

II

(Besluiten waarvan de publicatie niet voorwaarde is voor de toepassing)

RAAD

AANBEVELING VAN DE RAAD

van 12 juli 1999

betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz

(1999/519/EG)

DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

Gelet op het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, en met name op artikel 152, lid 4, tweede alinea,

Gezien het voorstel van de Commissie,

Gezien het advies van het Europees Parlement ⁽¹⁾,

Overwegende hetgeen volgt:

- (1) Krachtens artikel 3, onder o), van het Verdrag moet het optreden van de Gemeenschap een bijdrage omvatten tot het verwezenlijken van een hoog niveau van bescherming van de gezondheid; het Verdrag voorziet ook in de bescherming van de gezondheid van werknemers en van de consument;
- (2) Het Europees Parlement heeft de Commissie in zijn resolutie van 5 mei 1994 betreffende de bestrijding van de schadelijke effecten van niet-ioniserende straling ⁽²⁾ verzocht wettelijke bepalingen voor te stellen die tot doel hebben de blootstelling van de werknemers en de bevolking aan niet-ioniserende elektromagnetische straling te beperken;
- (3) Ter bescherming van de gezondheid en de veiligheid van werknemers in verband met elektromagnetische velden zijn communautaire minimumvoorschriften voor het werken met beeldschermapparatuur vastgesteld ⁽³⁾, er zijn communautaire maatregelen ingevoerd ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid op het werk van werkneemsters tijdens de zwangerschap, na de bevalling en tijdens de lactatie ⁽⁴⁾, die de werkgevers er onder andere toe verplichten werkzaamheden te evalueren die een specifiek risico van blootstelling aan niet-ioniserende straling inhouden; er zijn minimumvoorschriften voorgesteld voor de bescherming van

de werknemers tegen fysische agentia ⁽⁵⁾, die maatregelen tegen niet-ioniserende straling inhouden; deze aanbeveling heeft derhalve geen betrekking op de bescherming van de werknemers tegen beroepsmatige blootstelling aan elektromagnetische velden;

- (4) De bevolking in de Gemeenschap moet worden beschermd tegen bewezen nadelige gevolgen voor de gezondheid van blootstelling aan elektromagnetische velden;
- (5) Maatregelen met betrekking tot elektromagnetische velden dienen alle burgers van de Gemeenschap een hoog beschermingsniveau te bieden; dat de voorschriften van de lidstaten op dit gebied gebaseerd dienen te zijn op een gemeenschappelijk overeengekomen kader teneinde bij te dragen tot een consistente bescherming in de hele Gemeenschap;
- (6) Overeenkomstig het subsidiariteitsbeginsel mag elke nieuwe maatregel op een gebied dat niet onder de uitsluitende bevoegdheid van de Gemeenschap valt, zoals de bescherming van de bevolking tegen niet-ioniserende straling, alleen door de Gemeenschap worden genomen als de voorgestelde doelstellingen, vanwege de omvang of de gevolgen van het voorgestelde optreden, beter door de Gemeenschap dan door de lidstaten kunnen worden verwezenlijkt;
- (7) De activiteiten betreffende de beperking van de blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden moeten worden afgewogen tegen de andere voordelen in het opzicht van gezondheid en veiligheid die voorzieningen welke elektromagnetische velden hebben, voor de kwaliteit van het bestaan bieden, bijvoorbeeld op het gebied van telecommunicatie, energie en openbare veiligheid;

⁽¹⁾ PB C 175 van 21.6.1999.

⁽²⁾ PB C 205 van 25.7.1994, blz. 439.

⁽³⁾ PB L 156 van 21.6.1990, blz. 14.

⁽⁴⁾ PB L 348 van 28.11.1992, blz. 1.

⁽⁵⁾ PB C 77 van 18.3.1993, blz. 12, en
PB C 230 van 19.8.1994, blz. 3.

- (8) Het is noodzakelijk door middel van aanbevelingen aan de lidstaten een communautair kader betreffende blootstelling aan elektromagnetische velden in te stellen, met het oog op de bescherming van de bevolking;
- (9) Deze aanbeveling heeft tot doel de gezondheid van de bevolking te beschermen en is derhalve met name van toepassing op plaatsen waar personen geruime tijd aanwezig zijn in verhouding tot de effecten die door deze aanbeveling worden bestreken;
- (10) Het communautair kader, dat door veel reeds bestaande wetenschappelijke publicaties onderbouwd kan worden, dient gebaseerd te zijn op de beste beschikbare wetenschappelijke gegevens op dit gebied en basisrestricties en referentieniveaus voor blootstelling aan elektromagnetische velden dient te omvatten, met de vermelding dat uitsluitend bewezen gevolgen als basis zijn gebruikt voor de aanbevolen beperking van de blootstelling; ter zake is door de Internationale Commissie voor bescherming tegen niet-ioniserende straling (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP) een advies uitgebracht, dat de steun heeft gekregen van de wetenschappelijke stuurgroep van de Commissie en dat regelmatig opnieuw moet worden gezien en beoordeeld in het licht van nieuwe kennis en ontwikkelingen op het gebied van de technologie en de toepassingen van bronnen en handelingen die aanleiding geven tot blootstelling aan elektromagnetische velden;
- (11) Dergelijke basisrestricties en referentieniveaus dienen van toepassing te zijn op alle straling afkomstig van elektromagnetische velden, met uitzondering van optische straling en ioniserende straling; voor de eerstgenoemde categorie moeten de desbetreffende wetenschappelijke gegevens en adviezen nog nader bestudeerd worden en voor de laatstgenoemde categorie bestaan al communautaire maatregelen;
- (12) De nationale en Europese normalisatie-instellingen (zoals Cenelec, CEN) worden aangemoedigd binnen het kader van communautaire wetgeving normen te ontwikkelen voor het ontwerpen en testen van uitrusting waarmee de inachtneming van de basisrestricties van deze aanbeveling kan worden beoordeeld;
- (13) Inachtneming van de aanbevolen restricties en referentieniveaus dient een hoog beschermingsniveau ten aanzien van de bewezen gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische straling te bieden, maar storingen van of effecten op het functioneren van medische hulpmiddelen, zoals metalen prothesen, pacemakers en defibrillators, cochleaimplantaten en andere implantaten, kunnen daardoor niet zonder meer worden vermeden; storingen met pacemakers kunnen optreden bij niveaus onder de aanbevolen referentieniveaus en hiervoor moeten passende voorzorgen worden genomen, die echter buiten het bestek van deze aanbeveling vallen en in de wetgeving inzake elektromagnetische compatibiliteit en medische hulpmiddelen geregeld worden;
- (14) Overeenkomstig het evenredigheidsbeginsel geeft deze aanbeveling algemene beginselen en methoden voor de bescherming van de bevolking, waarbij het aan de lidstaten overgelaten wordt gedetailleerde voorschriften vast te stellen voor bronnen en handelingen die aanleiding geven tot blootstelling aan elektromagnetische velden en voor de indeling van de blootstellingomstandigheden van personen als al dan niet beroepsgebonden, in overeenstemming met de communautaire bepalingen betreffende de bescherming van de veiligheid en gezondheid van werknemers;
- (15) De lidstaten mogen, overeenkomstig het Verdrag, in een hoger beschermingsniveau voorzien dan in deze aanbeveling is aangegeven;
- (16) Over de door de lidstaten op dit gebied genomen maatregelen, ongeacht of die bindend zijn of niet, en over de wijze waarop daarbij met deze aanbeveling rekening gehouden is, dienen op nationaal en communautair niveau verslagen te worden uitgebracht;
- (17) De lidstaten dienen de verspreiding van informatie en praktijkvoorschriften inzake de risico's van en beschermingsmaatregelen tegen elektromagnetische velden, met name met betrekking tot het ontwerp, de installatie en het gebruik van apparatuur, te bevorderen teneinde daaraan meer bekendheid te geven en aldus te bereiken dat de blootstellingsniveaus de aanbevolen restricties niet overschrijden;
- (18) Aandacht dient te worden besteed aan het verkrijgen van voldoende inzicht in en passende voorlichting over de risico's die met elektromagnetische velden verband houden, met inachtneming van de percepties van de bevolking ten aanzien van dergelijke risico's;
- (19) De lidstaten moeten kennis nemen van de vooruitgang in de wetenschappelijke kennis en de technologie met betrekking tot de bescherming tegen niet-ioniserende straling, onder meer met het oog op voorzorgsmaatregelen en dienen te zorgen voor regelmatig toezicht en herziening met regelmatige beoordelingen in het licht van de adviezen van de bevoegde internationale organisaties, zoals de International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection,

BEVEELT AAN:

- I. dat de lidstaten voor de toepassing van deze aanbeveling de in bijlage I, deel A, gedefinieerde fysische grootheden hanteren;
- II. dat de lidstaten, om een hoog niveau van bescherming van de gezondheid tegen blootstelling aan elektromagnetische velden te bieden:
 - a) op basis van bijlage I, deel B, een kader van basisrestricties en referentieniveaus goedkeuren;
 - b) overeenkomstig dit kader maatregelen nemen met betrekking tot bronnen of handelingen waarbij de bevolking geruime tijd aan elektromagnetische velden wordt blootgesteld, met uitzondering van blootstelling om medische redenen, waarbij de gevaren en voordelen van blootstelling boven de basisrestricties terdege moeten worden afgewogen;
 - c) ernaar streven dat de basisrestricties van bijlage II voor de blootstelling van de bevolking worden nageleefd;

- III. dat de lidstaten, om de naleving van de in bijlage II genoemde basisrestricties te vergemakkelijken en te bevorderen:
- bij de bepaling van blootstellingsrisico's rekening houden met de referentieniveaus van bijlage III of, indien deze bestaan en voorzover zij door de lidstaat erkend worden, Europese of nationale normen die gebaseerd zijn op overeengekomen, wetenschappelijk onderbouwde meet- en rekenprocedures die bedoeld zijn om te bepalen of de basisrestricties worden nageleefd;
 - situaties waarbij bronnen van meer dan één frequentie betrokken zijn, beoordelen overeenkomstig de in bijlage IV gegeven formules, zowel wat de basisrestricties als wat de referentieniveaus betreft;
 - waar nodig rekening mogen houden met criteria zoals de duur van de blootstelling, de blootgestelde lichaamsdelen, de leeftijd en de lichamelijke conditie van de bevolking;
- IV. dat de lidstaten bij het bepalen van het beleid of de maatregelen inzake de blootstelling van personen aan elektromagnetische velden, zowel de risico's als de voordelen van de diverse mogelijke maatregelen tegen elkaar afwegen wanneer zij besluiten of al dan niet opgetreden moet worden overeenkomstig deze aanbeveling;
- V. dat de lidstaten, om het inzicht in de gevaren van en de bescherming tegen blootstelling aan elektromagnetische velden te vergroten, aan de bevolking in een geschikte vorm informatie verstrekken over de gezondheidsimpact van elektromagnetische velden en over de maatregelen die getroffen zijn om deze aan te pakken;
- VI. dat de lidstaten, om de kennis over de gezondheidseffecten van elektromagnetische velden te vergroten, in de context van hun nationale onderzoekprogramma's onderzoek naar elektromagnetische velden en de menselijke gezondheid bevorderen en evalueren, met inachtneming van communautaire en internationale aanbevelingen en inspanningen op onderzoeksgebied uit zoveel mogelijk bronnen;
- VII. dat de lidstaten, om bij te dragen tot het opzetten van een consistent systeem van bescherming tegen risico's van blootstelling aan elektromagnetische velden, verslag uitbrengen over de opgedane ervaringen met de maatregelen die zij op het door deze aanbeveling bestreken gebied nemen en de Commissie hiervan na een periode van drie jaar volgend op de goedkeuring van deze aanbeveling op de hoogte stellen, waarbij zij aangeven hoe daarmee in die maatregelen rekening is gehouden.

NODIGT DE COMMISSIE UIT:

- zich in te zetten voor de vaststelling van de in punt III, onder a), bedoelde Europese normen, met inbegrip van meet- en rekenmethoden;
- bij de uitvoering van het lopende kaderprogramma voor onderzoek naar de lange- en kortetermijneffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden van alle relevante frequenties aan te moedigen;
- te blijven meewerken aan de inspanningen van op dit gebied bevoegde internationale organisaties en de totstandkoming van een internationale consensus over richtsnoeren en adviezen betreffende beschermings- en preventieve maatregelen te bevorderen;
- de betrokken aangelegenheden te blijven volgen zodat deze aanbeveling kan worden herzien en geactualiseerd, daarbij tevens rekening te houden met mogelijke effecten die momenteel bestudeerd worden, met inbegrip van voorzorgsaspecten, en binnen vijf jaar aan de hand van de verslagen van de lidstaten en in het licht van de recentste wetenschappelijke gegevens en adviezen, een verslag op te stellen met betrekking tot de Gemeenschap in haar geheel.

Gedaan te Brussel, 12 juli 1999.

Voor de Raad
De Voorzitter
S. NIINISTÖ

BIJLAGE I

DEFINITIES

In deze aanbeveling worden onder de term elektromagnetische velden verstaan: statische velden, extreem laagfrequente velden (ELF) en radiofrequentievelden (RF), microgolven daaronder begrepen, in het frequentiegebied van 0 Hz tot 300 GHz.

A. FYSISCHE GROOTHEDEN

In de context van de blootstelling aan elektromagnetische velden worden gewoonlijk acht fysische grootheden gebruikt:

De *contactstroom* (I_c) tussen een persoon en een voorwerp wordt uitgedrukt in ampère (A). Een geleidend voorwerp in een elektrisch veld kan door dat veld worden opgeladen.

De *stroomdichtheid* (J) is de door een eenheidsdoorsnede loodrecht op zijn richting in een volumegeleider, zoals het menselijk lichaam of een deel daarvan, lopende stroom; zij wordt uitgedrukt in ampère per vierkante meter (A/m^2).

De *elektrische veldsterkte* is een vectorgrootheid (E), die overeenkomt met de kracht die op een geladen deeltje, ongeacht de beweging daarvan in de ruimte, wordt uitgeoefend. Zij wordt uitgedrukt in volt per meter (V/m).

De *magnetische veldsterkte* is een vectorgrootheid (H) die, naast de magnetische fluxdichtheid, dient voor de beschrijving van een magnetisch veld op elk punt in de ruimte. Zij wordt uitgedrukt in ampère per meter (A/m).

De *magnetische fluxdichtheid* is een vectorgrootheid (B), die een op bewegende ladingen inwerkende kracht veroorzaakt; zij wordt uitgedrukt in tesla (T). In de lege ruimte en in biologische materialen kunnen de magnetische fluxdichtheid en de magnetische veldsterkte in elkaar worden omgerekend met de equivalentie $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

De *vermogensdichtheid* (S) is de passende grootheid voor gebruik bij zeer hoge frequenties, wanneer de doordringdiepte in het lichaam gering is. Zij is de loodrecht op een oppervlak vallende energiestroom, gedeeld door de grootte van het oppervlak; zij wordt uitgedrukt in watt per vierkante meter (W/m^2).

De *specifieke energieabsorptie* (SA) is de energie die wordt geabsorbeerd per massa-eenheid biologisch weefsel, uitgedrukt in joule per kilogram (J/kg). In deze aanbeveling wordt deze grootheid gebruikt voor het beperken van de niet-thermische effecten van gepulseerde microgolflstraling.

Het *specifieke energieabsorptietempo* (SAT) gemiddeld over het gehele lichaam of over lichaamsdelen, is het tempo waarin de energie per massa-eenheid biologisch materiaal wordt geabsorbeerd; het wordt uitgedrukt in watt per kilogram (W/kg). Het lichaams-SAT is een algemeen aanvaarde maatstaf voor het relateren van schadelijke thermische effecten aan de blootstelling aan RF. Naast het gemiddelde lichaams-SAT zijn lokale SAT-waarden noodzakelijk voor het evalueren en beperken van te grote energieconcentraties in kleine delen van het lichaam als gevolg van bijzondere blootstellingomstandigheden. Voorbeelden van dergelijke omstandigheden zijn: gearde personen die aan RF in het lage MHz-gebied worden blootgesteld en personen die aan het nabije veld van een antenne worden blootgesteld.

Van deze grootheden kunnen de magnetische fluxdichtheid, de contactstroom, de elektrische en magnetische veldsterkte en de vermogensdichtheid direct worden gemeten.

B. BASISRESTRICTIES EN REFERENTIE-NIVEAUS

Voor de toepassing van restricties die gebaseerd zijn op de mogelijke effecten van elektromagnetische velden op de gezondheid moet onderscheid gemaakt worden tussen basisrestricties en referentieniveaus.

Opmerking

Deze basisrestricties en referentieniveaus voor het beperken van de blootstelling zijn opgesteld na grondige bestudering van alle wetenschappelijke publicaties. Bij die bestudering zijn speciale criteria gebruikt om de geloofwaardigheid van de gepubliceerde bevindingen te toetsen; voor de voorgestelde blootstellingrestricties zijn uitsluitend bewezen gevolgen als basis gebruikt. Dat langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden kanker veroorzaakt, wordt niet bewezen geacht. Omdat tussen de grenswaarden voor acute effecten en de basisrestricties een veiligheidsfactor van ongeveer 50 ligt, bestrijkt deze aanbeveling impliciet eventuele langetermijneffecten in het gehele frequentiegebied.

Basisrestricties. Restricties op de blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen, worden „basisrestricties” genoemd. Afhankelijk van de veldfrequentie worden de volgende fysische grootheden gebruikt om de restricties te specificeren: de magnetische fluxdichtheid (B), de stroomdichtheid (J), het specifieke energieabsorptietempo (SAT) en de vermogensdichtheid (S). De magnetische fluxdichtheid en de stroomdichtheid kunnen gemakkelijk worden gemeten bij blootgestelde personen.

Referentieniveaus. Deze niveaus dienen bij de blootstellingsevaluaties in de praktijk om vast te stellen of de basisrestricties waarschijnlijk zullen worden overschreden. Sommige referentieniveaus worden met behulp van metingen en/of berekeningen van relevante basisrestricties afgeleid, andere hebben betrekking op de waarneming en schadelijke indirecte gevolgen van blootstelling aan elektromagnetische velden. De afgeleide grootheden zijn de elektrische veldsterkte (E), de magnetische veldsterkte (H), de magnetische fluxdichtheid (B), de vermogensdichtheid (S) en de elektrische stroom in extremiteiten (I_e). Grootheden die betrekking hebben op de waarneming en andere indirecte gevolgen zijn de (contact)stroom (I_c) en, voor gepulseerde velden, de specifieke energieabsorptie (SA). In elke blootstellingsituatie kan men de gemeten of berekende waarde van elk van deze grootheden vergelijken met het bijbehorende referentieniveau. Als wordt voldaan aan het referentieniveau, wordt voldaan aan de desbetreffende basisrestrictie. Als de gemeten waarde hoger is dan het referentieniveau, behoeft dat nog niet te betekenen dat de basisrestrictie wordt overschreden. In dergelijke omstandigheden moet echter wel worden vastgesteld of voldaan wordt aan de basisrestrictie.

In deze aanbeveling zijn geen kwantitatieve restricties opgenomen voor statische elektrische velden. Het verdient echter aanbeveling de storende waarneming van elektrische oppervlakteladingen en vonkoverslag die stress of hinder veroorzaken, te vermijden.

Sommige grootheden zoals de magnetische fluxdichtheid (B) en de vermogensdichtheid (S) dienen bij bepaalde frequenties als basisrestrictie en als referentieniveau (zie bijlage II en III).

BIJLAGE II

BASISRESTRICTIES

Afhankelijk van de frequentie worden de onderstaande fysische grootheden (dosimetrische/exposimetrische grootheden) gebruikt om de basisrestricties voor elektromagnetische velden te specificeren:

- tussen 0 en 1 Hz worden basisrestricties gegeven voor de magnetische fluxdichtheid voor statische magnetische velden (0 Hz) en de stroomdichtheid voor tijdsafhankelijke velden tot 1 Hz, teneinde gevolgen voor het cardiovasculaire systeem en het centrale zenuwstelsel te voorkomen;
- tussen 1 Hz en 10 MHz worden basisrestricties gegeven voor de stroomdichtheid om gevolgen voor functies van het zenuwstelsel te voorkomen;
- tussen 100 kHz en 10 GHz worden basisrestricties gegeven voor het SAT om globale thermische belasting van het lichaam en excessieve plaatselijke verwarming van weefsels te voorkomen. In het gebied van 100 kHz tot 10 MHz worden restricties voor zowel de stroomdichtheid als het SAT gegeven;
- tussen 10 GHz en 300 GHz worden basisrestricties voor de vermogensdichtheid gegeven om verwarming van weefsel aan of bij het lichaamsoppervlak te voorkomen.

De in tabel 1 gegeven basisrestricties zijn vastgesteld met inachtneming van onzekerheden die verband houden met individuele gevoeligheden en milieuomstandigheden en met het feit dat de leeftijd en de lichamelijke conditie van de bevolking variëren.

Tabel 1

**Basisrestricties voor elektrische, magnetische en elektromagnetische velden
(0 Hz-300 GHz)**

Frequentiegebied	Magnetische fluxdichtheid (mT)	Stroomdichtheid (mA/m ²) (rms)	Lichaams-SAT (W/kg)	Plaatselijk SAT (hoofd en romp) (W/kg)	Plaatselijk SAT (extremiteten) (W/kg)	Vermogensdichtheid, S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

Opmerkingen

1. *f* is de frequentie in Hz.
2. De basisrestrictie voor de stroomdichtheid is bedoeld om te beschermen tegen acute blootstellingseffecten op weefsel van het centraal zenuwstelsel in hoofd en romp en bevat een veiligheidsfactor. De basisrestricties voor ELF-velden zijn gebaseerd op vastgestelde schadelijke effecten op het centrale zenuwstelsel. Dergelijke acute effecten treden in wezen onmiddellijk op en er zijn geen wetenschappelijke redenen om de basisrestricties voor blootstellingen van korte duur te wijzigen. Aangezien de basisrestrictie betrekking heeft op schadelijke effecten op het centrale zenuwstelsel, kunnen evenwel hogere stroomdichtheden in ander lichaamsweefsel dan het centrale zenuwstelsel onder dezelfde blootstellingomstandigheden worden toegestaan.
3. Vanwege de elektrische inhomogeniteit van het lichaam dienen de waarden van de stroomdichtheid te worden gemiddeld over een doorsnede van 1 cm² loodrecht op de stroomrichting.

4. Voor frequenties tot 100 kHz kunnen de piekwaarden voor de stroomdichtheid worden verkregen door de rms-waarde met $\sqrt{2}$ ($\sim 1,414$) te vermenigvuldigen. Voor pulsen met een duur van t_p dient de equivalente frequentie die in de basisrestricties moet worden toegepast, te worden berekend als $f = 1/(2t_p)$.
 5. Voor frequenties tot 100 kHz en voor gepulseerde magnetische velden kan de maximale stroomdichtheid als gevolg van de pulsen worden berekend uit de stijg-/valtijden en de maximale veranderingssnelheid van de magnetische fluxdichtheid. De geïnduceerde stroomdichtheid kan dan worden vergeleken met de bijbehorende basisrestrictie.
 6. Alle SAT-waarden moeten worden gemiddeld over een willekeurige periode van zes minuten.
 7. De plaatselijke SAT-middelingsmassa is 10 g aangrenzend weefsel; het aldus verkregen maximale SAT dient de waarde te zijn die voor de raming van de blootstelling wordt gebruikt. Met deze 10 g weefsel wordt een massa van 10 g aangrenzend weefsel met vrijwel homogene elektrische eigenschappen bedoeld. Hierbij valt op te merken dat een massa aangrenzend weefsel te gebruiken is in de computerdosimetrie, maar moeilijkheden kan opleveren bij directe fysieke metingen. Er kan een eenvoudige geometrische vorm zoals een kubusvormige weefselmassa worden gebruikt, op voorwaarde dat de dosimetrische hoeveelheden waarden hebben die ten opzichte van de blootstellingrichtsnoeren aan de veilige kant zijn.
 8. Voor pulsen met een duur van t_p dient de equivalente frequentie die in de basisrestricties moet worden toegepast, te worden berekend als $f = 1/(2t_p)$. Bovendien wordt voor gepulseerde blootstellingen in het frequentiegebied van 0,3 tot 10 GHz en voor plaatselijke blootstelling van het hoofd, ter vermijding en beperking van effecten op het gehoor die veroorzaakt worden door thermo-elastische uitzetting, een extra basisrestrictie aanbevolen. Deze is dat de SA niet meer dan 2 mJ kg⁻¹ gemiddeld over 10 g weefsel mag bedragen.
-

BIJLAGE III

REFERENTIELEVELS

Referentieniveaus voor blootstelling worden gegeven om vergelijkingen met de waarden van gemeten grootheden mogelijk te maken. Worden alle aanbevolen referentieniveaus in acht genomen, dan wordt ook aan de basisrestricties voldaan.

Als de gemeten waarden hoger zijn, behoeft dat nog niet te betekenen dat ook de basisrestricties zijn overschreden. In dat geval dient een evaluatie plaats te vinden om uit te maken of de blootstellingsniveau beneden de basisrestricties liggen.

De referentieniveaus voor het beperken van de blootstelling worden verkregen uit de basisrestricties voor maximale koppeling van het veld met de blootgestelde persoon, waardoor maximale bescherming wordt bereikt. In de tabellen 2 en 3 wordt een overzicht gegeven van de referentieniveaus. De referentieniveaus zijn meestal ruimtelijk gemiddelde waarden over het hele lichaam van de blootgestelde persoon, echter onder de belangrijke voorwaarde dat de plaatselijke basisrestricties op de blootstelling niet worden overschreden.

In bepaalde situaties waarin de blootstelling sterk plaatselijk is, zoals bij draagbare telefoons en het menselijk hoofd, is het gebruik van referentieniveaus niet geschikt. In dergelijke gevallen dient rechtstreeks nagegaan te worden of de plaatselijke basisrestrictie wordt nageleefd.

Veldniveaus

Tabel 2

**Referentieniveaus voor elektrische, magnetische en elektromagnetische velden
(0 Hz-300 GHz, ongestoorde middelbare waarden)**

Frequentiegebied	E-veldsterkte (V/m)	H-veldsterkte (A/m)	B-veld (μ T)	Equivalent vermogensdichtheid voor vlakke golven S_{eq} (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Opmerkingen:

- f zoals aangegeven in de kolom van het frequentiegebied.
- Voor frequenties tussen 100 kHz en 10 GHz moeten S_{eq} , E^2 , H^2 en B^2 over een willekeurige periode van zes minuten worden gemiddeld.
- Voor frequenties boven 10 GHz moeten S_{eq} , E^2 , H^2 en B^2 worden gemiddeld over een willekeurige periode van $68/f^{1,05}$ -minuten (f in GHz).
- Voor frequenties < 1 Hz, die in feite statische elektrische velden zijn, wordt geen E-veldwaarde gegeven. De meeste mensen ervaren elektrische oppervlakteladingen bij een elektrische veldsterkte van minder dan 25 kV/m niet als hinderlijk. Vonkontladingen die stress of hinder veroorzaken, dienen te worden vermeden.

Opmerking

Er worden geen hogere referentieniveaus voor blootstelling aan ELF-velden bepaald wanneer het om blootstellingen van korte duur gaat (zie tabel 1, opmerking 2). Wanneer de gemeten waarden het referentieniveau overschrijden, betekent dat in vele gevallen niet noodzakelijkerwijs dat de basisrestrictie is overschreden. Wanneer schadelijke gevolgen voor de gezondheid van indirecte blootstellingseffecten (zoals microschokken) kunnen worden voorkomen, mogen de referentieniveaus voor de bevolking worden overschreden op voorwaarde dat de basisrestrictie betreffende de stroomdichtheid niet wordt overschreden. In de praktijk zullen externe ELF-velden op de referentieniveaus in vele gevallen van blootstelling stroomdichtheden in het weefsel van het centraal zenuwstelsel induceren die onder de basisrestricties liggen. Voorts induceren een aantal courante apparaten plaatselijke velden die boven de referentieniveaus liggen. Bij dergelijke blootstellingen worden de basisrestricties echter meestal niet overschreden wegens de zwakke koppeling tussen het veld en het lichaam.

Voor de piekwaarden gelden voor de E-veldsterkte (V/m), de H-veldsterkte (A/m) en het B-veld (μT) de volgende referentieniveaus:

- voor frequenties tot 100 kHz worden de piekreferentiewaarden verkregen door de overeenkomstige rms-waarden te vermenigvuldigen met $\sqrt{2}$ (~1,414). Voor pulsen met een duur van t_p dient de toe te passen equivalente frequentie te worden berekend als $f = 1/(2t_p)$;
- voor frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz worden de piekreferentiewaarden verkregen door de desbetreffende rms-waarden te vermenigvuldigen met 10^α , waarin $\alpha = [0,665 \log(f/10^3) + 0,176]$; f in Hz
- voor frequenties tussen 10 MHz en 300 GHz worden de piekreferentiewaarden verkregen door de desbetreffende rms-waarden te vermenigvuldigen met 32.

Opmerking

Algemeen gezien bestaan er, wat gepulseerde en/of transiënte velden bij lage frequenties betreft, frequentieafhankelijke basisrestricties en referentieniveaus die als basis kunnen dienen voor een gevarenbeoordeling en voor blootstellingrichtsnoeren inzake gepulseerde en/of transiënte bronnen. Een behoedzame aanpak bestaat erin dat een gepulseerd of transiënt EMF-sigitaal wordt weergegeven als een Fourier-spectrum van de onderdelen ervan in elk frequentiebereik, dat dan wordt vergeleken met de referentieniveaus voor die frequenties. De sommatieformules voor de gelijktijdige blootstelling aan velden van verschillende frequenties kunnen eveneens worden toegepast om na te gaan of de basisrestricties in acht worden genomen.

Hoewel slechts weinig gegevens beschikbaar zijn over de relatie tussen biologische effecten en de piekwaarden van gepulseerde velden, wordt voorgesteld voor frequenties van meer dan 10 MHz de S_{eq} als gemiddeld over de pulsbreedte niet meer te laten bedragen dan 1 000 maal de referentieniveaus of de veldsterktes niet groter te laten zijn dan 32 maal de referentieniveaus voor de velden. Voor frequenties tussen circa 0,3 GHz en enkele GHz, alsmede voor plaatselijke blootstelling van het hoofd, moet de specifieke absorptie van de pulsen worden beperkt, teneinde gehooreffecten als gevolg van thermo-elastische uitzetting te beperken of te voorkomen. In dit frequentiegebied komt voor 30- μs pulsen de SA-drempelwaarde van 4-16 mJ kg^{-1} voor dit effect overeen met SAT-piekwaarden van 130-520 W kg^{-1} in de hersenen. Tussen 100 kHz en 10 MHz worden de piekwaarden voor de veldsterktes verkregen door interpolatie van de 1,5-voudige piek bij 100 kHz tot de 32-voudige piek bij 10 MHz.

Contactstromen en elektrische stromen in extremiteiten

Voor frequenties tot 110 MHz worden aanvullende referentieniveaus aanbevolen om gevaren als gevolg van contactstromen te vermijden. In tabel 3 zijn de referentieniveaus voor contactstroom opgenomen. Bij de vaststelling van de referentieniveaus voor contactstroom is rekening gehouden met het feit dat de drempelcontactstromen die biologische reacties uitlokken bij volwassen vrouwen en kinderen ongeveer tweederde respectievelijk de helft bedragen van die bij volwassen mannen.

Tabel 3

**Referentieniveaus voor de contactstroom van geleidende voorwerpen
(f in kHz)**

Frequentiegebied	Maximale contactstroom (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 KHz-100 kHz	0,2 f
100 KHz-110 MHz	20

Voor het frequentiegebied 10 MHz tot 110 MHz wordt een referentieniveau aanbevolen van 45 mA wat betreft de stroom door één van de extremiteiten. Dit is bedoeld om het plaatselijke SAT over een willekeurige periode van zes minuten te beperken.

BIJLAGE IV

BLOOTSTELLING UIT BRONNEN MET VERSCHILLENDE FREQUENTIES

In situaties waarin zich een gelijktijdige blootstelling voordoet aan velden van verschillende frequenties, moet de mogelijkheid worden overwogen dat deze blootstellingen wat hun gevolgen betreft additief zijn. Voor elk effect afzonderlijk dienen berekeningen op basis van een dergelijke additiviteit te worden uitgevoerd; aldus moeten afzonderlijke berekeningen worden gemaakt voor thermische en elektrische stimulatie-effecten op het lichaam.

Basisrestricties

In geval van gelijktijdige blootstelling aan velden van verschillende frequenties dient wat de basisrestricties betreft aan de volgende eisen te worden voldaan.

Voor de elektrische stimulering voor frequenties van 1 Hz tot 10 MHz dienen de geïnduceerde stroomdichtheden te worden gesommeerd overeenkomstig:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

Voor de thermische effecten vanaf 100 kHz dienen de specifieke energieabsorptietempo's en de vermogensdichtheden te worden gesommeerd overeenkomstig:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ GHz}} \frac{\text{SAT}_i}{\text{SAT}_L} + \sum_{i>10 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

waarin

J_i de stroomdichtheid bij frequentie i is,

$J_{L,i}$ de basisrestrictie voor de stroomdichtheid bij frequentie i is, zoals gegeven in tabel 1;

SAT_i het SAT is, veroorzaakt door blootstelling bij frequentie i ;

SAT_L de basisrestrictie is voor het SAT, zoals gegeven in tabel 1;

S_i de vermogensdichtheid bij frequentie i is;

S_L de basisrestrictie voor de vermogensdichtheid is, zoals gegeven in tabel 1.

Referentieniveaus

Voor de toepassing van de basisrestricties dienen onderstaande criteria betreffende de referentieniveaus voor de veldsterktes te worden toegepast.

Bij geïnduceerde stroomdichtheden en elektrische stimulatie-effecten tot 10 MHz dienen aan de veldniveaus onderstaande twee eisen te worden gesteld:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

en

$$\sum_{j=1}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

waarin

E_i de elektrische veldsterkte bij frequentie i is;

$E_{L,i}$ het referentieniveau voor de elektrische veldsterkte uit tabel 2 is;

H_j de magnetische veldsterkte bij frequentie j is;

$H_{L,j}$ het referentieniveau voor de magnetische veldsterkte uit tabel 2 is;

a 87 V/m is en b 5 A/m (6,25 μ T) is.

Vergeleken met de richtsnoeren van de ICNIRP ⁽¹⁾, die betrekking hebben op de blootstelling zowel in het beroep als van de bevolking, komen de afkappunten in de sommaties overeen met de blootstellingomstandigheden van de individuen.

Het gebruik van de constante waarden (a en b) boven 1 MHz voor het elektrisch veld en boven 150 kHz voor het magnetisch veld is een gevolg van het feit dat de sommatie gebaseerd is op geïnduceerde stroomdichtheden en niet mag worden vermengd met thermische effectomstandigheden. Dit laatste vormt de basis voor $E_{L,i}$ en $H_{L,j}$ boven respectievelijk 1 MHz en 150 kHz, zoals vermeld in tabel 2.

Bij thermische effectomstandigheden vanaf 100 kHz dienen onderstaande twee eisen te worden gesteld aan de veldniveaus:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i > 1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j > 150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

waarin

E_i de elektrische veldsterkte bij frequentie i is;

$E_{L,i}$ het referentieniveau voor elektrische velden uit tabel 2 is;

H_j de magnetische veldsterkte bij frequentie j is;

$H_{L,j}$ het referentieniveau voor magnetische velden is, afgeleid uit tabel 2;

c $87/f^{1/2}$ V/m is en d $0,73/f$ A/m.

Ook hier zijn in vergelijking met de richtsnoeren van de ICNIRP enige afkappunten aangepast in verband met blootstelling van de bevolking alleen.

⁽¹⁾ International Commission on Non-Ionising Radiation Protection. Guidelines for Limiting exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4): 494-522(1998).
Response to Questions and Comments on ICNIRP. Health Physics 75(4): 438-439 (1998).

Voor respectievelijk de elektrische stroom in extremiteiten en de contactstroom dient aan onderstaande eisen te worden voldaan:

$$\sum_{k=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \qquad \sum_{n > 1 \text{ Hz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1$$

waarin

I_k de extremiteitenstroomcomponent bij frequentie k is;

$I_{L,k}$ het referentieniveau voor de extremiteitenstroom, 45 mA is;

I_n de contactstroomcomponent bij frequentie n is;

$I_{C,n}$ het referentieniveau voor contactstroom bij frequentie n is (zie tabel 3).

In de bovenstaande sommaties is uitgegaan van het slechtst mogelijke scenario voor de omstandigheden onder de velden van de verschillende bronnen. Dientengevolge kunnen typische blootstellingsituaties in de praktijk resulteren in minder restrictieve blootstellingsniveaus dan door de bovenstaande formules voor de referentieniveaus wordt aangegeven.