwaarde toe. Op die manier compenseert men voor onzekerheden zoals experimentele fouten, extrapolatie van dieren naar mensen en een mogelijk hogere gevoeligheid bij bejaarden, kinderen en zieken. Het gebruik van veiligheidsmarges is een courante praktijk in het kader van de bescherming van de volksgezondheid.

### Referentiewaarden

Voor controledoelinden dient een andere grootte gebruikt te worden, de referentiewaarden genaamd. De referentiewaarden, uitgedrukt in elektrische (kV/m) en magnetische veldsterkte ( $\mu\text{T}$ ) stemmen overeen met de limietwaarden inclusief een grote veiligheidsmarge, maar ze hebben het voordeel gemeten te kunnen worden. Deze waarden respecteren garandeert dus naleving van de blootstellingslimieten.

## Wereldgezondheidsorganisatie (WGO)

In juni 2007 publiceerde de WGO (in het engels World Health Organisation) een uitvoerige synthese van de wetenschappelijke kennis over potentiële gezondheidseffecten van velden met zeer lage frequentie (monografie 238). Aldus is ook een samenvatting van dit document beschikbaar, aangevuld met aanbevelingen van de WGO (factsheet nr. 322). Om dit document te raadplegen, zie volgende link: <http://www.who.int/peh-emf/publications/factsheets/en/>

**Standpunt:** De WGO is van oordeel dat er, ondanks de indeling van magnetische velden met uiterst lage frequentie in de categorie “mogelijk kankerverwekkend”, andere mogelijke verklaringen bestaan voor het vastgestelde verband tussen blootstelling aan deze velden en leukemie bij kinderen.

**Voorzorgsmaatregelen:** De Wereldgezondheidsorganisatie legt de klemtoon op informatie en communicatie tussen wetenschappers, overheden, bevolking en betrokken industrietakken. Ze suggereert ook om rekening te houden met de bezorgdheden van het publiek bij het aanleggen van nieuwe hoogspanningslijnen. Ook moet de bevolking voorgelicht en geraadpleegd worden.

De WGO raadt echter duidelijk af om, in naam van het voorzorgsprincipe, de limieten aanbevolen door de internationale organisaties willekeurig te verlagen.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be):  
**Toepassing van het voorzorgsprincipe**



## GEMIDDELTE BLOOTSTELLINGSWAARDE VERSUS AANBEVELING VAN DE EU: 0,4 $\mu\text{T}$ VERSUS 100 $\mu\text{T}$

De aanbeveling van de Raad van de Europese Unie stelt om 100  $\mu\text{T}$  niet te overschrijden. Sommigen beweren dat de waarde van 0,4  $\mu\text{T}$  nooit mag worden overschreden om gezondheidseffecten te vermijden. Deze waarde is echter geen norm maar eenvoudigweg de gemiddelde blootstellingswaarde, geraamd over een lange termijn (verschillende maanden of zelfs jaren), waarboven bepaalde epidemiologische studies een zwak statistisch verband met

kinderleukemie hebben vastgesteld. Daar het mechanisme noch de oorzaak gekend is, staat het wetenschappelijk niet vast dat het om een drempelwaarde gaat waarboven een risico bestaat.

## Europese normen – Raad van de Europese Unie

In 1999 publiceerde de Raad van de Europese Unie een aanbeveling gebaseerd op de ICNIRP richtlijn uit 1998, waarin bijgevolg een blootstellingsgrens voor de bevolking van 100  $\mu\text{T}$  wordt aangeraden. Na de classificatie (2-b) van het IARC in 2001 onderwierp het Wetenschappelijk Comité voor Opkomende en Nieuw-Geïdentificeerde Gezondheidsrisico's van de Europese Unie (SCENIHR) alle beschikbare onderzoeksresultaten aan een nieuwe evaluatie. Het Comité meende dat er geen reden was om de aanbevelingen van 1999 te herzien en heeft tot op heden nog geen advies geformuleerd over de recentste aanbevelingen van ICNIRP (2010).

Als antwoord op een motie van het Europese Parlement heeft de Commissie in 2008 bevestigd dat de beschikbare gegevens geen overtuigende elementen bevatten voor een herziening van de aanbeveling uit 1999.

### Aanbevelingen van de ICNIRP (1998) en van de Raad van de Europese Unie (1999)

Magnetische velden	Elektrische velden
microtesla ( $\mu\text{T}$ )	kilovolt per meter (kV/m)
100	5

In beide gevallen gaat het om maximumwaarden, ook wel "referentiewaarden" genoemd welke aanbevolen zijn om bij blootstelling van het algemene publiek niet te overschrijden.



## Belgische normen

België heeft geen federale wetgeving inzake magnetische velden met zeer lage frequentie. Bijgevolg geldt de aanbeveling van de Raad van de Europese Unie – maximale blootstellingslimiet van 100  $\mu\text{T}$  – als referentie.

Voor elektrische velden legt het “Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties” maximumwaarden vast tussen 5 kV/m (bewoonde zones) en 10 kV/m. Op basis van de sectorale voorwaarden in het Waalse Gewest en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is voor het uitbaten van vermogens-transformatoren dezelfde limiet van 100  $\mu\text{T}$  van toepassing.

In het Vlaamse Gewest is sinds 2004 het “Besluit houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico’s door verontreiniging van het binnenmilieu” van kracht. Dit Besluit bepaalt dat al wie verantwoordelijk is voor de bouw, het onderhoud of de uitrusting van woningen of publiek toegankelijke gebouwen alles in het werk dient te stellen om de gezondheidsrisico’s door verontreiniging van het binnenmilieu voor de bewoners of gebruikers maximaal te beperken.

Hiertoe werden *richtwaarden* en *interventiewaarden* bepaald voor 26 verschillende chemische en fysische factoren (benzeen, fijn stof, temperatuur ...), waaronder ook laagfrequente magnetische velden. De richt- en interventie waarden voor magnetische velden werden vastgelegd op respectievelijk 0,2  $\mu\text{T}$  en 10  $\mu\text{T}$ .

## HET VOORZORGSPRINCIPE

In geval van onzekerheid over het risico is het **voorzorgsprincipe** van kracht. Dit houdt in dat er maatregelen moeten worden genomen om de kwaliteit van het binnenmilieu zo optimaal mogelijk te houden. De maatregelen worden genomen vóór de schade zich voordoet en hebben tot doel deze te voorkomen of te beperken.

Het voorzorgsprincipe is gebaseerd op **proportionaliteit**: de gekozen maatregelen moeten proportioneel zijn aan de ernst van de potentiële schade, rekening houdend met hun positieve en negatieve gevolgen.



Voor meer informatie, zie ook de fiche op [www.elia.be](http://www.elia.be):  
**Het voorzorgsprincipe toepassen**

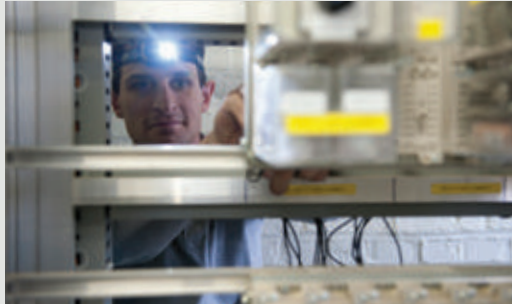


#### AANBEVELINGEN VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRaad

Eveneens op basis van het voorzorgsprincipe en rekening houdend met de onzekerheid over chronische effecten, heeft de Hoge Gezondheidsraad in zijn aanbeveling over de blootstelling van de bevolking aan magnetische velden van elektrische installaties (2008) geadviseerd om kinderen jonger dan 15 jaar niet langdurig bloot te stellen aan een gemiddelde veldsterkte van **meer dan 0,4  $\mu$ T**.

Volgens de Hoge Gezondheidsraad is de jaarlijkse incidentie van kinderleukemie in België (2012) ongeveer 3,9 gevallen per 100.000 kinderen, wat neerkomt op een zeventigtal nieuwe gevallen per jaar. In haar aanbeveling uit 2008 schat de Hoge Gezondheidsraad, in de hypothese dat het statistische verband ook causaal zou zijn, dat minder dan 1% van deze gevallen – dus ongeveer één geval per jaar- te wijten zou zijn aan blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen en -kabels. De Raad schat ook dat meer dan 1% van alle kinderen momenteel blootgesteld wordt aan magnetische velden van gemiddeld meer dan 0,4  $\mu$ T.

Het voorzorgsprincipe is gebaseerd op proportionaliteit: de gekozen maatregelen moeten proportioneel zijn aan de ernst van de potentiële schade, rekening houden met hun positieve en negatieve gevolgen



# Het beleid van Elia

Elia draagt al jarenlang actief bij tot de vooruitgang van de wetenschappelijke kennis en ondersteunt verschillende onderzoekscentra en universiteiten die deel uitmaken van de Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG) waarvan de wetenschappelijke onafhankelijkheid verankerd is in een samenwerkingsakkoord. Elia heeft ook een onderzoeksakkoord gesloten met het Electric Power Research Institute (EPRI). Dit akkoord zorgt er ook voor dat Elia toegang heeft tot internationale onderzoeksresultaten in dit domein.

Elia zet volledig in op transparantie en voert, op verzoek van omwonenden, gratis metingen uit van elektrische en magnetische velden. Gelieve u voor elke aanvraag van metingen in de nabijheid van onze installaties te wenden tot de Technische Dienst op het e-mailadres [sts.vlaanderen@elia.be](mailto:sts.vlaanderen@elia.be)

## De activiteiten van de Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG)

De BBEMG is een interdisciplinaire onderzoeksgroep die bestaat uit verschillende teams van experts aan meerdere Belgische universiteiten (ULg, UG, KU, ULB) en het WIV (Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid). Naast haar eigen onderzoek op het gebied van elektrische en magnetische velden volgt deze Belgische wetenschappelijke vereniging ook het internationale onderzoek.

Elia ondersteunt dit onderzoek financieel en doet ook geregeld een beroep op de BBEMG om de wetenschappelijke waarde en draagwijdte van publicaties in dit domein toe te lichten en te verduidelijken.

Het wetenschappelijk onderzoek gebeurt uiteraard op volstrekt onafhankelijke basis. De deontologie verplicht de onderzoekers overigens om de resultaten van hun werk te publiceren zodat deze kritisch door hun vakgenoten kunnen worden geëvalueerd. Elia heeft op geen enkele manier invloed op of inspraak in hetgeen gepubliceerd wordt.

Elia heeft de BBEMG ook geholpen bij de uitbouw van een eigen website ([www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)) die in het Nederlands, Frans en Engels kan worden geraadpleegd.

Deze website heeft drie doelstellingen:

- de onderzoeksresultaten van BBEMG-leden voorstellen;
- informatie verschaffen over elektromagnetische velden en hun mogelijke gevolgen voor de gezondheid;
- een documentatie- en voorlichtingscentrum op hoog niveau oprichten dat toegang biedt tot alle nuttige informatie over elektromagnetische velden.

Elia wil op die manier actief deelnemen aan het onderzoek rond velden met zeer lage frequentie en ook bijdragen tot het informeren van de bevolking over dit thema.





## Lees ook

### MEER INFORMATIE

- **International Agency for Research on Cancer (IARC)**  
<http://www.iarc.fr/indexfr.php>  
 Brochure uitgegeven door het IARC (International Agency for Research on Cancer)  
*Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans:*  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/volume80.pdf>
- **Belgian BioElectroMagnetics Group:**  
[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)
- **Aanbeveling 1999/519/EG van de Raad van de Europese Unie betreffende de beperking van de blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden (van 0 Hz tot 300 GHz):**  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:NL:PDF>
- **National Institute of Environmental Health Sciences (NIH)**  
 Electric and Magnetic Fields – Description  
<http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/emf/>
- **Wereldgezondheidsorganisatie (WGO)**  
<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/>  
 Factsheet and backgrounders: <http://www.who.int/peh-emf/publications/factsheets/en/>
- **International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**  
<http://www.icnirp.org/PubEMF.htm>  
 Fact sheet : <http://www.icnirp.de/documents/FactSheetLF.pdf>
- **Health Council of The Netherlands – Superior Health Council Belgium EuSANH**  
 Childhood leukemia and environmental factors, 6 december 2012  
<http://www.health.belgium.be/eportal/Aboutus/relatedinstitutions/SuperiorHealthCouncil/publications/advisoryreports/19081797?ie2Term=&ie2se>
- **Hoge Gezondheidsraad**  
 PUBLICATIE nr. 8081, 1 oktober 2008 : Aanbevelingen betreffende de blootstelling van de bevolking aan magnetische velden van elektrische installaties  
[http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@mixednews/documents/ie2divers/19089663\\_nl.pdf](http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@mixednews/documents/ie2divers/19089663_nl.pdf)

### AANVULLENDE FICHES



**Fiche 1**  
Hoe is het hoogspanningsnet ontstaan?



**Fiche 2**  
Het elektromagnetische spectrum



**Fiche 3**  
Nabije velden en verre velden



**Fiche 4**  
Transitie van de fasen van een hoogspanningslijn



**Fiche 5**  
Onderzoeksmethoden en wetenschappelijke conclusies



**Fiche 6**  
Toepassing van het voorzorgsprincipe



[www.elia.be](http://www.elia.be)

**An Elia Group company**

**Contact**

Keizerslaan 20  
1000 Brussel - België  
T +32 2 546 70 11  
F +32 2 546 70 10  
[info@elia.be](mailto:info@elia.be)

**Colofon**

Concept en eindredactie:  
Elia, afdeling Communicatie  
Grafische vormgeving: [www.generis.be](http://www.generis.be)  
Fotos: Elia, istockphoto, shutterstock  
Illustraties: Damien Debiève  
Verantwoordelijke Uitgever:  
Ilse Tant, Chief Corporate Officer

Februari 2015



Powering a world in progress