

## II

(Retsakter hvis offentliggørelse ikke er obligatorisk)

## RÅDET

## RÅDETS HENSTILLING

af 12. juli 1999

om begrænsning af befolkningens eksponering for elektromagnetiske felter (0 Hz-300 GHz)

(1999/519/EF)

RÅDET FOR DEN EUROPÆISKE UNION,

under henvisning til traktaten om oprettelse af Det Europæiske Fællesskab, særlig artikel 152, stk. 4, andet afsnit,

som henviser til forslag fra Kommissionen,

som henviser til udtalelse fra Europa-Parlamentet <sup>(1)</sup>, og

som tager følgende i betragtning:

- (1) Ifølge traktatens artikel 3, litra p), skal Fællesskabets virke indebære et bidrag til opnåelse af et højt sundhedsbeskyttelsesniveau; traktaten indeholder endvidere bestemmelser om beskyttelse af arbejdstagernes og forbrugernes sundhed;
- (2) Europa-Parlamentet opfordrede i sin beslutning af 5. maj 1994 om bekæmpelse af gener i forbindelse med ikke-ioniserende stråling <sup>(2)</sup> Kommissionen til at foreslå forskriftsmæssige foranstaltninger, der tager sigte på at begrænse arbejdstagernes og befolkningens eksponering for ikke-ioniserende stråling;
- (3) der findes minimumsforskrifter i Fællesskabet for beskyttelse af arbejdstageres sikkerhed og sundhed for så vidt angår elektromagnetiske felter i forbindelse med arbejde ved skærmterminaler <sup>(3)</sup>; der er iværksat foranstaltninger til forbedring af sikkerheden og sundheden under arbejdet for arbejdstagere, som er gravide, som lige har født, eller som ammer <sup>(4)</sup>, ifølge hvilke arbejdsgiverne bl.a. har pligt til at vurdere aktiviteter, der indebærer en særlig risiko for eksponering for ikke-ioniserende stråling; der er stillet forslag til minimumsforskrifter for

beskyttelse af arbejdstagere mod fysiske agenser <sup>(5)</sup>, som omfatter foranstaltninger mod ikke-ioniserende stråling; denne henstilling omhandler derfor ikke beskyttelse af arbejdstagere mod eksponering for elektromagnetiske felter på arbejdsstedet;

- (4) befolkningen i Fællesskabet skal beskyttes mod kendte sundhedsskadelige virkninger, der kan skyldes eksponering for elektromagnetiske felter;
- (5) foranstaltninger vedrørende elektromagnetiske felter bør sikre alle Fællesskabets borgere et højt beskyttelsesniveau; medlemsstaternes bestemmelser på området bør tage udgangspunkt i alment accepterede rammer for at bidrage til at sikre en ensartet beskyttelse i hele Fællesskabet;
- (6) ifølge subsidiaritetsprincippet kan nye foranstaltninger på et område, der ikke hører ind under Fællesskabets enekompetence, f.eks. beskyttelse af befolkningen mod ikke-ioniserende stråling, kun træffes af Fællesskabet, hvis målene for den påtænkte handling på grund af dennes omfang eller virkninger bedre kan gennemføres af Fællesskabet end af medlemsstaterne;
- (7) foranstaltninger til begrænsning af befolkningens eksponering for elektromagnetiske felter bør afvejes mod de sundheds- og sikkerhedsmæssige fordele, som apparater, der fremkalder elektromagnetiske felter, i øvrigt har for livskvaliteten inden for områder som telekommunikation, energi og offentlig sikkerhed;

<sup>(1)</sup> EFT C 175 af 21.6.1999.

<sup>(2)</sup> EFT C 205 af 25.7.1994, s. 439.

<sup>(3)</sup> EFT L 156 af 21.6.1990, s. 14.

<sup>(4)</sup> EFT L 348 af 28.11.1992, s. 1.

<sup>(5)</sup> EFT C 77 af 18.3.1993, 12, og EFT C 230 af 19.8.1994, s.3.

- (8) der er behov for, at der i henstillinger fra Rådet til medlemsstaterne fastsættes fællesskabsrammer for eksponering for elektromagnetiske felter med det formål at beskytte befolkningen;
- (9) målet med denne henstilling er at beskytte befolkningens sundhed, og henstillingen gælder derfor navnlig for steder, hvor enkeltpersoner opholder sig i væsentlig tid set i forhold til de virkninger, denne henstilling omfatter;
- (10) fællesskabsrammerne, som henviser til den foreliggende omfattende videnskabelige dokumentation, skal baseres på bedste foreliggende videnskabelige data og rådgivning på området og bør omfatte basisrestriktioner og referenceniveauer for eksponering for elektromagnetiske felter, idet der gøres opmærksom på, at kun kendte virkninger er lagt til grund for de anbefalede eksponeringsgrænser; International Commission on Non-Ionising Radiation Protection (ICNIRP) har rådgivet om dette spørgsmål, og Den Videnskabelige Styringskomité i Kommissionen har givet sin tilslutning til denne rådgivning; fællesskabsrammerne skal med jævne mellemrum revideres og vurderes på grundlag af ny viden og udviklingen inden for teknologi og anvendelse af kilder og praksis vedrørende anvendelsen, som giver anledning til eksponering for elektromagnetiske felter;
- (11) sådanne basisrestriktioner og referenceniveauer bør gælde for al stråling fra elektromagnetiske felter, undtagen optisk stråling og ioniserende stråling; for så vidt angår optisk stråling er der fortsat behov for, at den relevante videnskabelige information og rådgivning overvejes; for så vidt angår ioniserende stråling findes der i forvejen fællesskabsbestemmelser;
- (12) med henblik på vurdering af overholdelsen af basisrestriktionerne i denne henstilling bør de nationale og europæiske standardiseringsorganer (f.eks. Cenelec og CEN) tilskyndes til at udarbejde standarder for konstruktion og afprøvning af udstyr inden for rammerne af Fællesskabets bestemmelser;
- (13) tilslutning til de anbefalede restriktioner og referenceniveauer bør sikre et højt beskyttelsesniveau vedrørende kendte sundhedseffekter, der kan skyldes eksponering for elektromagnetiske felter, men udelukker ikke nødvendigvis interferens med eller påvirkning af funktionen af medicinsk udstyr, såsom metalproteser, pacemakere og defibrillatorer, øresneglsimplantater og andre implantater; der kan opstå interferens med pacemakere ved niveauer, som ligger under de anbefalede referenceniveauer, og der bør derfor træffes forholdsregler, som dog ligger uden for denne henstillings anvendelsesområde, men er omfattet af lovgivningen om elektromagnetisk kompatibilitet og medicinsk udstyr;
- (14) i overensstemmelse med proportionalitetsprincippet omfatter denne henstilling generelle principper og metoder vedrørende beskyttelse af enkeltpersoner, mens det er medlemsstaternes opgave at fastsætte nærmere regler for kilder og praksis vedrørende anvendelsen, der kan medføre eksponering for elektromagnetiske felter, og afgøre, om eksponeringsforholdene for enkeltpersoner er erhvervsrelaterede i overensstemmelse med fællesskabsbestemmelserne om beskyttelse af arbejdsta- geres sikkerhed og sundhed;
- (15) medlemsstaterne kan i overensstemmelse med traktaten fastsætte et højere beskyttelsesniveau end det, der er fastsat i denne henstilling;
- (16) der bør på nationalt plan og på fællesskabsplan udarbejdes rapporter om medlemsstaternes foranstaltninger på området, uanset om de er bindende, og om hvordan der er taget hensyn til denne henstilling;
- (17) for at øge opmærksomheden for risici ved og beskyttelsesforanstaltninger mod elektromagnetiske felter bør medlemsstaterne fremme oplysning og praktisk vejledning på området, navnlig med hensyn til udformning, montering eller anvendelse af udstyr med henblik på at opnå, at eksponeringsniveauerne ikke overstiger de anbefalede restriktioner;
- (18) der bør lægges vægt på at opnå kommunikation og forståelse af risici i forbindelse med eksponering for elektromagnetiske felter under hensyntagen til befolkningens opfattelse af sådanne risici;
- (19) medlemsstaterne bør tage hensyn til de fremskridt, der er sket inden for videnskabelig viden og teknologi med hensyn til beskyttelse mod ikke-ioniserende stråling, idet der tages hensyn til sikkerhedsaspektet, og de bør jævnligt gennemføre undersøgelse og kontrol ved med jævne mellemrum at foretage en vurdering på grundlag af retningslinjer fra kompetente internationale organisationer som f.eks. International Commission on Non-Ionising Radiation Protection,

## HENSTILLER:

- I. at medlemsstaterne i forbindelse med denne henstilling tillægger de fysiske størrelser, der er omhandlet i bilag I, punkt A, den værdi, der er fastlagt deri,
- II. at medlemsstaterne med henblik på at sikre et højt niveau for sundhedsbeskyttelse mod eksponering for elektromagnetiske felter:
  - a) vedtager en ramme for basisrestriktioner og referenceniveauer på grundlag af bilag I, punkt B
  - b) i overensstemmelse med denne ramme træffer foranstaltninger med hensyn til kilder og praksis vedrørende anvendelsen, der medfører, at befolkningen eksponeres for elektromagnetiske felter over længere eksponeringstid, med undtagelse af eksponering i medicinsk øjemed, hvor farerne og fordelene ved en eksponering, som overstiger basisrestriktionerne, må afvejes
  - c) søger at sikre overholdelse af de basisrestriktioner, der er omhandlet i bilag II, med hensyn til befolkningens eksponering,

- III. at medlemsstaterne for at lette og fremme overholdelse af basisrestriktionerne i bilag II:
- a) tager hensyn til de referenceniveauer, der er omhandlet i bilag III, vedrørende vurdering af eksponering eller, hvor sådanne findes, til europæiske eller nationale standarder, der er baseret på aftalte, videnskabeligt beviste måle- og beregningsmetoder til vurdering af overensstemmelse med basisrestriktionerne, i det omfang de er anerkendt af medlemsstaten
  - b) i overensstemmelse med formlerne i bilag IV foretager en vurdering af forhold, hvor der er tale om kilder med mere end én frekvens, med hensyn til både basisrestriktioner og referenceniveauer
  - c) hvor det er relevant, kan tage hensyn til andre kriterier såsom eksponeringens varighed, hvilke dele af kroppen der eksponeres, alder og befolkningens sundhedsstatus,
- IV. at medlemsstaterne overvejer både farer og fordele i forbindelse med beslutningen om, hvorvidt der skal træffes foranstaltninger i henhold til denne henstilling, når de fastlægger politikker eller vedtager foranstaltninger vedrørende enkeltpersoners eksponering for elektromagnetiske felter,
- V. at medlemsstaterne med henblik på at øge kendskabet til risici og beskyttelse mod eksponering for elektromagnetiske felter informerer befolkningen på en relevant måde om elektromagnetiske felters sundhedseffekt og om forholdsregler herimod,
- VI. at medlemsstaterne med henblik på at øge kendskabet til elektromagnetiske felters sundhedseffekt fremmer og skaffer overblik over forskning i elektromagnetiske felter og menneskers sundhed som led i de nationale forskningsprogrammer under hensyntagen til anbefalingerne og forskningsindsatsen på fællesskabsplan og på internationalt plan fra flest mulige kilder,
- VII. at medlemsstaterne med henblik på at bidrage til, at der etableres et sammenhængende system til beskyttelse mod risici for eksponering for elektromagnetiske felter, udarbejder rapporter om de erfaringer, der er indhentet med de foranstaltninger, de træffer på området i henhold til denne henstilling, og forelægger dem for Kommissionen efter en periode på tre år efter vedtagelsen af denne henstilling med angivelse af, hvordan der i foranstaltningerne er taget hensyn til henstillingen,

OPFORDERER Kommissionen til

- 1) at arbejde hen imod opstilling af europæiske standarder som omhandlet i punkt III, litra a), herunder beregnings- og målemetoder
- 2) at tilskynde til forskning i virkninger på lang og på kort sigt af eksponering for elektromagnetiske felter ved alle relevante frekvenser i forbindelse med gennemførelsen af det gældende rammeprogram for forskning
- 3) fortsat at deltage i arbejdet i internationale organisationer, der er kompetente på dette område, og fremme opnåelse af international enighed om retningslinjer og rådgivning vedrørende beskyttelses- og forebyggelsesforanstaltninger
- 4) at være opmærksom på de spørgsmål, denne henstilling omhandler, med henblik på at ændre og ajourføre henstillingen, også under hensyntagen til eventuelle virkninger, som der i øjeblikket forskes i, herunder relevante aspekter vedrørende sikkerhed, og inden fem år at udarbejde en rapport på grundlag af medlemsstaternes rapporter samt de seneste videnskabelige data og vejledninger.

Udfærdiget i Bruxelles, den 12. juli 1999.

På Rådets vegne  
S. NIINISTÖ  
Formand

## BILAG I

## DEFINITIONER

I henstillingen omfatter begrebet »elektromagnetiske felter« stative felter, ekstremt lavfrekvente felter (ELF) og højfrekvente felter (radiofrekvenser (RF)), herunder mikrobølger, inden for frekvensområdet 0 Hz-300 GHz.

## A. FYSISKE STØRRELSER

I forbindelse med eksponering for elektromagnetiske felter anvendes der normalt otte fysiske størrelser:

*Kontaktstrøm (I<sub>c</sub>)* mellem et menneske og en genstand udtrykkes i ampere (A). En ledende genstand i et elektrisk felt kan lades af feltet.

*Strømtæthed (J)* defineres som den strøm, der går gennem tværsnittet af en enhed vinkelret på udbredelsesretningen i en leder med en vis udstrækning, som f.eks. det menneskelige legeme eller dele heraf, udtrykt i ampere pr. kvadratmeter (A/m<sup>2</sup>).

*Elektrisk feltstyrke* er en vektorstørrelse (E), der svarer til den kraft, der virker på en ladet partikel uafhængigt af dens rumlige bevægelse. Den udtrykkes i volt pr. meter (V/m).

*Magnetisk feltstyrke* er en vektorstørrelse (H), der sammen med den magnetiske fluxtæthed kendetegner et magnetisk felt i et hvilket som helst punkt i rummet. Den udtrykkes i ampere pr. meter (A/m).

*Magnetisk fluxtæthed* er en vektorstørrelse (B), der svarer til den kraft, der virker på ladninger i bevægelse; den udtrykkes i tesla (T). I frit rum og i biologisk materiale kan magnetisk fluxtæthed og magnetisk feltstyrke omregnes til hinanden ved hjælp af ligningen

$$1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.}$$

*Effektæthed (S)* er den relevante størrelse, der anvendes ved meget høje frekvenser, hvor der er lav indtrængningsdybde i kroppen. Der er tale om strålingseffekten vinkelret på en overflade divideret med overfladens areal, og den udtrykkes i watt pr. kvadratmeter (W/m<sup>2</sup>).

*Specifik energiabsorption (SA)* defineres som den energi, der absorberes pr. masseenhed af biologisk væv, udtrykt i joule pr. kilogram (J/kg). I henstillingen anvendes begrebet til at reducere ikke-termiske virkninger fra pulserende mikrobølgestråling.

*Specifik energiabsorptions hastighed (SAR)* som gennemsnit for hele kroppen eller for dele af kroppen defineres som den hastighed, hvormed energi absorberes pr. masseenhed af biologisk væv, udtrykt i watt pr. kilogram (W/kg). Helkrops-SAR er bredt accepteret som mål for skadelige termiske effekter ved eksponering for højfrekvente felter. Ud over den gennemsnitlige helkrops-SAR er det nødvendigt med lokale SAR-værdier med henblik på at vurdere og begrænse for stor afsættelse af energi i mindre dele af kroppen som følge af særlige eksponeringsforhold. Sådanne forhold kan f.eks. være en jordforbundet person eksponeret for radiobølger i det lave MHz-område og eksponerede personer i nærheden af en antenne.

Blandt disse størrelser kan magnetisk fluxtæthed, kontaktstrøm, elektrisk og magnetisk feltstyrke og effektæthed måles direkte.

## B. BASISRESTRIKTIONER OG REFERENCENIVEAUER

Når restriktioner baseret på en vurdering af elektromagnetiske felters mulige sundhedseffekter skal anvendes, bør der skelnes mellem basisrestriktioner og referenceniveauer.

**Note:**

Disse basisrestriktioner og referenceniveauer for begrænsning af eksponering er udarbejdet efter en grundig gennemgang af al videnskabelig litteratur, der er offentliggjort. De kriterier, der blev anvendt under gennemgangen, var udformet med henblik på at evaluere troværdigheden af de forskellige anførte resultater; kun velunderbyggede virkninger blev anvendt som grundlag for de foreslåede eksponeringsrestriktioner. Det blev ikke anset for at være fastslået, at kræft kan skyldes langsigtet eksponering for elektromagnetiske felter. Da der imidlertid er sikkerhedsfaktorer på omkring 50 mellem tærskelværdierne for akutte virkninger og basisrestriktionerne, dækker henstillingen implicit eventuelle langsigtede virkninger inden for hele frekvensområdet.

*Basisrestriktioner.* Restriktioner vedrørende eksponering for tidsvarierende elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felter, der er baseret direkte på konstaterede helbredsvirkninger og biologiske overvejelser, benævnes »basisrestriktioner«. Afhængigt af feltets frekvens specificeres restriktionerne ved hjælp af de fysiske størrelser magnetisk fluxtæthed (B), strømtæthed (J), specifik energiabsorptions hastighed (SAR), og effektæthed (S). Magnetisk fluxtæthed og effektæthed kan umiddelbart måles hos eksponerede personer.

*Referenceniveauer.* Referenceniveauerne anvendes ved vurdering i praksis af eksponering med henblik på at afgøre, om der er mulighed for, at basisrestriktionerne overskrides. Nogle referenceniveauer er afledt fra relevante basisrestriktioner ved hjælp af målinger og/eller beregningsmetoder, andre vedrører perception og skadelige indirekte virkninger af eksponering for elektromagnetiske felter. De afledte størrelser er elektrisk feltstyrke (E), magnetisk feltstyrke (H), magnetisk fluxtæthed (B), effektæthed (S) og strøm på lemmer ( $I_l$ ). Størrelser, der vedrører perception og andre indirekte virkninger er (kontakt-)strøm ( $I_c$ ) og, for pulserende felter, specifik energiabsorption (SA). I en givet eksponeringssituation kan målte eller beregnede værdier af de enkelte størrelser sammenlignes med det relevante referenceniveau. Overholdelse af referenceniveauet sikrer overholdelse af basisrestriktionen. Selv om den målte værdi overstiger referenceniveauet, indebærer det ikke nødvendigvis, at basisrestriktionen overskrides. Det skal dog i sådanne tilfælde fastslås, om basisrestriktionen er overholdt.

Henstillingen indeholder ikke kvantitative restriktioner vedrørende statiske elektriske felter. Det anbefales dog, at generende perception af elektriske overfladeladninger og gnistudladninger, der forårsager stress og virker generende, undgås.

Nogle størrelser, f.eks. magnetisk fluxtæthed (B) og effektæthed (S), anvendes ved visse frekvenser som såvel basisrestriktioner som referenceniveauer (jf. bilag II og III).

---

## BILAG II

## BASISRESTRIKTIONER

Afhængigt af frekvens anvendes følgende fysiske størrelse (dosimetrisk/eksposimetrisk størrelse) til at angive basisrestriktioner vedrørende elektromagnetiske felter:

- Mellem 0 og 1 Hz fastsættes der basisrestriktioner vedrørende magnetisk fluxtæthed for statiske magnetiske felter (0 Hz) og strømtæthed for tidsvarierende felter indtil 1 Hz med henblik på at undgå virkninger for hjerte-kar- og centralnervesystemet.
- Mellem 1 Hz og 10 MHz fastsættes der basisrestriktioner vedrørende strømtæthed med henblik på at undgå virkninger for nervesystemets funktioner.
- Mellem 100 Hz og 10 GHz fastsættes der basisrestriktioner vedrørende SAR med henblik på at undgå helkropsvarmestress og lokal opvarmning af væv. I frekvensområder 100 kHz-10 MHz fastsættes der restriktioner vedrørende såvel strømtæthed som SAR.
- Mellem 10 GHz og 300 GHz fastsættes der basisrestriktioner vedrørende strømtæthed med henblik på at undgå opvarmning af væv på eller nær kroppens overflade.

Basisrestriktionerne, jf. tabel 1, fastlægges således, at der tages højde for usikkerhedsmomenter i forbindelse med særligt følsomme personer og miljøforhold og for, at befolkningens alder og sundhedstilstand varierer.

Tabel 1

**Basisrestriktioner for elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felter  
(0 Hz-300 GHz)**

Frekvensområde	Magnetisk fluxtæthed (mT)	Strømtæthed (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	Gennemsnitlig helkrops-SAR (W/kg)	Lokal SAR (hoved og krop) (W/kg)	Lokal SAR (lemmer) (W/kg)	Effekt-tæthed, S (W/m <sup>2</sup> )
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

**Bemærkninger**

1.  $f$  er frekvensen i Hz.
2. Basisrestriktionen for strømtæthed har til formål at beskytte mod akutte følger af eksponeringen for centralnervesystemets væv i hoved og krop, og den har en indbygget sikkerhedsfaktor. Basisrestriktionerne for ELF er baseret på kendte negative virkninger på centralnervesystemet. Sådanne akutte virkninger er hovedsagelig af momentan karakter, og der er ikke noget videnskabeligt belæg for at ændre basisrestriktionerne for kortvarig eksponering. Da basisrestriktionen imidlertid refererer til negative virkninger på centralnervesystemet, tillader denne basisrestriktion eventuelt højere strømtætheder i andet biologisk væv end centralnervesystemet under samme eksponeringsbetingelser.
3. På grund af kroppens elektriske heterogenitet beregnes strømtæthed som middelværdier i et tværsnit på 1 cm<sup>2</sup> vinkelret på udbredelsesretningen.

4. Ved frekvenser på op til 100 kHz kan spidsværdierne for strømtætheden beregnes ved at gange rms-værdien med  $\sqrt{2}$  ( $\sim 1,414$ ). Ved pulser af varighed  $t_p$  bør den tilsvarende frekvens, der skal anvendes i basisrestriktionerne, beregnes som  $f = 1/(2t_p)$ .
  5. Ved frekvenser på op til 100 kHz og ved pulserende magnetiske felter kan den maksimale strømtæthed i forbindelse med pulserne beregnes ud fra stige-/faldetiderne og den magnetiske fluxtætheds maksimale ændringshastighed. Den inducerede strømtæthed kan derefter sammenlignes med den relevante basisrestriktion.
  6. Alle SAR-værdier beregnes som middelværdi for en 6-minutters periode.
  7. Lokal SAR beregnes som middelværdi i en masse af 10 g sammenhængende væv; den deraf følgende maksimale SAR bør være den værdi, der anvendes ved vurdering af eksponering. Disse 10 g væv skal være en masse af sammenhængende væv med næsten homogene elektriske egenskaber. Når man præciserer, at det er en sammenhængende vævsmasse, erkendes det, at dette begreb kan anvendes inden for elektronisk dosimetri, men kan være problematisk i forbindelse med direkte fysiske målinger. En enkel form som f.eks. kubisk vævsmasse kan bruges, forudsat at de beregnede dosimetrisk mængder har forsigtige værdier i forhold til eksponeringsretningslinjerne.
  8. Ved pulser af varighed  $t_p$  bør den tilsvarende frekvens, der skal anvendes i basisrestriktionerne, beregnes som  $f = 1/(2t_p)$ . Endvidere anbefales en supplerende basisrestriktion ved pulseksponering i frekvensområdet 0,3-10 GHz og ved lokal eksponering af hovedet med henblik på at begrænse og undgå virkninger for hørelsen som følge af termoelastisk udvidelse. SA bør således ikke overstige  $2 \text{ mJ kg}^{-1}$  som middelværdi i en masse af 10 g væv.
-

## BILAG III

## REFERENCENIVEAUER

Der fastsættes referenceniveauer for eksponering, for at der kan foretages sammenligning med værdier for målte størrelser. Overholdelse af alle anbefalede referenceniveauer sikrer overholdelse af basisrestriktionerne.

Selv om de målte værdier ligger højere end referenceniveauerne, indebærer det ikke nødvendigvis, at basisrestriktionerne overskrides. I dette tilfælde bør der foretages en vurdering af, om eksponeringsniveauet ligger under basisrestriktionerne.

Maksimal beskyttelse opnås ved, at referenceniveauerne for begrænsning af eksponering fastlægges på grundlag af basisrestriktionerne ved feltets maksimale kobling til den eksponerede person. En oversigt over referenceniveauerne findes i tabel 2 og 3. Referenceniveauerne skal generelt være rumligt beregnede middelværdier for hele den eksponerede persons krop, men med det vigtige forbehold, at de lokale basisrestriktioner ikke overskrides.

Under visse forhold, hvor eksponeringen er stærkt lokaliseret, f.eks. ved håndholdte telefoner i forhold til hovedet, er det ikke relevant at anvende referenceniveauer. I sådanne tilfælde foretages der en direkte vurdering af, om den lokaliserede basisrestriktion er overholdt.

Niveauer for felter

Tabel 2

**Referenceniveauer for elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felter  
(0 Hz-300 GHz, uperturberede rms-værdier)**

Frekvensområde	Elektrisk feltstyrke E (V/m)	Magnetisk feltstyrke H (A/m)	Magnetisk fluxtæthed (B) (μT)	Tilsvarende planbølge-effektæthed $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
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

**Bemærkninger:**

1.  $f$  som anført i frekvensområdekolonnen.
2. Ved frekvenser mellem 100 kHz og 10 GHz skal  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  og  $B^2$  beregnes som middelværdier for en 6-minutters periode.
3. Ved frekvenser over 10 GHz skal  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  og  $B^2$  beregnes som middelværdier for en  $68/f^{1,05}$  -minutters periode ( $f$  i GHz).
4. Der fastsættes ingen E-værdi for frekvenser på <1 Hz, som er faktiske statiske elektriske felter. For de fleste personer opstår generende perception af elektriske overfladeladninger ikke ved feltstyrker på under 25 kV/m. Gnistudladninger, der forårsager belastning og gener, bør undgås.



**Bemærkning:**

Der fastsættes ikke højere referenceniveauer for eksponering for ELF-felter, når eksponeringen er kortvarig (jf. tabel 1, note 2). I mange tilfælde, hvor de målte værdier overstiger referenceniveauet, følger det ikke nødvendigvis, at basisrestriktionen overskrides. Forudsat at de negative helbredsvirkninger af indirekte følger af eksponering (som f.eks. mikrochok) kan undgås, erkendes det, at de referenceniveauer, der er fastsat for almenbefolkningen, kan overskrides, forudsat at basisrestriktionen for strømtæthed ikke overskrides. I mange praktiske eksponeringssituationer vil ydre ELF-felter på referenceniveauerne forårsage strømtætheder i centralnervesystemets væv, som ligger under basisrestriktionerne. Det erkendes også, at en række almindelige anordninger udsender lokalt afgrænsede felter, som overstiger referenceniveauerne. Dette sker normalt under eksponeringsforhold, hvor basisrestriktionerne ikke overskrides pga. af svag kobling mellem feltet og kroppen.

Hvad angår spidsværdierne anvendes følgende referenceniveauer for elektrisk feltstyrke (V/m), magnetisk feltstyrke (A/m) og magnetisk fluxtæthed ( $\mu\text{T}$ ):

- Ved frekvenser op til 100 kHz beregnes referencespidsværdierne ved at gange de tilsvarende rms-værdier med  $\sqrt{2}$  ( $\sim 1,414$ ). Ved pulser af varighed  $t_p$  bør den tilsvarende frekvens, der skal anvendes, beregnes som  $f = 1/(2t_p)$ .
- Ved frekvenser mellem 100 kHz og 10 MHz beregnes referencespidsværdierne ved at gange de tilsvarende rms-værdier med  $10^\alpha$ , hvor  $\alpha = (0,665 \log(f/10^5) + 0,176)$ ,  $f$  i Hz
- Ved frekvenser mellem 10 MHz og 300 GHz beregnes referencespidsværdierne ved at gange de tilsvarende rms-værdier med 32.

**Bemærkning:**

For så vidt angår pulserende og/eller transiente felter med lave frekvenser findes der generelt frekvensafhængige basisrestriktioner og referenceniveauer, ud fra hvilke der kan udledes risikovurdering og eksponeringsretningslinjer for pulserende og /eller transiente kilder. En forsigtig metode kan være at vise et pulserende eller transient signal fra et elektromagnetisk felt som et Fourierspektrum af dets komponenter i hvert frekvensområde, som så kan sammenlignes med referenceniveauerne for disse frekvenser. Additionsformlen for samtidig eksponering for felter med flere frekvenser kan også anvendes til at fastslå, om basisrestriktionerne er iagttaget.

Skønt der kun findes få oplysninger om forholdet mellem biologiske virkninger og pulserende felters spidsværdier, foreslås det for frekvenser på over 10 MHz, at  $S_{eq}$  som middelværdi over pulsbredden ikke må udgøre mere end 1 000 gange referenceniveauerne, eller at feltstyrkerne ikke må udgøre mere end 32 gange referenceniveauerne for feltstyrke. For frekvenser mellem ca. 0,3 GHz og adskillige GHz og for lokal eksponering af hovedet skal den specifikke absorption fra pulser begrænses med henblik på at begrænse og undgå virkninger for hørelsen som følge af termoelastisk ekspansion. I dette frekvensområde svarer SA-grænsen på 4-16 mJ/kg<sup>-1</sup>, som giver denne virkning, til SAR-spidsværdier på 130-520 W kg<sup>-1</sup> i hjernen ved pulser på 30- $\mu\text{s}$ . Mellem 100 kHz og 10 MHz beregnes feltstyrkernes spidsværdier ved interpolation fra 1,5 gange spidsværdien ved 100 kHz til 32 gange spidsværdien ved 10 MHz.

**Kontaktstrøm og strøm på lemmer**

For frekvenser på op til 110 MHz bør der anvendes supplerende referenceniveauer, for at risici som følge af kontaktstrøm kan undgås. En oversigt over referenceniveauerne for kontaktstrøm findes i tabel 3. Referenceniveauerne for kontaktstrøm er blevet fastlagt under hensyntagen til, at den grænse for kontaktstrøm, hvor der udløses biologisk respons hos voksne kvinder og hos børn, udgør henholdsvis ca. to tredjedele og halvdelen af grænsen for voksne mænd.

Tabel 3

**Referenceniveauer for kontaktstrøm fra ledende genstande  
(f i kHz)**

Frekvensområde	Maksimal kontaktstrøm (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 kHz-100 kHz	0,2 f
100 kHz-110 MHz	20

For frekvensområder 10 MHz-110 MHz anbefales et referenceniveau på 45 mA strøm gennem en kropsdel. Det skal begrænse den lokale SAR over en 6-minutters periode.

## BILAG IV

## EKSPONERING FRA KILDER MED FLERE FREKVENSER

Det skal tages i betragtning, at der er mulighed for, at samtidig eksponering for felter med forskellige frekvenser virker additivt. Beregninger på grundlag af en sådan additivitet bør foretages særskilt for hver virkning; der bør således foretages separate vurderinger af termiske virkninger og elektrisk stimulering af kroppen.

**Basisrestriktioner**

Ved samtidig eksponering for felter med forskellige frekvenser bør følgende kriterier opfyldes med hensyn til basisrestriktionerne.

For elektrisk stimulering, der er relevant for frekvenser fra 1 Hz til 10 MHz, bør inducerede strømtætheder lægges til i følge denne formel:

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

For termiske virkninger, der er relevante fra 100 kHz, bør specifikke energiabsorptionshastigheder (SAR), og effekttætheder lægges til i følge denne formel:

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

hvor

$J_i$  er strømtæthed ved frekvensen  $i$

$J_{L,i}$  er basisrestriktionen for strømtæthed ved frekvensen  $i$  som fastsat i tabel 1

$\text{SAR}_i$  er SAR som følge af eksponering ved frekvensen  $i$

$\text{SAR}_L$  er basisrestriktionen for SAR som fastsat i tabel 1

$S_i$  er effekttæthed ved frekvensen  $i$

$S_L$  er basisrestriktionen for effekttæthed som fastsat i tabel 1.

**Referenceniveauer**

Når basisrestriktionerne skal anvendes, bør følgende kriterier for feltstyrkers referenceniveauer anvendes.

For virkninger af inducerede strømtætheder og elektrisk stimulering, der er relevant for frekvenser på op til 10 MHz, bør følgende to krav gælde for feltniveauerne:

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

og

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

hvor

$E_i$  er elektrisk feltstyrke ved frekvensen  $i$

$E_{L,i}$  er referenceniveauet for elektrisk feltstyrke som fastsat i tabel 2

$H_i$  er magnetisk feltstyrke ved frekvensen  $i$

$H_{L,i}$  er referenceniveauet for magnetisk feltstyrke som fastsat i tabel 2

$a$  er 87 V/m og  $b$  er 5 A/m (6,25  $\mu$ T).

I forhold til ICNIRP's retningslinjer <sup>(1)</sup>, der omfatter såvel erhvervmæssig eksponering som almenbefolkningens eksponering, svarer slutpunkterne i additionerne til almenbefolkningens eksponering.

Der anvendes konstante værdier ( $a$  og  $b$ ) over 1 MHz for det elektriske felt og over 150 kHz for det magnetiske felt, fordi additionen bygger på inducerede strømtætheder og ikke bør sammenblandes med forhold, hvor der forekommer termiske virkninger. Sådanne forhold danner grundlag for  $E_{L,i}$  og  $H_{L,j}$  over henholdsvis 1 MHz og 150 kHz, jf. tabel 2.

For forhold, hvor der forekommer termiske virkninger, og som er relevante for frekvenser fra 100 kHz, bør følgende to krav gælde for feltniveauerne:

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

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

og hvor

$E_i$  er elektrisk feltstyrke ved frekvensen  $i$

$E_{L,i}$  er referenceniveauet for elektrisk feltstyrke som fastsat i tabel 2

$H_j$  er magnetisk feltstyrke ved frekvensen  $j$

$H_{L,j}$  er referenceniveauet for magnetisk feltstyrke beregnet ud fra tabel 2

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

Også her er nogle af slutpunkterne blevet justeret i forhold til ICNIRP's retningslinjer til kun at omfatte almenbefolkningens eksponering.

<sup>(1)</sup> International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Svar på spørgsmål og bemærkninger vedrørende ICNIRP. Health Physics 75(4): 438-439 (1998).

For henholdsvis strøm på lemmer og kontaktstrøm bør følgende krav gælde:

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

hvor

$I_k$  er strømkomponenten for lemmer ved frekvensen  $k$

$I_{L,k}$  er referenceniveaueet for strøm på lemmer, 45 mA

$I_n$  er kontaktstrømkomponenten ved frekvensen  $n$

$I_{C,n}$  referenceniveaueet for kontaktstrøm ved frekvensen  $n$  (jf. tabel 3).

Ovenstående additionsformel forudsætter worst-case faseforhold blandt felterne fra flere kilder. Typiske eksponeringsforhold kan derfor i praksis resultere i mindre restriktive eksponeringsniveauer end dem, der fremkommer ved anvendelse af ovenstående formel for referenceniveauerne.

---