

GGD RICHTLIJN

GEZONDHEIDSRISICO'S

RF EM VELDEN VAN ZENDINRICHTINGEN

VOOR

MOBIELE TELECOMMUNICATIE & OMROEP

Penvoerder: N. van Brederode
Wergroepleden: P. Esser
C. Hegger
R. van de Weerd
A. van der Zijden

Inhoud

1	Probleemomschrijving	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Motivatie	5
1.3	Doel	6
1.4	Afbakening	6
1.5	Leeswijzer	7
2	Blootstelling	8
2.1	Radiofrequente velden	8
2.2	Bronnen van radiofrequente velden	9
2.3	Blootstelling	11
2.4	Zendvergunning	16
2.5	Vergunningverlening Plaatsing	17
2.6	Blootstellingsbepaling	18
2.6.1	Zendinrichtingen voor mobiele telecommunicatie (GSM, UMTS)	19
2.6.2	Zendinrichtingen voor mobiele telecommunicatie (TETRA)	19
2.6.3	Zendinrichtingen van zendamateurs	20
2.6.4	Zendinrichtingen voor radio en tv, straalzenders en land, lucht en maritieme mobiele communicatie	20
2.7	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) en immuniteit	20
3	Blootstellingeffectrelaties	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Effecten door geïnduceerde stroom en door opwarming	23
3.3	In vitro onderzoek naar DNA schade	25
3.4	Kanker	26
3.5	Algemene gezondheidstoestand rondom zendinstallaties	29
3.6	Cognitieve prestaties en ervaren welzijn	31
3.7	Contactstroom	33
3.8	Elektromagnetische compatibiliteit	33
3.9	Elektrische overgevoeligheid	34
3.10	Eisen aan onderzoek	35
3.11	Conclusie	36
4	Toetsingskader	37
4.1	Wet- en regelgeving en beleid	37
4.2	Europese blootstellingslimieten: basisrestricties en referentieniveaus	38
4.3	Europees beleid en uitvoering in andere Europese landen	40
4.4	Referentieniveaus voor contactstroom	41
5	Advisering door GGD	43
5.1	Betrokkenheid Gemeente en GGD bij plaatsing zendinrichtingen	43
5.2	Advisering door GGD bij plaatsing zendinrichtingen	45
5.3	Advisering door GGD bij gezondheidsklachten en bezorgdheid	47
5.4	Algemene informatie	47
6	Informatiebronnen	50
6.1	Literatuur	50
6.2	Websites	55
7	Definities en afkortingen	57
8	Geraadpleegde deskundigen	58
9	Samenstelling werkgroep	58
	Bijlagen	59

1 Probleemomschrijving

1.1 Aanleiding

Naar aanleiding van de plaatsing van de eerste basisstations (GSM¹) en vragen over de mogelijke nadelige gevolgen voor de gezondheid, is in 2001 de GGD-richtlijn 'GSM-basisstations' verschenen (Esser et al., 2001). Inmiddels zijn nieuwe systemen van draadloze communicatie (UMTS² en C2000³) geïntroduceerd en is het aantal en de nabijheid van zendinstallaties toegenomen. Daarnaast zijn sindsdien nieuwe resultaten van onderzoek naar de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente velden door basisstations en gezondheid verschenen. De resultaten van deze onderzoeken hebben de bezorgdheid van betrokken omwonenden niet weggenomen. De snelle ontwikkelingen op dit vlak en de aanhoudende onrust vormen de aanleiding om de eerste GGD-richtlijn te actualiseren.

1.2 Motivatie

Sinds de start van de plaatsing van basisstations zijn enkele wetenschappelijk valide onderzoeken naar de gevolgen voor de gezondheid van omwonenden gepubliceerd. Uit deze onderzoeken blijkt dat er bij blootstelling aan Radio Frequentie Elektromagnetische velden (RF EM velden) in de woonomgeving geen risico is op nadelige effecten voor de gezondheid. De reeds bekende effecten door opwarming (zgn. thermische effect) en geïnduceerde stroom, die alleen optreden bij hoge blootstelling, leveren in de woonomgeving geen risico op omdat de belasting in de woonomgeving ver onder de blootstellingslimieten blijft.

Omwonenden van basisstations maken zich echter ongerust over mogelijke schadelijke gevolgen voor de gezondheid. Diverse instanties zoals gemeenten, GGD'en en het Meldpunten Netwerk Gezondheid en Milieu krijgen meldingen binnen van mensen die denken dat hun gezondheid negatief wordt beïnvloed door RF EM velden. Dit heeft mogelijk deels te maken met berichten in de media over onderzoeken waaruit zou blijken dat er wel sprake is van een nadelig effect op de gezondheid. Het betreft hier echter onderzoeken die niet valide zijn of waarvan de resultaten bij herhaling nog niet zijn bevestigd.

In deze richtlijn wordt een overzicht gegeven van de huidige stand van zaken m.b.t. de resultaten van wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast worden enkele veel geciteerde onderzoeken besproken die niet voldoen aan de eisen voor goed wetenschappelijk onderzoek (en daarom niet worden meegenomen bij de beoordeling van het gezondheidsrisico), maar die wel worden aangehaald in de media en daarmee bijdragen aan de onrust bij de bevolking.

Tevens wordt aandacht besteed aan twee vanuit Nederland (mee)gefinancierde onderzoeken naar het effect van GSM- en UMTS-zendmasten op het welbevinden van proefpersonen. In het eerste onderzoek door TNO, ook wel COFAM-onderzoek⁴ genoemd (TNO, 2003) werd een licht effect op welbevinden en cognitieve prestaties vastgesteld. Deze bevinding heeft veel

¹ GSM = Global System for Mobile Communication

² UMTS = Universal Mobile Telecommunications System

³ C2000 = Digitaal systeem voor onderlinge communicatie t.b.v. hulpverlenende instanties.

⁴ COFAM: Cognitive Function And Mobiles

maatschappelijke aandacht gekregen en bijvoorbeeld in een flink aantal gemeenten bezwaren tegen de komst van UMTS-zendmasten opgeroepen.

Dit onderzoek had een aantal tekortkomingen in de onderzoeksopzet en methodiek wat aanleiding was voor replicatie met een verbeterde onderzoeksopzet. In het replicatie-onderzoek (Regel et al, 2006) in Zwitserland uitgevoerd, zijn geen effecten op welbevinden of cognitieve prestaties gevonden.

Op grond van de huidige inzichten is er geen reden voor de overheid om het beleid ten aanzien van plaatsing van antennes voor mobiele telefonie te wijzigen. Dit betekent dat de meeste GSM- en UMTS-antennes (aan masten < 5 m) zonder vergunning kunnen worden geplaatst mits aan enkele zorgvuldigheidseisen, zoals een instemmingsprocedure en informatie over blootstelling en risico's, wordt voldaan. De GGD kan een rol spelen bij de advisering over de methode en de inhoud van de informatievoorziening en bij het beantwoorden van vragen van burgers over de gezondheidsaspecten van een GSM/UMTS-antenne.

Naast ongerustheid over de mogelijke gezondheidseffecten van basisstations voor mobiele telefonie, bestaat ook bezorgdheid over de mogelijke nadelige gevolgen van andere zendingrichtingen, zoals voor radio en tv. Ook in deze gevallen is een rol voor de GGD weggelegd in de beoordeling van het gezondheidsrisico en de risicocommunicatie.

1.3 Doel

Deze richtlijn heeft als primair doel om een overzicht te geven van de huidige kennis over de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente straling vanuit *zendinrichtingen* en gezondheidseffecten, over de huidige regelgeving en over de rol van de GGD.

Daarbij wordt het type zendingrichtingen niet beperkt tot basisstations voor GSM, UMTS en TETRA (C2000), maar worden ook de andere zendingrichtingen van radiofrequente velden behandeld, zoals omroepzenders voor radio en tv, apparatuur voor zendamateurs, straalzenders en toepassingen voor land mobiele en aeronautische communicatie (mobilofoon, marifoon en communicatiesystemen voor de luchtvaart).

1.4 Afbakening

Deze richtlijn gaat in op de vraagstelling m.b.t. de gezondheidsrisico's van *zendinrichtingen* voor mobiele en draadloze telecommunicatie. Dit zijn:

- Omroepzenders voor radio en tv;
- Zendingrichtingen voor het verzenden van boodschappen naar semafoons (paging);
- Basisstations voor mobiele telefonie (GSM, UMTS, TETRA);
- Zendingrichtingen van zendamateurs;
- Straalzenders;
- Toepassingen voor land, lucht en maritiem mobiele communicatie (mobilofoon, marifoon en systemen voor de luchtvaart);

De richtlijn gaat dus niet in op bronnen van RF velden binnenshuis zoals huishoudelijke apparatuur (magnetrons en DECT-apparatuur) en draadloze communicatie tussen apparatuur

(o.a. WiFi) en ook niet op de eventuele gezondheidsrisico's van detectie-apparatuur (o.a. radar en detectiepoortjes) of van het gebruik zelf van mobiele telefoons. Voor deze laatste categorie wordt verwezen naar het LCM-standpunt 'Mobiel bellen' (2006).

Deze richtlijn gaat in op de vraagstelling voor de algemene bevolking en niet voor de beroepsbevolking/ arbeidssituatie.

(Gezondheids)klachten bij een basisstation kunnen soms het gevolg zijn van laagfrequent geluid. Dit geluid heeft een frequentie tot 125 Hz en kan afkomstig zijn van de apparatuurkast (Sijstermans, 1996). Voor de behandeling van vragen over laagfrequent geluid wordt verwezen naar de GGD-richtlijn over dit onderwerp (Habets et al, 2002).

1.5 Leeswijzer

In de hoofdstukken 2, 3 en 4 wordt achtergrondinformatie gegeven. Voor praktische informatie over advisering door de GGD kan ook direct hoofdstuk 5 worden geraadpleegd. In dit hoofdstuk wordt tevens een overzicht gegeven van materiaal dat geschikt is voor algemene informatievoorziening.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op gegevens over blootstelling aan RF EM velden, zoals begripsbepaling, mogelijke bronnen, vergunningverlening voor de plaatsing van zendinrichtingen, blootstellingsbepaling en elektromagnetische compatibiliteit.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de resultaten van onderzoek naar de effecten van RF EM velden op de gezondheid. Ook wordt aandacht besteed aan elektrische overgevoeligheid.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de wet- en regelgeving en het beleid. Hier komen blootstellingslimieten en voorzorgbeginsel aan de orde.

2 Blootstelling

2.1 Radiofrequente velden

Radiofrequente velden zijn elektromagnetische velden in het frequentiegebied van 300 Hz tot 300 GHz.

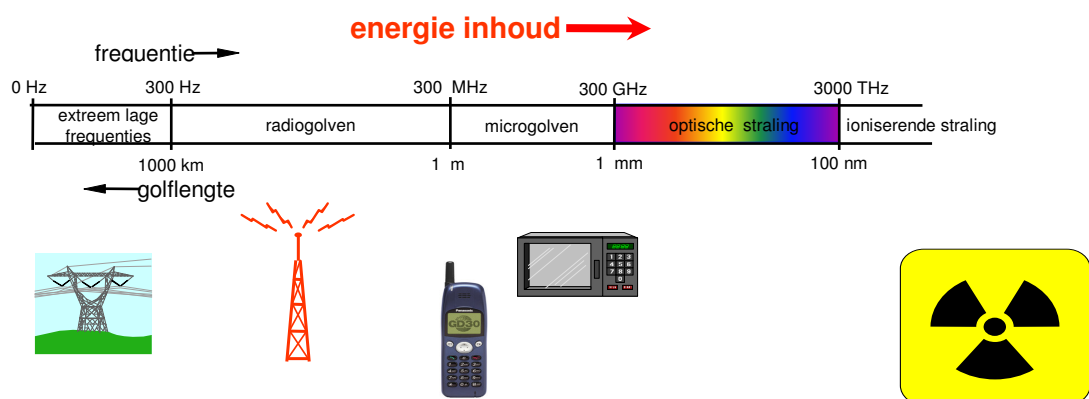
Bij lagere frequenties, < 300 Hz, spreken we van extreem laag frequente elektromagnetische velden (ELF-EM velden). Deze lage frequenties worden toegepast bij de elektriciteitsvoorziening. Het elektriciteitsnet in Nederland levert een wisselspanning van 50 Hz.

Bij hogere frequenties, van 300 GHz tot 3000 THz, spreekt men van optische straling (infrarood, zichtbaar licht en UV straling).

Bij een frequentie van meer dan 3000 THz is sprake van ioniserende straling.

Voor een uitgebreidere begripsbepaling zie bijlage 1 en het RIVM-rapport van Bolte en Pruppers (2004).

Elektromagnetisch spectrum



Zendinrichtingen zenden elektromagnetische velden uit. Een elektromagnetisch veld bestaat uit een elektrische en een magnetische veldcomponent. De elektrische veldsterkte wordt uitgedrukt in volt per meter (V/m). De magnetische veldsterkte wordt uitgedrukt in ampère per meter (A/m)⁵.

Op voldoende grote afstand van de bron, *het verre veld*, zijn de elektrische en magnetische velden gekoppeld, dat wil zeggen dat voor het bepalen van de veldsterkte van het elektromagnetisch veld het niet uitmaakt welke veldcomponent wordt berekend of gemeten. Beide leveren hetzelfde resultaat omdat ze met elkaar een eenvoudig rekenkundig verband houden. Als bijvoorbeeld de elektrische veldsterkte bekend is, ligt de magnetische veldsterkte vast.

⁵ De magnetische fluxdichtheid wordt uitgedrukt in Tesla (T). Deze grootheid wordt ook wel magnetische veldsterkte genoemd.

In *het nabije veld* is de koppeling tussen elektrisch en magnetisch veld zwak en zijn het elektrische en magnetische veld niet (eenvoudig) uit elkaar af te leiden. In het nabije veld dienen daarom beide grootheden te worden bepaald (en getoetst, zie § 4.2). De veldsterktes zijn in het nabije veld moeilijk te berekenen vanwege het complexe gedrag van de velden. Zij kunnen daarom het beste worden bepaald door metingen.

Er is geen eenduidige grens tussen het nabij en het verre veld. De grens is afhankelijk van de afmeting van de bron en van de golflengte en kan alleen bij benadering worden berekend (zie Bolte & Pruppers, 2004, blz 16; Gezondheidsraad, 1997, blz 23):

In het algemeen geldt dat bij hoge frequenties de grens op geringe afstand van de bron ligt, bij GSM-900 op ongeveer 1 m, bij UMTS op ongeveer 0,5 m. Bij lage frequenties ligt de grens op grote afstand, bij AM-middengolfzenders met een frequentie van 600 – 1600 kHz op 1500 – 600 m.

De sterkte van de elektrische en magnetische velden die worden opgewekt door zendinrichtingen is afhankelijk van de frequentie en van het uitgestraalde vermogen. Het vermogen wordt uitgedrukt in watt (W). Doordat antennes vaak een richteffect hebben wordt energie niet in alle richtingen even sterk uitgezonden. Zo zijn er antennes die het vermogen voor het overgrote deel horizontaal in een waaivorm of in een bundel in een bepaalde richting uitzenden. De sterkte van de velden is dan ook het hoogst in de zogenaamde hoofdbundel. Ook de afstand tot de antenne is bepalend voor de veldsterkte: in het verre veld neemt de veldsterkte omgekeerd evenredig af met de afstand. In het nabije veld is dit, althans voor een deel van de veldsterkte, niet het geval.

2.2 Bronnen van radiofrequente velden

Radiofrequente velden hebben een brede toepassing. De belangrijkste categorieën zijn:

- Draadloze overdracht van informatie en communicatie (o.a. radio, tv en mobiele telefonie);
- Draadloze communicatie tussen apparaten (o.a. WLL en WLAN); Hieronder vallen toepassingen zoals WiFi en de gezamenlijke schotelantenne op wooncomplex voor satelliet ontvangst die het signaal draadloos doorzendt naar huisantennes (satelliet repeater systeem);
- Huishoudelijke apparatuur (o.a. magnetrons en draadloze huistelefoons, zoals DECT);
- Detectie apparatuur (o.a. radardetectie t.b.v. scheepvaart en luchtvaart, weersvoorspellingen en snelheidscontroles; EAS en RFID voor het identificeren van gemerkte goederen/personen m.b.v. detectiepoortjes resp. tolpoortjes en streepjescodes).

In deze richtlijn wordt, zoals gezegd, ingegaan op de eerste hierboven genoemde categorie en de antennes die daarvoor nodig zijn: zendinrichtingen voor draadloze communicatie. Voor informatie over andere bronnen dan zendinrichtingen, zoals mobiele telefoons en portofoons, systemen voor draadloze communicatie tussen apparatuur, huishoudelijke apparatuur en detectie apparatuur, wordt verwezen naar het RIVM-rapport van Bolte & Pruppers (2004).

De gegevens voor dit hoofdstuk zijn afkomstig uit het RIVM-rapport van Bolte & Pruppers (2004), uit de Antennewijzer (Antennebureau, 2000) en uit informatie van het Antennebureau van het Agentschap Telecom. Voor meer informatie kunnen deze bronnen worden geraadpleegd.

Zendinrichtingen voor draadloze communicatie, zoals ze in deze richtlijn worden besproken zijn :

- Omroepzenders voor radio en tv;
- Zendinrichtingen voor het verzenden van boodschappen naar semafoons (paging);
- Basisstations voor mobiele telefonie (GSM, UMTS, TETRA);
- Zendinrichtingen van zendamateurs;
- Straalzenders;
- Toepassingen voor land, lucht en maritiem mobiele communicatie (mobilfoon, marifoon en systemen voor de luchtvaart);

Bij draadloze communicatie wordt onderscheid gemaakt tussen communicatie met verkeer in één of twee richtingen.

Onder communicatie met éénrichtingsverkeer vallen de eerste twee genoemde categorieën, omroepzenders voor radio en tv resp. paging. Dit type zenders is meestal bedoeld voor een relatief groot verzorgingsgebied, waarvoor relatief hoge vermogens nodig zijn. Omdat het ontvangende apparaat geen boodschap terugzendt, produceert deze zelf geen radiofrequente velden.

éénrichtingsverkeer van RF-velden: zendingrichting → ontvanger

De overige categorieën vallen onder communicatie met tweerichtingsverkeer. Hierbij is het nodig dat behalve de zendingrichting ook het ontvangende apparaat kan zenden.

tweerichtingsverkeer van RF-velden: zendingrichting → ontvanger → zendingrichting

Om informatie te versturen maakt een zender niet gebruik van één frequentie, maar neemt het signaal meerdere frequenties in beslag. In principe is het benodigde aantal frequenties (frequentieruimte of bandbreedte) groter naarmate er meer informatie wordt verzonden.

Omdat de frequentieruimte beperkt is, terwijl het aantal toepassingen toeneemt, wordt ernaar gestreefd om het radiofrequentiespectrum zo efficiënt mogelijk te verdelen. Hiervoor is het Agentschap Telecom (AT), als onderdeel van het ministerie van Economische Zaken, verantwoordelijk. Het AT beheert de indeling van de frequentieruimte, de vergunningverlening (zendvergunning) en de handhaving. De verdeling van de frequentieruimte is vastgelegd in het Nationaal Frequentieplan (NFP, 2005). Het NFP wordt om de paar jaar geëvalueerd.

De verdeling van het radiofrequentiespectrum is globaal als volgt:

Toepassing	Frequentiegebied		
Navigatie ⁶	3 kHz	-	30 kHz
Navigatie ⁶ , Analoge AM-radiozender langegolf ⁷	30 kHz	-	300 kHz
Navigatie ⁶ , Analoge AM-radiozender middengolf, Maritiem	300 kHz	-	3 MHz
Analoge AM-radiozender kortegolf, zendamateurs	3 MHz	-	30 MHz
TV, Land- & luchtmobiel en Maritiem, FM-radiozender	30 MHz	-	300 MHz
TV, Landmobiel, GSM, UMTS	300 MHz	-	3 GHz
Straalverbindingen, satelliet	3 GHz	-	30 GHz
Straalverbindingen, satelliet	30 GHz	-	300 GHz

kHz = 10^3 Hz; MHz = 10^6 Hz; GHz = 10^9 Hz; THz = 10^{12} Hz.

2.3 Blootstelling

In onderstaande tekst worden referentieniveaus genoemd. Dit zijn de in Nederland geldende toetswaarden. Voor informatie over referentieniveaus wordt verwezen naar § 4.2.

In bijlage 2 zijn illustraties opgenomen van een kortegolf- en een middengolfzender, een omroeptoren en een zendinstallatie van een zendamateur, met daarbij de vorm van de uitgezonden hoofdbundel.

Omroepzenders voor radio en tv

Op dit moment zijn analoge AM- en FM- radiozenders en TV-zenders in gebruik. Daarnaast is men momenteel bezig met het introduceren van digitale radio en televisie. De belangrijkste beheerders van omroepzenders zijn Nozema-Services en Broadcast Partners.

AM-zenders

Bij de AM-zenders is de hele mast een antenne. De hoofdbundel is bij middengolf langs het aardoppervlak gericht en bij de kortegolf schuin omhoog. AM-zenders worden gebruikt binnen twee frequentiebanden: de middengolf (526,5-1606,5 kHz) en de korte golf (3,95-26,1 MHz). Vanuit Nederland wordt door de omroep niet op de langegolf uitgezonden.

Voor de Wereldomroep staat een *kortegolfzender* bij Zeewolde in de Flevopolder (5 - 20 MHz). De antennes worden vanwege hun vorm ook 'gordijnantennes' genoemd. De elektromagnetische energie wordt sterk gebundeld en schuin omhoog gestraald. De ionosfeer kaatst de golven terug naar de aarde. Ondanks dat de bundels van de kortegolf schuin omhoog zijn gericht, is er aan de grond in de nabijheid van deze zender een overschrijding van het referentieniveau (28 V/m, vanaf 10 MHz) mogelijk. Om deze reden is een groot terrein afgezet voor publiek.

Voor de publieke en commerciële omroep zijn 15 *middengolfzenders* in gebruik. Deze hebben een groot bereik en met één of twee zenders kan heel Nederland in principe worden voorzien. Voorbeelden van middengolfzenders zijn Lopik en Zeewolde.

Bij middengolfzenders is op ruime afstand rond de zendingrichting sprake van hoge

⁶ Maritiem: duikboten

⁷ Vanuit Nederland wordt door de omroep niet op de lange golf uitgezonden.

veldsterkten. Daarom is steeds een groot gebied afgezet, zodat daarbuiten de referentieniveaus voor de algemene bevolking niet worden overschreden (mondellinge info AT).

Naar aanleiding van klachten rond de AM-zender bij de Trintelhaven (Lelystad) zijn door het Agentschap Telecom en door TNO metingen uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de referentieniveaus buiten de omheining niet worden overschreden en dat de klachten die werden toegeschreven aan *contactstroom* (zie § 3.7) niet geobjectiveerd kunnen worden en niet aan de zenders kunnen worden toegeschreven (Witvliet, 2002; Intres, 2002).

In de omgeving van middengolf- en kortegolfzenders, tot ongeveer 1 km afstand, kunnen veldsterktes van > 3 V/m optreden waardoor in de omgeving *storing* van elektrische en elektronische apparatuur kan optreden. Hierop wordt in § 2.6 nader ingegaan.

FM- zenders

FM-zenders gebruiken de frequentieband van 87,6-107,9 MHz. Er zijn 293 FM-frequenties beschikbaar voor de publieke en commerciële omroepen.

FM- zenders staan in masten of omroeporens, vaak met meer zenders in één mast en hebben meestal een gericht nauw uitstralingspatroon. De signalen worden sterk gebundeld en meestal in verticale richting uitgezonden, zodat de veldsterkte op leefniveau laag is en ruim onder het referentieniveau (28 V/m) blijft.

TV-zenders

Analoge TV-zenders hebben een apart kanaal voor beeld en teletekst (AM) en een apart kanaal voor geluid (FM). Op de website voor het Agentschap Telecom kan voor alle 311 TV-zenders de frequentie, locatie en het vermogen worden opgezocht. Voor TV-zenders geldt hetzelfde als voor FM-zenders. De zenders staan in masten of omroeporens, vaak met meer zenders in één mast. De signalen worden sterk gebundeld uitgezonden.

Op voor publiek toegankelijke plaatsen blijven de veldsterktes op leefniveau ruim onder het referentieniveau.

Digitale radio- en tv-zenders

Digitale zenders maken gebruik van dezelfde frequentiebanden als de analoge, maar met lagere zendvermogens. De verwachting is dat, na het buiten gebruik stellen van de analoge zenders eind 2006, de maximale elektrische veldsterkte zal afnemen.

Basisstations voor mobiele telecommunicatie (GSM, UMTS, TETRA:C2000)

Voor mobiele telefonie worden in Nederland drie systemen toegepast: GSM, UMTS en TETRA. De techniek voor deze drie systemen heeft overeenkomsten. Voor elk systeem is een netwerk van basisstations nodig. Elk basisstation heeft een beperkt verzorgingsgebied waarvan de straal afhankelijk is van het vermogen: bij een kleiner vermogen past een kleiner verzorgingsgebied. De verzorgingsgebieden van de netwerken overlappen elkaar gedeeltelijk, zodat een aaneengesloten bedekking van Nederland wordt verkregen.

Een basisstation bestaat uit een apparatuurkast, een antennedragers (mast) en een antenne die kan zenden en ontvangen. Bij het bellen maakt de mobiele telefoon via een elektromagnetisch veld contact met de antenne van het basisstation. Dit station zendt de opgevangen telefoonsignalen vervolgens via het vaste telefonienetwerk (KPN) of met tussenkomst van een straalverbinding (overige providers) door naar een vast of mobiel telefoonnummer.

De capaciteit per antenne is beperkt, dat wil zeggen dat bij toename van het mobiele telefoonverkeer er meer antennes nodig zijn.

GSM en UMTS zijn openbare netwerken, waarvoor in Nederland vijf 'operators' een vergunning hebben: KPN Telecom, T-mobile, Vodafone, Orange en Telfort⁸. Elke operator heeft zijn eigen netwerk van basisstations.

TETRA kent zowel commercieel gebruik als gebruik voor speciale doeleinden. In Nederland is in opdracht van het Ministerie van BZK het netwerk C2000 ontwikkeld. Dit netwerk is bestemd voor mobiele communicatie voor de politie, brandweer, ambulancediensten en Koninklijke Marechaussee.

Het C2000 netwerk is ontwikkeld door TetraNed (Getronics en KPN Telecom).

Bij antennes voor mobiele telefonie (GSM, UMTS en C2000) worden de signalen gebundeld en in vrijwel horizontale richting uitgezonden. Buiten de bundel is daardoor slechts een gering percentage van het zendvermogen aanwezig.

GSM

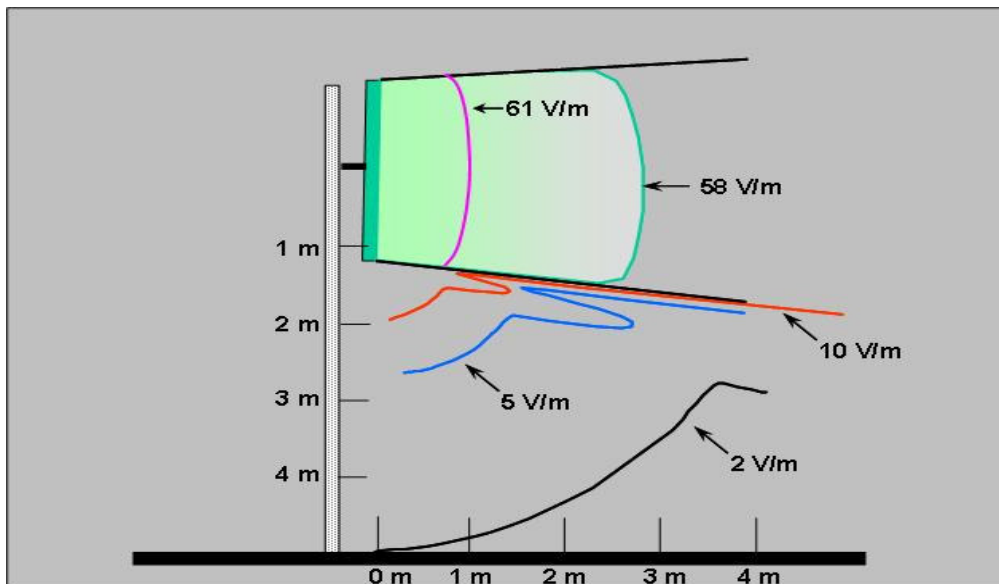
GSM staat voor 'Global System for Mobile communications' en is een techniek voor mobiele telefonie en de verzending van kleine berichten (SMS). Voor GSM zijn twee frequentiebanden toegewezen: 900 MHz en 1800 MHz⁹. Het verzorgingsgebied van een GSM-basisstation is maximaal 35 km. GSM-antennes zenden vrijwel horizontaal uit in een sector (taartpunt). Met zo'n drie antennes in verschillende richtingen kan de hele windroos worden bestreken. De bundel zal bij een hoogte van 30 m de grond niet eerder raken dan op 300 m van de antenne.

In het rapport van Bolte & Pruppers (2004) wordt berekend dat de mediane referentieafstand¹⁰ in horizontale richting voor de 900-band 1.96 m is en voor de 1800-band 1,94 m. Omdat de antennes meestal vrij staan of de directe omgeving is afgezet, betekent dit dat de bevolking zich in de praktijk niet binnen de referentieafstanden zal bevinden. Het referentieniveau voor GSM 900 is ongeveer 41 V/m en voor GSM 1800 58 V/m (zie hoofdstuk 4). Aanbeveling van de Gezondheidsraad voor veilige afstand voor de algemene bevolking is 3 m in de bundel en 0,5 m buiten de bundel (GR, 2000).

⁸ Telfort is overgenomen door KPN.

⁹ De netwerken die gebruik maken van 900 MHz worden officieel 'GSM' genoemd en de netwerken die gebruik maken van 1800 MHz heten officieel 'Digital Communications System (DCS). In de praktijk worden ze echter beiden met 'GSM' aangeduid.

¹⁰ Referentieafstand is de afstand waarbinnen voor die frequentie het referentieniveau wordt overschreden.



Figuur. Voorbeeld van een GSM1800- en een UMTS-antenne-installatie. In de figuur is aangegeven binnen welke afstand het referentieniveau wordt overschreden. De waarde voor zendvermogens, die doorgaans in Nederland worden gebruikt, wordt op een afstand van 2,5 m resp. 1 m van het hart van de antenne bereikt. Buiten de bundel neemt de intensiteit snel af (Bron: Antennebureau, 2002).

UMTS

UMTS staat voor 'Universal Mobile Telecommunication System'. Het is de opvolger van GSM waarbij door de grotere datasnelheid naast mobiele telefonie ook de mogelijkheid bestaat voor mobiel internetten (e-mail) en het verzenden van bewegende beelden (video) en geluid (multimedia).

De UMTS-systemen gebruiken een hogere frequentie (ongeveer 2100 MHz) en een lager vermogen dan GSM. Omdat het signaal van de antenne minder ver reikt, zijn meer antennes nodig dan voor GSM om in een vergelijkbaar gebied dekking te verzorgen. In gebieden met veel telefoonverkeer wordt echter het aantal antennes niet bepaald door het bereik van de antenne, maar door de intensiteit van het telefoonverkeer.

De referentieafstand van een UMTS-antenne is, bij hetzelfde vermogen, kleiner dan van een GSM-antenne. Het vermogen waarmee UMTS-antennes uitzenden neemt echter toe bij het vergroten van de hoeveelheid data (o.a. videobeelden). Bij toename van het dataverkeer kan het (theoretische) verschil in referentieafstand tussen beide typen antennes daarom afnemen.

Het UMTS-signaal heeft geen pulserend¹¹, maar een continu, karakter.

¹¹ In tegenstelling tot wat op de site van 'STOP UMTS' staat, is het UMTS signaal continu en het GSM signaal pulserend. Bij UMTS krijgt iedere gebruiker een code, bij GSM wordt gewerkt met een tijdslot, zodat er per kanaal maximaal 8 gebruikers zijn.

Plaats	Adres	GSM	UMTS	Veldsterkte	Limiet
Aalten	Industriestraat	X		0,85	41
Alkmaar	Parkeergarage Karperton	X	x	5,10	41
Almelo	Rustweg	X		1,37	41
Amersfoort	Soesterweg	X	x	1,30	41
Appingedam	Delfzijlsterweg 1	X		0,65	41
Assen	Overcingellaan 5	X		1,21	41
Beilen	Wilhelminaplein 8	X		0,68	41
Bergen op Zoom	Groeshof	X	x	1,01	41
Boxtel	Molenhof 20	X	x	0,94	41
Bredevoort	Ambthuiswal/ Misterstraat	x		0,33	41

Metingen RF EM velden bij basisstations. Bron: Bijlage 7. Voorbeeldpresentatie gemeenten.

TETRA

TETRA staat voor TERrestrial Trunked Radio. Voor de sector openbare veiligheid is het C2000 netwerk ontwikkeld, dat exclusief gebruik maakt van de 380-400 MHz frequentieband. Het verzorgingsgebied van een C2000-basisstation is 1-6 km. De masten zijn 45-53 m hoog. TNO heeft in 1998 metingen van de elektrische veldsterkte verricht aan een typisch C2000 basisstation (Clemens & Woltering, 1998). Hieruit blijkt dat aan de voet van de mast en daar waar de hoofdbundel het maaiveld raakt, de veldsterkte ruim onder het referentieniveau (28 V/m) blijft.

Zendinrichtingen voor het verzenden van boodschappen naar semafoons (Paging)

Voor het verzenden van semafoonberichten wordt gebruik gemaakt van de band van 148-174 MHz. Het gebruikte vermogen ligt tussen 10 en 200 Watt. De veldsterkteniveaus zijn vergelijkbaar met GSM en UMTS.

Apparatuur voor zendamateurs

Zendamateurs mogen alleen werken met een (persoonsgebonden) vergunning van het Agentschap Telecom. Zij maken gebruik van tal van frequentiebanden in de korte golf en op hogere frequenties. De meest gebruikte frequentiebanden zijn de banden onder 30 MHz en de band van 144 tot 146 MHz.

In het RIVM-rapport van Bolte en Pruppers wordt als worst case scenario een referentieafstand van 39 m berekend. Omdat zendamateurs zover mogelijk proberen te zenden met zo weinig mogelijk vermogen, is de referentieafstand in de praktijk meestal veel lager (6 m).

Bolte en Pruppers concluderen dat het referentieniveau waarschijnlijk niet wordt overschreden, vooral indien rekening wordt gehouden met het afscherpende vermogen van muren en met de gemiddelde blootstelling omdat niet permanent wordt uitgezonden. Toch stellen zij dat het goed is om de ontwikkelingen te volgen omdat zendamateurs meestal opereren in woongebieden, zodat sprake is van een potentieel grote groep blootgestelden. Een andere reden is dat zendamateurs de mogelijkheid hebben de EM-velden te bundelen, zodat wel degelijk met een hoog vermogen (> 1000 W) kan worden uitgezonden.

Straalzenders

Straalverbindingen worden opgezet tussen twee vaste punten. De zend- en ontvangstantennes zijn bevestigd aan een mast of op een gebouw. De maximale afstand tussen zender en ontvanger is 45 km. De straalzenders hebben een zeer sterke bundeling van de uitgezonden elektromagnetische velden.

Straalverbindingen worden bijvoorbeeld gebruikt voor communicatie tussen GSM- en UMTS-basisstations of voor communicatie van een booreiland met de vaste wal.

De straalzenders voor communicatie tussen GSM- en UMTS-basisstations bevinden zich meestal op een hoogte van ongeveer 20 m. Ze zenden met een laag vermogen (< 1 W), zodat de veldsterkte laag is. Vanwege het lage vermogen is het noodzakelijk dat deze zenders vrij staan en met elkaar een vrije zichtlijn hebben.

De overige straalverbindingen kunnen een hoog vermogen hebben (tot 63 kW). Ze bevinden zich echter meestal op een hoogte tussen 60 en 90 m en leveren door de signaal-bundeling nauwelijks een bijdrage aan de blootstelling van de bevolking.

Toepassingen voor land, lucht en maritiem mobiele communicatie

Voor de luchtmobiele communicatie wordt voornamelijk gebruik gemaakt van frequenties van 110-120 MHz. De veldsterkte op leefniveau is gering.

Een systeem voor landmobiele en maritieme communicatie bestaat uit een basisstation, 'centrale post', en een aantal mobiele zenders zoals portofoons en mobilifoons. De toepassingen liggen in een frequentiebereik van 148-174 MHz en van 450-470 MHz. De afstand tussen zender en ontvanger is ± 25 km. Voorbeelden van toepassingen in deze categorie zijn het marifoonverkeer in de scheepvaart en het mobilfoonverkeer van de politie en de taxicentrale. Al deze systemen hebben een vergunning voor het frequentiegebruik nodig. Er wordt steeds kortdurend en met een gering vermogen (10-20 W) uitgezonden. De veldsterktes blijven daardoor op leefniveau onder het referentieniveau.

Een toepassing waarvoor geen vergunning nodig is, is bijvoorbeeld 27MC-apparatuur ('bakkies'). Deze toepassing is vrijgesteld voor lage vermogens (max. 4 W) en zullen binnen deze vermogens de referentieniveaus niet overschrijden.

2.4 Zendvergunning

Op grond van de Telecommunicatiewet is voor elke zendinstallatie een zendvergunning nodig¹². Dit geldt ook voor radio- of tv-zenders die worden bijgeplaatst. Uitzonderingen hierop zijn satellietgrondstations ten behoeve van mobiele communicatie, Direct Mode Operating (DMO), Personal Mobile Radio (een soort walkietalkie voor korte afstanden) en 27MC-apparatuur ('bakkies').

¹² Alhoewel dit buiten het bestek van deze richtlijn valt, vermelden we hier dat voor de gezamenlijke schotelantenne op een wooncomplex met een satelliet repeater systeem ook een vergunning nodig is van het Agentschap Telecom.

2.5 Vergunningverlening Plaatsing

Nationaal Antennebeleid

Sinds december 2000 is het Nationaal Antennebeleid (Min. V&W, 2000) van toepassing dat als doel heeft om 'op zorgvuldige en veilige wijze te stimuleren dat er in Nederland voldoende antennes voor mobiele telecommunicatie komen'. Hierin is het volgende bepaald:

- Grote antenne-installaties met een hoogte van meer dan 40 m hebben een reguliere bouwvergunning nodig. Naast een vergunning in het kader van de Woningwet (art. 40) is tevens een wijziging van het bestemmingsplan (Besluit op de Ruimtelijke Ordening) nodig. Hieronder vallen antenne-installaties voor radio- en tv-zenders;
- Antenne-installaties, inclusief mast- en techniekkast, met een hoogte van 5-40 m hebben een lichte bouwvergunning nodig. Dat wil zeggen dat wel een vergunning in het kader van de Woningwet is vereist, maar geen wijziging van het bestemmingsplan (Min. V&W, Nationaal Antennebeleid, 2002, blz. 17).
- Antenne-installaties, inclusief mast- en techniekkast, met een hoogte van 5 m of minder hebben geen bouwvergunning nodig, mits aan de aanvullende voorwaarden uit het Antenne-Convenant (zie hieronder) wordt voldaan¹³. Deze categorie is van toepassing op veel GSM- en UMTS-basisstations. Voor installaties van zendamateurs is eveneens geen bouwvergunning nodig, mits deze niet meer dan 5 m boven het dak uitsteken, maar deze categorie hoeft niet te voldoen aan het Antenne-Convenant.

Op grond van het antennebeleid is bepaald dat de antenne-installaties voor het C2000 netwerk (TETRA) en voor elektronische sirenes bouwvergunningvrij zijn. Deze categorieën maken geen onderdeel uit van het Antenne-Convenant.

Antenne-Convenant

De afspraken voor de aanvullende voorwaarden voor de vergunningvrije plaatsing van GSM- en UMTS-zenders is geregeld in een Convenant tussen de ministeries van V&W en VROM, de VNG en vijf operators (Min. V&W, 2002). De aanvullende voorwaarden die in het convenant worden genoemd, zijn:

- Operators moeten goed samenwerken op het gebied van *planning en sitiesharing*; Sitiesharing is zo veel mogelijk medegebruik van antenne-opstelpunten door verschillende operators.
- De operators moeten voor de gemeenten gezamenlijk een *plaatsingsplan* opstellen en jaarlijks aan de desbetreffende gemeente toesturen. In dat plan staan zowel bestaande als geplande antennes. Op deze manier krijgt de gemeente inzicht in het totale aantal antennes en hoeft niet de plaatsing van iedere antenne afzonderlijk besproken te worden; N.B.: bij toevoegen van een zender op een bestaande antenne in het kader van sitiesharing, hoeft het plaatsingsplan niet te worden aangepast.

¹³ Een uitzondering hierop vormt de plaatsing op een officieel monument of een beschermd stads- of dorpsgezicht. In dat geval is ook voor een antenne tot 5 m een 'lichte' bouwvergunning vereist

NB: Plaatsingsplannen worden beschouwd als bedrijfsgevoelige informatie vanwege de zoekgebieden¹⁴ die erin worden aangegeven. Daarom zijn deze plannen niet zonder meer toegankelijk voor publiek. Wanneer een gemeente wordt gevraagd het plaatsingsplan openbaar te maken, geldt de Wet openbaarheid bestuur (Wob).

- De eigenaar van het gebouw moet *toestemming* geven, voordat een antenne op een woongebouw wordt geplaatst. In het convenant staat dat bewoners (huurders) moeten worden *voorgelicht* en dat de meerderheid¹⁵ van de bewoners *geen bezwaar* moet hebben tegen de plaatsing. In het convenant zijn hiervoor procedure-afspraken gemaakt : de '*instemmingsprocedure*';
- Verder zijn in het convenant afspraken gemaakt over de '*visuele inpasbaarheid*' van antenne-installaties, zodat rekening gehouden kan worden met de lokale omstandigheden;
- Tevens zijn in het convenant afspraken gemaakt over duidelijke criteria met betrekking tot de *blootstelling* van de bevolking¹⁶ aan elektromagnetische velden afkomstig van antennes.

Uitgangspunt bij het convenant is een goede communicatie over de plaatsing van antenne-installaties in ruil voor snellere procedures.

Antenneregister

In het Antenneregister van het Antennebureau (zie www.antennebureau.nl) zijn de locaties van de geplaatste antenne-installaties van omroep, GSM (900 en 1800) en UMTS beschikbaar. Daarbij is naast het type antenne ook informatie beschikbaar over de veilige afstand voor en onder de antenne.

Vanaf 2007 worden alle vast opgestelde antennes met een nog nader te bepalen vermogen opgenomen in het Antenneregister. Ook zullen dan wettelijke eisen zijn opgelegd t.a.v. actualiteit en nauwkeurigheid van de gegevens.

2.6 Blootstellingsbepaling

Voor de bepaling van de blootstelling aan radiofrequente velden door één zendingrichting of een combinatie van zendingrichtingen, kan een berekening of een meting worden uitgevoerd. Bij bepaling van de blootstelling in het verre veld wordt meestal de sterkte van het elektrische veld bepaald (V/m). Voor de bepaling van de blootstelling in het nabije veld wordt zowel het elektrische als het magnetische veld bepaald. Omdat de veldsterkte in het nabije veld moeilijk is te voorspellen, dienen een groot aantal metingen te worden verricht om een goed beeld te krijgen van de veldsterkte.

Voor toetsing zijn referentieniveaus ontwikkeld op grond waarvan een veilige afstand kan worden bepaald (zie hoofdstuk 4).

¹⁴ Het zoekgebied geeft aan dat de betreffende operator binnen een bepaald gebied op zoek is naar een geschikte locatie.

¹⁵ Meerderheid: Meer dan 50% van de bewoners (dus niet van de uitgebrachte stemmen!!) moet tegen zijn, anders mag de antenne geplaatst worden. Indien < 50% van de bewoners stemt mag de antenne geplaatst worden (bron: Convenant, Min. V&W, 2002)

¹⁶ Veilige afstand volgens EU-aanbeveling (Europese Raad, 1999/519/EG), zie ook § 4.2.

2.6.1 Zendingrichtingen voor mobiele telecommunicatie (GSM, UMTS)

De *berekening* van de elektrische veldsterkte van een zendingrichting en de hiervan afgeleide veilige afstand, wordt uitgevoerd door de eigenaar van de zendinstallatie. De gegevens over de veilige afstand van het GSM 900 en 1800 netwerk en het UMTS netwerk zijn beschikbaar via het antenregister (zie www.antennebureau.nl). In dit register zijn geen gegevens beschikbaar over het cumulatieve effect van meerdere of verschillende systemen.

Metingen kunnen worden uitgevoerd door de eigenaar van de zendinstallatie, door NOVEC, door het Agentschap Telecom en door onderzoeksinstituten (o.a. TNO). De metingen die door de eigenaren van zendinstallaties worden uitgevoerd zijn niet openbaar. De metingen van het AT zijn beschikbaar op www.antennebureau.nl.

Het AT maakt onderdeel uit van het Ministerie van Economische Zaken en fungeert als toezichthouder voor o.a. de Telecommunicatiewet. In dat kader voert zij twee type metingen uit. Het AT voert een programma van steekproefsgewijze metingen uit om te toetsen of de in het antenregister opgegeven 'berekende veilige afstand' klopt en om een eventueel cumulatief effect van meerdere systemen (site-sharing) te beoordelen. Daarnaast worden, op verzoek van bijvoorbeeld overheden of woningbouwverenigingen, metingen verricht op locaties die voor het publiek toegankelijk zijn.

Metingen moeten voldoen aan het 'Meetvoorschrift voor het uitvoeren van EMF-metingen rond basisstations' zoals uitgegeven door het AT (2003). Er moet aan veel voorwaarden worden voldaan en daarbij is deskundigheid vereist. Zo dient rekening te worden gehouden met de invloed van afscherming (bebouwing, lichaam), weersomstandigheden (regen) en vegetatie (bos). Hierdoor kunnen lagere veldsterkten worden gemeten.

Bij site-sharing moeten dus mogelijk signalen van verschillende frequenties worden gemeten.

De gemeten veldsterkte dient vervolgens aan het referentieniveau van de bijbehorende frequentie te worden getoetst. Bij site-sharing met verschillende zendsystemen wordt een 'gewogen somming' uitgevoerd.

Op grond van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de meting van elektrische veldsterkte dient te worden uitgevoerd en beoordeeld door een deskundige instantie.

2.6.2 Zendingrichtingen voor mobiele telecommunicatie (TETRA)

De gegevens over de veldsterkten rond de basisstations voor het C2000 netwerk zijn niet beschikbaar via het Antenregister.

TNO heeft in 1998 metingen van de elektrische veldsterkte verricht aan een typisch C2000 basisstation (Clemens & Woltering, 1998). Hieruit blijkt dat aan de voet van de mast en daar waar de hoofdbundel het maaiveld raakt, het referentieniveau (28 V/m) niet wordt overschreden.

2.6.3 Zendingrichtingen van zendamateurs

De gegevens over de veldsterkten rond zendingrichtingen van zendamateurs zijn lastig te berekenen en zijn niet beschikbaar via het Antenneregister.

Indien daartoe aanleiding bestaat, bijvoorbeeld als storingen van apparatuur worden gemeld, kan door een gemeente of GGD aan het Agentschap Telecom worden verzocht om metingen uit te voeren. Aan de metingen zijn geen kosten verbonden.

2.6.4 Zendingrichtingen voor radio en tv, straalzenders en land, lucht en maritieme mobiele communicatie

Gegevens van berekeningen van veldsterkten rond radio- en tv-zenders komen beschikbaar via de NOVEC. Deze gegevens staan vermeld in de vergunning(aanvraag). Een voorbeeld van veldsterkten rond de RTV-toren in Markelo is opgenomen in bijlage 9.

2.7 Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) en immuniteit

Elektromagnetische compatibiliteit is het vermogen of de eigenschap van een elektrisch of elektronisch apparaat om bevredigend te functioneren in zijn elektromagnetische omgeving zonder zelf ontoelaatbare stoorsignalen toe te voegen (GR, 2000). Ofwel: apparaten mogen niet storen en moeten zelf voldoende ongevoelig (immuun) zijn voor storingen.

Om storing te voorkomen worden aan de apparatuur immuniteitseisen gesteld. Als minimale eis geldt voor alle apparatuur, waaronder ook medische apparatuur, een immuniteitsniveau van 3 V/m. Dit is vastgelegd in de Telecommunicatiewet, in navolging van de Europese richtlijn voor elektromagnetische compatibiliteit (89/336/EG) en richtlijnen voor specifieke groepen apparaten zoals voor medische apparatuur (93/42/EG) en actieve implanteerbare medische apparaten (90/385/EG). De richtlijnen voor deze specifieke groepen gelden echter tot een frequentie van 1 GHz. Verondersteld wordt dat bij frequenties die niet veel hoger zijn dan 1 GHz de apparatuur een immuniteit heeft die vergelijkbaar is met die voor frequenties onder 1 GHz (GR, 2000).

Inmiddels wordt in de EU overlegd over een immuniteitseis van 10 V/m voor medische apparatuur (Bienert, 2004). Deze eis is nog niet in een Europese of onze nationale wetgeving opgenomen.

Antenne-installaties kunnen, als bron van elektromagnetische velden, storing veroorzaken. In de Telecommunicatiewet (Frequentiebesluit) is geregeld dat zenders geen storing in de omgeving mogen veroorzaken, d.w.z. bij veldsterkten van > 3 V/m. Indien hieraan niet wordt voldaan wordt dit in nieuwe situaties steeds kritischer beoordeeld en kan een vergunning worden geweigerd. Omgekeerd kunnen aan de nieuwbouw van woningen in de omgeving van een omroepzender (Lopik/IJsselstein; Amsterdam, Zuidas) waar de veldsterkte van 3 V/m wordt overschreden, voorwaarden worden gesteld, zoals het aanbrengen van een staalconstructie in het skelet van de woningen.

De 3 V/m grens is uitsluitend van toepassing op apparatuur. Hogere veldsterktes zijn toegestaan, maar in geval van storing moet de vergunninghouder de kosten voor ontstoring of vervanging van apparatuur voor zijn rekening nemen.

Voor het C2000-netwerk geldt dat storing van andere apparatuur uitgesloten is. Hierover is een meetrappport van TNO beschikbaar (zie www.antennebureau.nl).

Uit een recent onderzoek van het Agentschap Telecom waarbij o.a. metingen zijn uitgevoerd in de metro (AT, 2006), blijkt dat in de nabijheid van een GSM 900/1800 MHz antenne een maximale veldsterkte is gemeten van 3,3 V/m.

Indien apparaten aan de immuniteitseisen voldoen en zendinrichtingen in de omgeving geen overschrijding veroorzaken van de elektrische veldsterkte van 3 V/m kunnen in principe geen problemen ontstaan. Toch komen in de praktijk nog storingen voor. Hier volgen enkele voorbeelden.

- Ook als apparatuur aan de immuniteitseisen voldoet en de veldsterkte < 3 V/m kan storing optreden. Dit kan worden verklaard doordat apparaten als zodanig worden getest en in de praktijk via de niet-afgeschermdde kabels storing kan optreden. Dit probleem kan worden opgelost door in de kabels ontstoringsmateriaal aan te brengen;
- Pacemakers voldoen in principe aan de immuniteitseisen. In sommige situaties kan echter storing optreden. Dit geldt niet zo zeer in de omgeving van zendinstallaties zoals ze in deze richtlijn worden besproken, maar wel bijvoorbeeld in de directe nabijheid van mobiele telefoons (als veilige afstand wordt 15 cm aanbevolen) of bij het passeren van detectiepoortjes. In het nabije veld van mobiele telefoons kan de elektrische veldsterkte hoger zijn dan 3 V/m. Bij detectiepoortjes is sprake van pulserende EM velden. De veldsterkten voldoen aan de blootstellingslimieten, maar omdat het kwadraat van de veldsterkte mag worden gemiddeld over 6 minuten kan kortdurend een veldsterkte > 3 V/m voorkomen. De gevoeligheid van pacemakers is afhankelijk van de frequentie en de veldsterkte. Informatie hierover is beschikbaar bij de producent.

Bij storingen in de omgeving van een zendinrichting waarbij mogelijk de veldsterkte van 3 V/m wordt overschreden, kan het beste eerst contact worden opgenomen met de beheerder van de zendinstallatie. Dit kan het geval zijn bij middengolf- en kortegolfzenders. In andere gevallen wordt eerst contact opgenomen met de leverancier van de apparatuur om te checken of de apparatuur immuun is.

Indien geen oplossing wordt gevonden of indien een zendinstallatie van een zendamateur de mogelijke oorzaak is, kan het beste contact opgenomen worden met het Agentschap Telecom. Zij kunnen adviseren en zo nodig metingen uitvoeren.

Storingen kunnen soms worden opgelost door het plaatsen van filters in de ontvangapparatuur. Ook kan bij de veroorzaker het zendvermogen of de zendantenne worden gewijzigd.

3 Blootstellingeffectrelaties

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op wat bekend is over de effecten van RF EM velden op de gezondheid. In het onderzoek naar gezondheidseffecten van RF EM velden wordt wel onderscheid gemaakt in korte- en langetermijneffecten, in directe en indirecte effecten en in thermische en niet-thermische effecten. Alleen de combinatie van de verschillende typen onderzoek (in vitro, in vivo en epidemiologisch) maakt het mogelijk om een uitspraak te kunnen doen over een causale relatie tussen blootstelling en (gezondheids)effecten. In deze richtlijn worden daarom achtereenvolgens de resultaten van onderzoek naar thermische effecten en effecten van geïnduceerde stroom, van in vitro onderzoek, van epidemiologisch onderzoek naar o.a. kanker en algemene gezondheidstoestand en van onderzoek naar cognitieve prestaties en ervaren welzijn besproken.

In hoofdstuk 3.9 zal worden ingegaan op het aspect van elektromagnetische overgevoeligheid en tot slot zal in hoofdstuk 3.10 worden ingegaan op de eisen waaraan epidemiologisch onderzoek moet voldoen om het bestaan van een effect wetenschappelijk aan te tonen.

Gebruik van indeling in thermische en niet-thermische effecten leidt tot onduidelijkheid

Effecten van RF EM velden worden wel onderverdeeld in thermische en niet-thermische effecten. Wat onder thermische effecten wordt bedoeld is duidelijk, namelijk effecten door warmte ontwikkeling. Met niet-thermische effecten wordt zowel bedoeld het effect van geïnduceerde stroom, met als gevolg stimulering van spieren en zenuwen, als gezondheidsklachten en het ontstaan van kanker. Omdat bij de bespreking van effecten van GSM- en UMTS-zendinrichtingen veelal wordt gesproken over niet-thermische effecten, waarbij geduid wordt op het ontstaan van gezondheidsklachten en/ of kanker, kan verwarring ontstaan wat precies bedoeld wordt. Bij deze toepassing kunnen namelijk geen effecten ontstaan door geïnduceerde stroom, omdat deze alleen bij lagere frequenties kunnen optreden.

Om verwarring te voorkomen zal in deze richtlijn de term 'niet-thermische effecten' worden vermeden.

3.2 Effecten door geïnduceerde stroom en door opwarming

De effecten van EM velden op biologische structuren zijn afhankelijk van de frequentie en kunnen verdeeld worden in effecten door geïnduceerde stroom en effecten door opwarming (thermische effecten).

Effecten door geïnduceerde stroom: effecten bij frequenties < 10 MHz

Effecten door geïnduceerde stroom kunnen ontstaan bij frequenties lager dan ongeveer 10 MHz. In het lichaam worden kleine elektrische stromen opgewerkt die kunnen leiden tot stimulatie van zenuwen en spieren. De relevante eenheid voor geïnduceerde stroom is de stroomdichtheid (A/m^2).

Geïnduceerde stroomdichtheden die groter zijn dan 100 mA/m^2 kunnen aanvoelen als een schok en onwillekeurige samentrekkingen van spieren veroorzaken (Bolte & Pruppers, 2004, blz. 35).

Bij stroomdichtheden boven 1 A/m^2 kunnen ademhalingsstoornissen en hartritmestoornissen ontstaan.

De veldsterkte die nodig is voor stimulering van zenuwen of spieren is afhankelijk van de frequentie. In het lage frequentiegebied, van 300 Hz tot 1 kHz resulteren stroomdichtheden van 10 mA/m^2 of minder niet in nadelige gezondheidseffecten (Gezondheidsraad, 1997, § 3.1). Boven 1 kHz neemt deze waarde evenredig toe met de frequentie volgens de formule $f/100$, waarbij de f de frequentie in Hz is.

Blootstellingsmaat	Frequentie	Waarde waarbij geen nadelig effect optreedt
Stroomdichtheid (mA/m^2)	300 Hz – 1 kHz	10
	1 kHz – 10 MHz	$f/100$ (f in Hz)

Thermische effecten: Effecten bij frequenties > 100 kHz

Thermische effecten kunnen ontstaan bij frequenties vanaf 100 kHz. Thermische effecten ontstaan door absorptie van elektromagnetische energie waardoor warmte in weefsels en organen wordt opgewekt. De relevante eenheid hiervoor is de 'specific absorption rate' (SAR), de opgenomen hoeveelheid energie per massa-eenheid (W/kg).

Bij frequenties vanaf 100 kHz tot ongeveer 10 GHz kan de energie het lichaam binnendringen en aanleiding geven tot een verhoging van de lichaamstemperatuur. Bij een temperatuur $> 41 \text{ }^\circ\text{C}$ treedt denaturatie van eiwitten op wat resulteert in celdood. Vooral in hersen- en spierweefsel is geen herstel mogelijk. In lichaamsdelen met een geringe doorbloeding, zoals testes en oog, kan sneller oververhitting optreden.

Het is algemeen aanvaard dat bij een langdurige verhoging van de kerntemperatuur van het lichaam de temperatuurstijging niet groter moet zijn dan $1 \text{ }^\circ\text{C}$ om gezondheidsschade te voorkomen (Gezondheidsraad, 1997, § 3.2). Dit betekent dat de SAR gemiddeld over het gehele lichaam een waarde van 4 W/kg niet te boven dient te gaan.

Er zijn geen aanwijzingen dat bij deze blootstelling schade aan DNA of kanker kan ontstaan. DNA-schade kan ontstaan bij blootstelling aan frequenties $> 750 \text{ THz}$, dus ver buiten het bereik van radiofrequente EM velden (zie ook § 3.3).

Bij frequenties boven 10 GHz vindt de energieopname in toenemende mate aan het oppervlak van het lichaam plaats. Hierdoor vindt opwarming plaats van vooral de huid. Deze opwarming is direct gerelateerd aan de vermogensdichtheid van het externe elektromagnetische veld, de 'stralingssterkte'. Daarom is bij deze frequenties de vermogensdichtheid de relevante blootstellingsmaat (W/m^2).

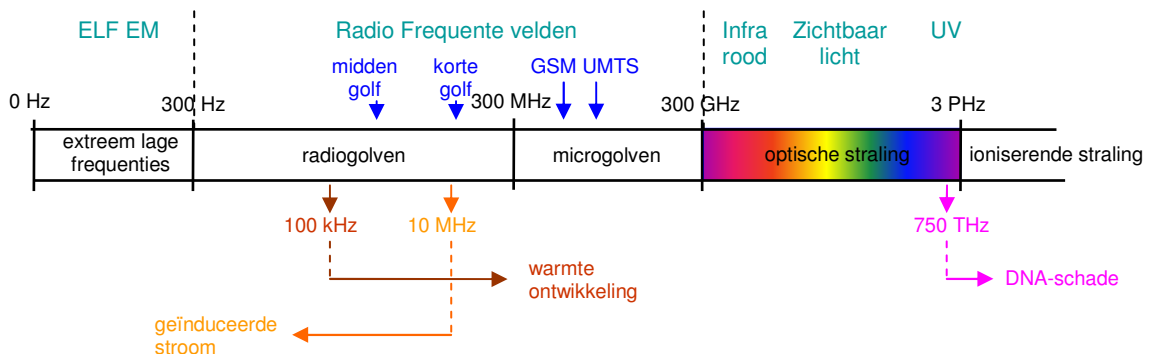
Nadelige gevolgen bij deze hoge frequenties, zoals verbranding van de huid of staar, treden op bij vermogensdichtheden hoger dan 1000 W/m^2 (Bolte & Pruppers, 2004, blz. 36).

Blootstellingsmaat	Frequentie	Waarde waarbij geen nadelig effect optreedt
SAR (W/kg)	100 kHz – 10 GHz	4
Vermogensdichtheid (W/m ²)	10 GHz – 300 GHz	1000

Overgangsgebied: effecten bij frequenties tussen 100 kHz en 10 MHz

In het frequentiegebied tussen 100 kHz en 10 MHz vindt een geleidelijke verschuiving plaats van de inductie van elektrische stroom naar de absorptie van elektromagnetische energie en de opwekking van warmte. In dit gebied zijn in principe beide grootheden van toepassing.

Frequentie	Effect door geïnduceerde stroom	Thermisch effect	
	Stroomdichtheid (A/m ²)	SAR (W/kg)	Vermogensdichtheid (W/m ²)
300Hz - 100 kHz	+	-	
100 kHz – 10 MHz	+	+	
10 MHz – 10 GHz	-	+	
10 GHz – 300 GHz			+



Figuur. Effecten van EM velden op biologische structuren in afhankelijkheid van de frequentie: effecten door opwarming (thermische effecten) en effecten door geïnduceerde stroom.

3.3 In vitro onderzoek naar DNA schade

Vijayalaxmi en Obe hebben in 2004 een review gepubliceerd over cytogenetische effecten van RF EM velden. Daaruit blijkt dat de meeste onderzoeken geen effecten te zien geven en dat replicatie van in eerder onderzoek gevonden effecten niet mogelijk bleek. Hiervoor wordt als oorzaak o.a. inadequate dosimetrie aangevoerd.

In 2004 zijn de resultaten gepubliceerd van het REFLEX-onderzoek¹⁷. Dit is een grootschalig onderzoek waaraan twaalf onderzoeksgroepen uit zeven Europese landen hebben deelgenomen. Het doel van het onderzoek was om de effecten van o.a. hoogfrequente EM velden op in vitro gekweekte cellen te onderzoeken bij blootstelling beneden de huidige blootstellingslimieten. Het goede aan dit onderzoek was dat voor alle deelnemende

¹⁷ REFLEX: Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Energy Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods.

laboratoria de dosimetrie door dezelfde instantie is verzorgd, evenals de constructie van de meeste blootstellingsopstellingen.

De conclusie uit het onderzoek is, dat effecten van radiofrequente elektromagnetische velden bij veldsterktes onder de huidige blootstellingslimieten, niet uitgesloten kunnen worden.

Deze conclusie is gebaseerd op het feit dat in sommige van de onderzochte cellijnen effecten zijn gevonden die lijken te wijzen op schade aan het DNA.

In haar Jaarbericht 2005 concludeert de Gezondheidsraad dat :

‘de wetenschappelijke aanwijzingen voor effecten van RF EM velden (*DNA-schade*) bij lage SAR-waarden erg zwak zijn’.

Deze conclusie is gebaseerd op:

- Het ontbreken van een eenduidig beeld doordat onderzoek is verricht aan verschillende celsystemen en er geen interlaboratorium validatie heeft plaatsgevonden. Hierdoor is het noodzakelijk dat er alsnog replicatie van het onderzoek wordt uitgevoerd;
- Het gebruik van een analyse methode (Comet-assay) waarvan het signaal zwak is en de beoordeling subjectief;
- Het ontbreken van een dosis-effectrelatie;
- Het ontbreken van een positieve controle door bijvoorbeeld ioniserende straling.

3.4 Kanker

Sinds 1992 zijn 12 wetenschappelijke publicaties verschenen over de relatie tussen blootstelling aan radiofrequente velden in de nabijheid van radio- en tv-zenders en kanker.

De publicaties die tot 2002 zijn verschenen, zijn door de ICNIRP (Ahlbom et al., 2004) in een review opgenomen. In het Jaarbericht 2005 van de Gezondheidsraad worden dezelfde onderzoeken besproken, aangevuld met vier recente publicaties. In het Jaarbericht 2005 van de Gezondheidsraad worden eveneens twee publicaties over de resultaten van onderzoek naar de relatie tussen GSM-basisstations en kanker besproken.

In onderstaande worden de conclusies uit beide reviews besproken. Voor de bespreking van de afzonderlijke onderzoeken wordt verwezen naar beide genoemde publicaties.

Radio- en TV-zenders en kanker

In onderstaande tabel staan de publicaties die in een review van de ICNIRP worden besproken (Ahlbom et al., 2004). Hierin wordt geconcludeerd dat:

‘ondanks ogenschijnlijk positieve relaties in sommige analyses (Hocking et al., 1996; Michelozzi et al., 2002) tussen nabijheid (*van radio of tv-zenders*) en een verhoogde incidentie van leukemie, de resultaten niet consistent zijn gebleken, noch binnen noch tussen onderzoeken, en geen relatie tonen met het blootstellingsniveau’.

Als oorzaken hiervoor worden de verscheidenheid aan bronnen, geen goede schatting van de blootstelling, kleine aantallen patiënten (cases) en selectieve selectie genoemd.¹⁸

De Gezondheidsraad (GR, 2005) concludeert:

‘Het totaalbeeld is dat er onvoldoende bewijs is voor een verband tussen het wonen in de directe omgeving van een radio- of televisiezender en een verhoogde kans op leukemie of enige andere vorm van kanker’.

Referentie	Bron	Effect	OR*	Locatie
<i>Publicaties uit review van ICNIRP (Ahlbom et al., 2004) en Gezondheidsraad (Jaarbericht 2005)</i>				
Sevin et al. 1992	TV-antenne Middengolf	- Kanker bij kinderen - Leukemie bij kinderen	- Random verdeeld - Random verdeeld	San Francisco (USA)
Maskarinec et al. 1994	Radio Lange golf	- Leukemie bij kinderen	2,0 (0,06-8,3)	Hawaii
Hocking et al. 1996	TV-antenne	- Leukemie - Leukemie bij kinderen	1,24 (1,09-1,40)** 1,58 (1,07-2,34)**	Sydney
Dolk et al. 1997b	TV en FM radio	- Leukemie bij volw.	1,83 (1,22-2,74)**	Sutton Coldfield
Dolk et al. 1997a	TV en FM radio	- Leukemie	0,97 (0,78-1,21)	Groot Brittannië
McKenzie et al. 1998	TV-antennes	- Leukemie bij kinderen		Sydney
Cooper et al. 2001	TV en FM radio	- Leukemie - Leukemie bij kinderen	1,32 (0,81-2,05) 1,13 (0,03-6,27)	Sutton Coldfield
Michelozzi et al. 2002	Radiostation	- Leukemie bij volw. - Leukemie bij kinderen	2,2 (1,0-4,1)** 1,2 (0,8-1,8)	Vaticaan
<i>Publicaties uit review van Gezondheidsraad (Jaarbericht 2005)</i>				
Hocking & Gordon 2003	TV-antennes	- Leukemie bij kinderen	n.v.t.	Sydney
Hallberg & Johansson 2002	FM-zender	- Melanomen	-	Zweden, Noorwegen, Denemarken, V.S.
Hallberg & Johansson 2004	FM-zender	- Melanomen	-	idem
Park et al. 2004	AM-radiozender	- Kanker	-	Zuid-Korea

¹⁸ Ter informatie de volledige tekst: *The research on community exposure to RFs and cancer gives a very weak test of the possibility of a relation. Diverse exposure sources, poorly estimated population exposures, small numbers of cases, and selective investigation in response to cluster concerns have resulted in a literature that is inconclusive. Despite apparent positive relations between proximity and leukaemia incidence in some analyses (Hocking et al. 1996; Michelozzi et al. 2002), the results have not been consistent within or between studies and do not show relations to RF exposure levels. It seems to us that a prerequisite for a new generation of informative studies to emerge is the use of an RF meter.*

* OR: De odds ratio is de verhouding van de kansen op een bepaalde gebeurtenis van degenen die wel en degenen die niet aan een bepaalde risicofactor (hier RF EM velden) worden blootgesteld. De term wordt gebruikt in patiënt-controle onderzoek. Indien er sprake is van een zeldzame aandoening is de odds ratio (net zoals het relatief risico bij vervolgonderzoek) op te vatten als de factor waarmee de kans op een aandoening toeneemt bij een bepaalde blootstelling. Een odds ratio of relatief risico van 1 betekent dat er geen verhoogd risico op een aandoening is. De onzekerheid rond een gemiddelde waarde wordt gegeven in het 95 procent betrouwbaarheidsinterval, dat de grenzen aangeeft waarbinnen het risico zich met 95 procent zekerheid bevindt. Indien 1 is ingesloten in het betrouwbaarheidsinterval, dan is er een sprake van een statistisch niet-significant verband.

Indien getoetst wordt met een significantie drempel van 5% betekent dit dat er een kans van 1/20 is dat er een statistisch significant verschil wordt gevonden dat toe te schrijven is aan toeval. Als er dus 20 onderzoeken worden gedaan, zal bij één van die onderzoeken het statistisch significante verschil kunnen worden verklaard door toeval.

** Statistisch significant.

GSM-basisstations en kanker

In 2004 zijn de eerste twee onderzoeken naar de relatie tussen GSM-basisstations en kanker verschenen. De Gezondheidsraad concludeert in haar Jaarbericht 2005:

'Helaas zijn beide onderzoeken niet op een goede manier opgezet en uitgevoerd. De commissie is het dan ook niet eens met de conclusie van beide onderzoeken dat er een verband gevonden is tussen het wonen in de nabijheid van een basisstation en het voorkomen van kanker'.

De onderzoeken voldoen niet aan de eis dat de blootgestelde populatie volledig in kaart is gebracht en is vergeleken met een goed omschreven controlegroep. Verder is de blootstelling niet nauwkeurig bepaald en is geen rekening gehouden met alle relevante parameters en mogelijk versturende factoren.

Referentie	Bron	Effect	Locatie
<i>Publicaties uit review van Gezondheidsraad (Jaarbericht 2005)</i>			
Eger et al., 2004	GSM-basisstation	- Kanker	Naila, Duitsland
Wolf & Wolf, 2004	GSM-basisstation	- Kanker	Netanya, Israël

Vanwege de actualiteit van beide genoemde onderzoeken en de vele vragen die hierover worden gesteld, volgt in onderstaande een korte beschrijving.

Onderzoek in Naila, Duitsland van Eger e.a. (2004)

In dit patiënt-controle onderzoek zijn door een groep huisartsen in Naila, Beieren, gegevens verzameld van het aantal nieuwe gevallen van kanker in de periode 1994-2004. De gegevens van de groep die binnen 400 meter van een GSM-basisstation woonden zijn vergeleken met de groep die verderaf woonden en tevens met een referentiegroep uit Saarland, in het westen van Duitsland. Het basisstation was in 1993 in gebruik genomen. Uit het onderzoek blijkt dat de incidentie van kanker bij patiënten die de laatste 10 jaar binnen een afstand van 400 m van het GSM-basisstation woonden significant hoger was dan bij patiënten die verder weg woonden. Tevens bleek dat de eerste groep op gemiddeld jongere leeftijd ziek werd. De incidentie van melanomen was de laatste 5 jaar verdrievoudigd.

De resultaten zijn niet gepubliceerd in een peer-reviewed tijdschrift en er zijn enkele methodologische onvolkomenheden waardoor het niet mogelijk is om conclusies te trekken. Belangrijke informatie die ontbreekt in het onderzoek zijn gegevens over risicofactoren, zoals roken, beroepsgerelateerde factoren en sociaal-economische status. Het is mogelijk dat de patiëntengroep uit de huisartsenpraktijk niet vergelijkbaar is met de controlegroep, omdat ze uit resp. oost- Beieren en het westen van Duitsland komen. Mogelijk is er een verschil in de incidentie in beide gebieden. Dit is niet onderzocht.

Een ander belangrijk bezwaar is het ontbreken van gegevens over de blootstelling. Als blootstellingsmaat is de afstand tot de zender genomen. Hiervan is in het algemeen bekend dat dit geen goede maat is en zeker niet in dit specifieke geval omdat in hetzelfde gebied in 1997 een 2^e mast in gebruik is genomen.

Onderzoek in Netanya, Israël door Wolf & Wolf (2004)

In dit patiënt-controle onderzoek is een groep patiënten van een kliniek (n=622) vergeleken met een groep uit een andere kliniek (n=1222). De eerste groep woonde binnen een straal van 350 m van een basisstation. Eén jaar na in gebruik name van het basisstation zijn bij beide groepen gedurende één jaar het aantal nieuwe gevallen van kanker geregistreerd. Daarnaast is de incidentie van kanker vergeleken met de incidentie in geheel Netanya en geheel Israël.

Uit dit onderzoek blijkt dat de incidentie van kanker bij vrouwen in de eerste groep significant hoger is ten opzichte van de tweede groep en van de gehele populatie van Netanya.

Het belangrijkste bezwaar bij dit onderzoek is de latentieperiode. De periode tussen plaatsing van het basisstation en het vaststellen van een tumor is te kort voor het zich manifesteren van o.a. ovarium-, mamma- en longcarcinoom.

Daarnaast speelt nog het probleem dat mogelijk niet sprake is van een representatieve steekproef. Voor beide groepen geldt dat niet bekend is of de onderzochte personen mogelijk verschillen van degenen die de klinieken niet bezochten. Ook in dit onderzoek ontbreken gegevens over blootstelling.

Bij de vergelijking van de incidentie met die van geheel Netanya zijn rekenfouten gemaakt en bij de vergelijking met geheel Israël is de incidentie in het gehele land van ongeveer 5 jaar ervoor gebruikt.

3.5 Algemene gezondheidstoestand rondom zendinstallaties

Algemene gezondheidsklachten zoals vermoeidheid, slaapstoornissen en hoofdpijn worden door sommige omwonenden van zendrichtingen toegeschreven aan radiofrequente velden. In een aantal onderzoeken is het optreden van algemene klachten onder invloed van blootstelling aan radiofrequente velden bestudeerd. In een review van Ahlbom (2004) en in het Jaarbericht 2003 van de Gezondheidsraad (GR,2004) worden de tot dusverre verrichte onderzoeken beschreven en wordt geconcludeerd dat aan deze onderzoeken methodologische bezwaren kleven. Het belangrijkste bezwaar is dat genoemde klachten in de algemene bevolking frequent voorkomen en dat in de onderzoeken werd gevraagd naar

het optreden van deze klachten in relatie tot blootstelling aan EM velden afkomstig van o.a. basisstations. Een dergelijke opzet werkt selectie in de hand, zeker als de ondervraagde op de hoogte is van het doel van het onderzoek.

De Gezondheidsraad (2004) concludeert dat:

'klachten van uiteenlopende aard die door sommigen aan blootstelling aan EM velden worden toegeschreven, op grond van onderzoek niet oorzakelijk met een dergelijk blootstelling in verband gebracht kunnen worden'.

In onderstaande worden enkele relevante onderzoeken besproken.

Kortegolfzenders

In een Zwitsers onderzoek (Altpeter e.a., 1995) naar gezondheidsklachten rondom de kortegolfzender bij Schwarzenburg werd een relatie gelegd met slaapstoornissen. Er bestaan echter twijfels over de opzet en de implementatie van dit onderzoek (GR, 2000).

In een Nederlands onderzoek rond de kortegolfzender Zeewolde (5 – 20 MHz) is geen relatie gevonden tussen gezondheidsklachten en het wonen in de nabijheid van de zender (Kouw, 1997).

Basisstations

Enkele jaren geleden zijn twee onderzoeken uit Frankrijk (Santini e.a., 2003) en Spanje (Navarro e.a., 2001) gepubliceerd waarin een relatie is gelegd tussen het wonen in de nabijheid van een GSM-basisstation en algemene gezondheidsklachten zoals vermoeidheid, hoofdpijn, misselijkheid en duizeligheid. Beide onderzoeken hebben echter als belangrijk bezwaar dat de deelnemers werden aangezocht met de boodschap dat het ging om onderzoek naar het optreden van klachten rondom basisstations. Het Franse onderzoek had nog als nadeel dat de blootstelling niet is gemeten, maar is bepaald als afstand tot het basisstation. Het Spaanse onderzoek had als nadeel dat niet is gecorrigeerd voor gebruik van een mobiele telefoon, terwijl de groep die dichterbij het basisstation woonde hiervan aanzienlijk vaker gebruik maakte (30%) dan de groep die op grotere afstand woonde (17%).

Recent is een Oostenrijks onderzoek gepubliceerd naar gezondheidsklachten en cognitieve prestaties bij mensen die nabij een GSM-mast (900 MHz) wonen (Hutter et al, 2006). Het onderzoek is zowel uitgevoerd in de stedelijke omgeving (Wenen) als in een landelijke omgeving (dorpen rond Wenen). In het onderzoek is rekening gehouden met versturende variabelen zoals SES (opleiding en beroep) en persoonlijk gebruik van een mobiele telefoon. Uit het onderzoek blijkt dat bij hogere blootstelling ($> 0,5 \text{ mW/M}^2$)¹⁹ meer hoofdpijn, koude handen en voeten en concentratieproblemen worden gemeld. Deze effecten konden niet worden toegeschreven aan angst voor zendmasten. In dit onderzoek is recall bias voorkomen door de deelnemers niet te vragen naar hun blootstelling, maar door een meting uit te voeren in de slaapkamer, echter deze meting was van korte duur en de werkelijke

¹⁹ In dit onderzoek is de blootstelling uitgedrukt in mW/m^2 en niet zoals gebruikelijk in V/m . De relatie is als volgt $E = \sqrt{\text{PFD} \cdot 120n}$, waarin E = elektrische veldsterkte in V/m en PFD = Powerflux density in W/m^2 . Voorbeeld: een vermogensdichtheid van 10 W/m^2 leidt tot een elektrische veldsterkte van: $E = \sqrt{(10 \cdot 120n)} = 61,4 \text{ V/m}$.

blootstelling van de deelnemers is niet vastgesteld. Coggon (2006), die het artikel van commentaar heeft voorzien, vermeldt als belangrijkste beperking van het onderzoek dat niet is gecorrigeerd voor de toepassing van verschillende testen (toets voor multiple comparisons) zoals dat achteraf wel is gedaan voor het TNO-onderzoek. Hierdoor kan het zijn dat de gevonden associaties toeval zijn. Ook meldt hij dat als er al sprake is van een associatie, geen biologisch mechanisme bekend is. Ook uit dit onderzoek wordt geconcludeerd dat nader onderzoek nodig is.

3.6 Cognitieve prestaties en ervaren welzijn

In het rapport van de Gezondheidsraad over GSM-basisstations (2000) wordt op grond van de tot dan toe verrichte onderzoeken naar de invloed van blootstelling aan radiofrequente velden op cognitieve functies geconcludeerd dat een effect niet kan worden uitgesloten, maar dat meer goed opgezet onderzoek nodig is.

Dit is aanleiding geweest tot het door TNO uitgevoerde COFAM²⁰-onderzoek naar de invloed van EM velden afkomstig van GSM- en UMTS-basisstations op cognitieve prestaties en ervaren welbevinden (Zwamborn e.a., 2003).

In dit onderzoek werd o.a. een relatie gevonden tussen de blootstelling aan het UMTS-sigitaal en welbevinden. Achteraf zijn er een aantal zwakheden in de proefopzet geconstateerd, met name het geringe aantal deelnemers en de vraag of de voor het bepalen van het welbevinden gebruikte vragenlijst daarvoor in deze opzet wel een geschikt meetinstrument was. Besloten is dezelfde hypothese t.a.v. UMTS aan een replicatieonderzoek te onderwerpen met een verbeterde proefopzet en methodiek. Dit onderzoek is uitgevoerd in Zwitserland (Regel et al, 2006). In het Zwitserse onderzoek is geen enkel significant effect op cognitieve prestaties en ervaren welzijn gevonden.

De deelnemersgroepen van beide onderzoeken waren gemengd opgezet, d.w.z. enerzijds namen proefpersonen deel die aangaven overgevoelig te zijn voor de EM-velden van basisstations; het andere deel van de proefpopulatie had geen klachten op dit vlak. Zie de tabel hieronder voor informatie over de omvang van beide groepen.

De beide onderzoeken zijn uitgevoerd in ruimten die voor wat betreft radiofrequente velden waren afgeschermd van de buitenwereld (zgn. anechoïsche kamers).

Beide onderzoeken zijn dubbelblind uitgevoerd, d.w.z. noch de proefpersoon, noch de onderzoekers wisten of er een signaal uit de antennes kwam, en zo ja, welk signaal, of welke signaalsterkte.

In beide onderzoeken dienden cognitieve testen te worden uitgevoerd o.a. voor reactiesnelheid en geheugen. Ook hebben alle deelnemers vragenlijsten ingevuld met vragen die op diverse aspecten van het welbevinden betrekking hadden o.a. over duizeligheid, vermoeidheid en nervositeit.

In het TNO onderzoek was de blootstelling vergelijkbaar met die afkomstig van GSM en UMTS basisstations zoals die op straat en in woningen maximaal is gemeten, resp. 0,71 en 1 V/m.

²⁰ COFAM: *Cognitive Function And Mobiles*

In het Zwitserse replicatieonderzoek is alleen UMTS onderzocht. Hier is een blootstellingsniveau toegepast zoals bij TNO (1 V/m), en tevens een veldsterkte die tien maal sterker is (10 V/m), en die daarmee veel sterker is dan wat in een normale huisomgeving gebruikelijk is. In beide onderzoeken zijn ook 'placebo-signalen' toegepast, d.w.z. bepaalde 'blootstellingsmomenten' bestonden eruit dat er geen enkel signaal uit de antennes kwam.

Overzicht van verschillen onderzoeksopzet van beide onderzoeken

	TNO	Zwitserland
Onderzocht signaal	- GSM 0,71 V/m - UMTS 1 V/m - Signaalloos / placebo	- UMTS 1 V/m - UMTS 10 V/m - Signaalloos / placebo
Omvang testgroepen	24 pers. met aan EM velden toegeschreven klachten 24 pers. zonder dergelijke klachten	33 pers. met klachten 84 pers. zonder klachten
blootstellingsduur	deelnemers zijn driemaal gedurende ongeveer 30 minuten blootgesteld, met tussenpauzes van 15 à 30 minuten. De gehele test viel binnen het tijdsbestek van één dagdeel	deelnemers zijn 3 maal 45 minuten blootgesteld, steeds met tussenpozen van een week
testmomenten voor, tijdens of na blootstellingsmoment	Tijdens: cognitieve test Na afloop: vragenlijst welbevinden	Vooraf: vragenlijst welbevinden Tijdens: cognitieve test Na afloop: twee vragenlijsten naar welbevinden
Gevonden effecten	GSM: geen effect gevonden UMTS: zie hieronder	Geen effecten gevonden

In het TNO onderzoek werd gevonden:

- een statistisch significante relatie tussen de blootstelling aan het UMTS-signaal en het ervaren welzijn van de proefpersonen, d.w.z. zij voelden zich gemiddeld tijdens de blootstelling minder prettig. Deze relatie is significant en is voor beide groepen gevonden;
- statistisch significante relaties tussen blootstelling aan RF velden en enkele cognitieve testen, met veelal een verbetering van de prestaties

De Gezondheidsraad (2004) heeft dit onderzoek uitgebreid beoordeeld en kwam tot de volgende conclusies:

de opzet en de uitvoering zijn van goede kwaliteit; er dienden extra analyses te worden uitgevoerd met een correctie voor meervoudige vergelijkingen. Na deze correctie bleek dat de resultaten van de cognitieve functietesten slechts op één onderdeel, de geheugen-vergelijkingstest, en alleen in de groep zonder klachten, bij UMTS blootstelling een klein verschil te zien gaf tussen blootstelling en simulatie; er waren twijfels of de gebruikte vragenlijst geschikt was voor het scoren van welbevinden in dit type onderzoek;

In het Zwitserse replicatieonderzoek werd gevonden:

- vergeleken met de controlesituatie leidde geen van beide UMTS-blootstellingen van 1 of 10 V/m tot een verandering van welbevinden.
- met betrekking tot de cognitieve prestaties kon geen consistente invloed van UMTS-velden worden aangetoond.
- de proefpersonen, zowel de gevoelige als de niet-gevoelige groep, waren niet in staat om UMTS elektromagnetische velden waar te nemen.
- proefpersonen uit de elektrogevoelige groep voelden zich, onafhankelijk van de veldsterkte, over het algemeen sterker blootgesteld dan personen uit de niet elektrogevoelige groep en zij rapporteerden ook meer symptomen. Dit is een aanwijzing dat er bij deze proefpersonen een wisselwerking bestaat tussen dat waar mensen aan denken te worden blootgesteld en het welbevinden.

Tot slot wijzen de onderzoekers er op dat in het onderzoek alleen een kortdurende blootstelling is onderzocht in relatie tot een directe verandering in het welbevinden of cognitieve vermogens. Er kunnen geen conclusies worden getrokken over andere kortetermijneffecten of over de effecten van langdurige blootstelling aan EM velden. Het RIVM plaatst in haar beoordeling van het Zwitserse onderzoek eveneens de kanttekening dat de resultaten niet zonder meer te extrapoleren zijn buiten de experimentele laboratoriumcondities en het beperkte scala van gemeten eindpunten (Pruppers et al, 2006).

3.7 Contactstroom

Niet-geaarde metalen voorwerpen kunnen bij blootstelling aan elektromagnetische velden met frequenties lager dan 100 MHz opgeladen worden. Deze metalen voorwerpen fungeren als het ware als een antenne, die energie in de vorm van EM velden kunnen aftappen. Bij aanraking van grote voorwerpen, zoals bussen, hijskranen, windmolens en stagen van boten, kunnen contactstromen ontstaan, ook wel ontladingsstroom genoemd. Bij frequenties tussen 300 Hz en 100 kHz kunnen dergelijke stromen resulteren in pijnlijke prikkeling van zenuwen en spieren. Bij frequenties tussen ongeveer 100 kHz en 100 MHz kunnen voldoende sterke contactstromen leiden tot verbranding wanneer zij het lichaam via een klein oppervlak, bijvoorbeeld een vingertop, binnendringen (Gezondheidsraad, 1997, § 2.5.3). De begrenzing van de frequenties geeft al aan dat bij zendinstallaties voor mobiele telefonie geen contactstromen te verwachten zijn. Bij omroepzenders voor radio en tv zijn contactstromen wel mogelijk. In de praktijk komt contactstroom in de omgeving van omroepzenders alleen voor in de arbeidssituatie, bijvoorbeeld bij windmolens.

Contact- of ontladingsstroom dient niet te worden verward met elektrostatische ontlading, die ontstaat door statische oplading (statische elektrische velden, 0 Hz), waarbij op het lichaamsoppervlak een elektrische lading wordt opgewekt.

3.8 Elektromagnetische compatibiliteit

Elektromagnetische interferentie kan storing veroorzaken bij pacemakers en cochleaire implantaten en op deze wijze de gezondheid indirect nadelig beïnvloeden (GR, 1997). In § 2.7 is hier reeds op ingegaan.

3.9 Elektrische overgevoeligheid

Elektrische overgevoeligheid en gezondheidsklachten

Een groeiend aantal mensen schrijft gezondheidsklachten toe aan blootstelling aan EM velden en benoemen die als 'Elektrische overgevoeligheid'. Schattingen van het aantal mensen lopen uiteen van één op de duizend tot één op de miljoen (Irvine, 2005) tot één op de honderd (Werkgroep elektrische overgevoeligheid, 2005).

Zowel laagfrequente (ELF EM velden: elektriciteitsvoorziening) als hoogfrequente velden (RF EM velden: Radio- en TV-zenders, GSM, UMTS, mobiele telefoons) zouden hiervoor verantwoordelijk kunnen zijn. Gezondheidsklachten die worden gemeld variëren van huidproblemen tot vermoeidheid, hoofdpijn en concentratieproblemen. Mensen die hun klachten toeschrijven aan elektrische overgevoeligheid, zeggen ook vaak last te hebben van overgevoeligheid voor chemische stoffen (MCS; multiple chemical sensitivity syndrome), voedselallergie en hooikoorts (Werkgroep elektrische overgevoeligheid, 2005).

In een review uit 2005 van Rubin et al van provocatiestudies waarbij mensen met elektrische overgevoeligheid onder dubbelblinde omstandigheden zijn blootgesteld aan EM velden wordt geen relatie gevonden tussen de aanwezigheid van EM velden en de ernst van symptomen. De WHO (2004), de Health Protection Agency (Irvine, 2005) en de Gezondheidsraad (2005) concluderen dat een causale relatie niet is aangetoond. Er zijn wel aanwijzingen voor een verband tussen het optreden van klachten en het feit dat men zich zorgen maakt over de aanwezigheid van (bronnen van) EM Velden (GR, 2005). De Gezondheidsraad (2005) beveelt nader onderzoek aan, bijvoorbeeld een provocatie onderzoek bij frequenties waarvoor men zegt gevoelig te zijn.

Recent zijn de resultaten van een dergelijk provocatie-onderzoek gepubliceerd door Rubin et al. (2006). Het onderzoek is dubbelblind uitgevoerd bij twee groepen van elk 60 personen, een groep van 'gevoelige' personen en een controlegroep. De 'gevoelige' groep bestond uit mensen met hoofdpijnklaften die zij toeschreven aan blootstelling aan het gebruik van een mobiele telefoon (GSM). Beide groepen werden blootgesteld aan een signaal vergelijkbaar met een GSM-900 mobiele telefoon (pulserend), een niet-pulserend continu signaal en een blanco. Het onderzoek was gericht op hoofdpijn en de ernst daarvan.

Al hoewel tijdens de 'blootstelling' hoofdpijn werd gerapporteerd, bleek er geen verschil te zijn tussen beide groepen en was de mate van hoofdpijn niet gerelateerd aan de mate van blootstelling. De 'gevoelige' groep kon niet aangeven of het GSM-signaal of de blanco situatie werd aangeboden.

Op grond hiervan concluderen de onderzoekers dat er geen bewijs is dat personen die gevoelig zeggen te zijn voor signalen van mobiele telefoons zulke signalen kunnen detecteren of dat zij reageren met toename van de ernst van hun klachten. Omdat de blanco situatie bij sommige personen ernstige klachten veroorzaakte, worden psychologische factoren als mogelijke oorzaak genoemd.

Het waarnemen van EM velden

Uit onderzoeken van Leitgeb & Schrottner (2003) en van Mueller et al (2002) blijkt dat sommige mensen in staat zijn om EM velden waar te nemen, maar dit vernogen is niet gerelateerd aan het optreden van klachten.

Uit het hiervoor beschreven onderzoek van Rubin et al (2006) blijkt echter dat de 'gevoelige' groep niet kon aangeven of het GSM-signaal of de blanco situatie werd aangeboden. En uit het Zwitserse onderzoek, met een controlesituatie zonder blootstelling en twee blootstellingssituaties van een UMTS-basisantenne met een veldsterkte van 1 resp. 10 V/m, blijkt dat de proefpersonen, zowel de gevoelige als de niet-gevoelige groep, niet in staat waren om UMTS elektromagnetische velden waar te nemen (Regel et al, 2006).

3.10 Eisen aan onderzoek

De resultaten van onderzoek, en daarmee het bestaan van een effect, staan regelmatig ter discussie omdat ze niet zouden voldoen aan de eisen voor goed wetenschappelijk onderzoek. De Gezondheidsraad geeft om deze reden in haar Jaarrapport van 2005 en in haar advies voor onderzoeksvoorstellen een overzicht van deze eisen (GR 2005, GR 2006).

De eisen aan het onderzoek zijn als volgt:

- Het onderzoek is van goede kwaliteit volgens de in de wetenschappelijke wereld gangbare normen;
- Het onderzoek is gepubliceerd in internationaal gerefereerde (peer-reviewed) tijdschriften van algemeen in de wetenschappelijke wereld geaccepteerde goede kwaliteit;
- De resultaten van het onderzoek zijn reproduceerbaar gebleken (voor laboratoriumonderzoek) of consistent (voor epidemiologisch onderzoek) op grond van onderzoek als hiervoor bedoeld, dat is uitgevoerd door andere, onafhankelijke onderzoekers;
- Het onderzoeksresultaat is onderbouwd met een kwalitatieve analyse, die leidt tot de conclusie dat er een statistisch significante relatie bestaat tussen blootstelling en effect. Voor epidemiologische onderzoek geldt daarbij dat een oorzakelijk verband aannemelijker wordt naarmate de associatie sterker is;
- De sterkte van het effect is gerelateerd aan de sterkte van de prikkel, ofwel: er is een dosis-responsrelatie.

De eisen voor een goede onderzoeksopzet zijn als volgt:

- De blootstelling moet goed vastgelegd worden. Een goede dosimetrie is een absolute en fundamentele eis voor elk onderzoek;
- Er moet binnen het onderzoek voldoende contrast in blootstelling zijn;
- Er moeten objectief meetbare eindpunten worden gebruikt. Bij onderzoek naar subjectieve eindpunten zoals gezondheidsklachten dient een experimentele opzet toegepast te worden waarin een objectieve bepaling mogelijk is.

3.11 Conclusie

De conclusie over de effecten van RF EM velden is als volgt:

- RF EM velden kunnen een nadelig gezondheidseffect hebben. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen thermische effecten (opwarming) en effecten door geïnduceerde stroom (stimulering van spieren en zenuwen door elektrische stroompjes). Voor deze effecten zijn blootstellingslimieten opgesteld. Deze niveaus komen in de woon- en leefsituatie zo goed als nooit voor.
- Er zijn geen aanwijzingen dat RF EM velden kanker of andere langetermijneffecten kunnen veroorzaken.
- In een eerste hypothese genererend onderzoek door TNO (COFAM) naar cognitieve prestaties en ervaren welzijn is een kleine maar significante relatie gevonden tussen blootstelling aan UMTS-signalen en één van de cognitieve testen resp. de score voor welbevinden. Op grond van een advies van de Gezondheidsraad is het TNO onderzoek in Zwitserland gerepliceerd. In dit onderzoek vond blootstelling plaats aan UMTS-signalen van verschillende sterkte (1 resp. 10 V/m) en werden twee vragenlijsten gebruikt: de lijst uit het TNO onderzoek en een verbeterde vragenlijst. Uit het Zwitserse onderzoek blijkt geen consistent verband tussen kortdurende blootstelling aan EM velden van UMTS-zenders en effecten op welbevinden en cognitieve prestaties.

4 Toetsingskader

4.1 Wet- en regelgeving en beleid

De Nederlandse wet- en regelgeving en het beleid is vastgelegd in het Nationaal Antennebeleid (Ministerie V&W, 2000). Hierin staat dat in Nederland de Europese blootstellingslimieten gelden (Europese Raad, 1999; zie § 4.2). Deze zijn geheel gebaseerd op de thermische effecten (opwarming) en effecten door geïnduceerde stroom (stimulatie van spieren en zenuwen door elektrische stromen) van RF EM velden op biologische structuren (zie § 3.2).

De Nederlandse overheid acht het niet noodzakelijk om deze waarden aan te scherpen, zoals in sommige andere Europese landen uit voorzorg wel wordt gedaan (zie § 4.3). Het voorzorgbeginsel kan worden toegepast als er 'een redelijk vermoeden van een ernstig²¹ (of onomkeerbaar) gezondheidsrisico is, maar dit niet onomstotelijk wetenschappelijk is aangetoond'. Voorzorgsmaatregelen kunnen uiteenlopen van het aanpassen van blootstellingslimieten tot het volgen van de resultaten van wetenschappelijk onderzoek en het informeren van de bevolking daarover.

De Gezondheidsraad concludeert dat epidemiologisch onderzoek naar korte- en langetermijneffecten zoals effecten op de algemene gezondheidstoestand, kanker en effecten op de voortplanting tot nog toe geen aanwijzingen hebben opgeleverd dat, bij niveaus waaraan mensen gewoonlijk worden blootgesteld, gezondheidseffecten te verwachten zijn (GR, 2003 & 2005). Ook de experimenten uit het TNO onderzoek (COFAM) en het Zwitserse onderzoek naar welbevinden en cognitieve prestaties geven hiertoe geen aanleiding (Zwamborn, 2003; Regel et al, 2006). Er zijn echter nog wel wetenschappelijke onzekerheden over de eventuele invloed van het gewijzigde blootstellingspatroon en over de betekenis van de rapportage van soms ernstige gezondheidsklachten (GR, 2006). Deze zijn voor de rijksoverheid aanleiding geweest om een onderzoeksprogramma te starten. De Gezondheidsraad heeft hierover een advies uitgebracht met aanbevelingen voor nader onderzoek en het opzetten van een kennis- en onderzoekscentrum (2006).

De Nederlandse overheid vindt het niet noodzakelijk om maatregelen te nemen in relatie tot verhaalbaarheid van eventuele (gezondheids)schade (brief Min. VROM aan Tweede Kamer, 22-3-2006; zie bijlage 6).

Nederlandse regelgeving voor RF EM velden is gebaseerd op Europese blootstellingslimieten.

In Nederland wordt het volgende beleid toegepast:

- Geen reductie van blootstelling
- Wel starten onderzoeksprogramma
- Wel opzetten van kennis- en onderzoekscentrum

Let op!! Het Nationaal Antennebeleid geldt voor alle antennes, dus voor alle RF EM velden.

²¹ Zie <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>

4.2 Europese blootstellingslimieten: basisrestricties en referentieniveaus

In de Nederlandse regelgeving wordt uitgegaan van de in Brussel voor de Europese Gemeenschap aangegeven blootstellingslimieten (zie § 4.1). Deze limieten zijn gebaseerd op de thermische effecten (opwarming) en effecten door geïnduceerde stroom ten gevolge van RF EM velden (zie § 3.2).

In onderstaande wordt ingegaan op de afleiding van deze blootstellingslimieten. Zowel door de Gezondheidsraad als door de ICNIRP²² zijn blootstellingslimieten afgeleid (GR, 1997; ICNIRP, 1998). De waarden van de ICNIRP worden algemeen geaccepteerd en staan in onderstaande tabel.

Voor de afleiding van de blootstellingslimieten zijn allereerst de waarden nodig waaronder géén nadelige effecten optreden. Deze zijn in § 3.2 besproken en worden in de 3^e kolom van onderstaande tabel herhaald.

ICNIRP heeft op grond van deze waarden, met toepassing van veiligheidsfactoren, 'basisrestricties'²³ opgesteld (1998). De veiligheidsfactor die voor de algemene bevolking is toegepast, is 50. Deze staan in de 4^e kolom van onderstaande tabel.

Frequentie	Blootstellingsmaat	Waarde waarbij géén nadelig effect (zie § 3.2)	Basisrestrictie
300 Hz – 1 kHz	Stroomdichtheid (mA/m ²)	10	2
1 kHz – 100 KHz	Stroomdichtheid (mA/m ²)	f/ 100 (f in Hz)	f/500 (f in Hz)
100 kHz – 10 Mz	Stroomdichtheid (mA/m ²)	f/100 (f in Hz)	f/500 (f in Hz)
	SAR (W/kg)	4	0,08
10 MHz – 10 GHz	SAR (W/kg)	4	0,08
10 GHz – 300 GHz	Vermogensdichtheid (W/m ²)	1000	10*

* bij toenemende frequentie is correctie nodig voor blootstellingsoppervlak en -tijd: basisrestrictie wordt dan $6,8 \times f^{0,473}$ (f in GHz), zie GR, 1997 voor toelichting.

Omdat het in de praktijk niet mogelijk is om stroomdichtheid en SAR in de mens te meten, zijn op grond van deze 'basisrestricties' waarden afgeleid voor de elektrische en magnetische veldsterktes, de zogenaamde 'referentieniveaus'²⁴. Deze staan in onderstaande tabel.

Frequentie	Referentieniveau Elektrische veldsterkte (V/m)	Referentieniveau Magnetische veldsterkte (A/m)	Referentieniveau Magnetische fluxdichtheid (µT)
300 Hz – 800 Hz	250/f	4/f	5/f
800 Hz – 3 kHz	250/f	5	6,25
3 kHz – 150 kHz	87	5	6,25
150 kHz – 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f
1 MHz – 10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f

²² ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

²³ De Gezondheidsraad spreekt van basisbeperkingen, de EU van basisrestricties.

²⁴ De Gezondheidsraad spreekt van referentiewaarden, de EU van referentieniveaus.

10 MHz – 400 MHz	28	0,073	0,092
400 MHz – 2 GHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$
2 GHz – 300 GHz	61	0,16	0,2

NB: Voor de interpretatie van deze referentieniveaus gelden allerlei restricties. Hiervoor wordt verwezen naar het oorspronkelijke document (ICNIRP, 1998).

Samenvatting afleiding 'blootstellingslimieten'

1. Waarde waarbij geen nadelig effect (stroomdichtheid, SAR, vermogensdichtheid)
 ↓ toepassen van veiligheidsfactor
2. Basisrestricties/ -beperkingen (stroomdichtheid, SAR, vermogensdichtheid)
 ↓ afleiding waarden elektrische en magnetische veldsterkte
3. Referentieniveaus/ -waarden (veldsterkten)

Kanttekeningen bij referentieniveaus

- Deze basisrestricties en referentieniveaus zijn door de EU overgenomen in de EU-Aanbeveling 1999/519/EG maar gelden voor de algemene bevolking niet als bindend, d.w.z. dat het geen grenswaarden zijn maar aanbevelingen (Europese Raad, 1999). In de praktijk fungeren ze wel als zodanig via eisen die gesteld worden aan producten (productnormen). Dat 'basisrestricties' in de praktijk ook wel blootstellingslimieten worden genoemd is dus strikt gezien niet juist.
- De referentieniveaus zijn, strikt gezien, geen grenswaarden. Het zijn afgeleide waarden, die gezien kunnen worden als niveaus waarvan overschrijding aandacht en maatregelen vereist. Voor de interpretatie van de referentieniveaus gelden namelijk allerlei restricties en afhankelijk van de specifieke situatie moet worden nagegaan welk referentieniveau van toepassing is. In de praktijk worden meestal de referentieniveaus gebruikt. Als een referentieniveau wordt overschreden, betekent dit niet direct dat ook de basisrestrictie wordt overschreden, maar dat een nadere analyse nodig is of dat ook geldt voor de basisrestrictie (ICNIRP, 1998, blz 508).
- In de praktijk wordt in het verre veld meestal de elektrische veldsterkte gemeten en getoetst aan het bovengenoemde referentieniveau. In het nabije veld, zoals rond AM-zenders, dienen zowel de elektrische als de magnetische veldsterkte te worden gemeten en getoetst. Toetsing kan plaats vinden aan bovengenoemde referentieniveaus voor het verre veld. Strikt gezien kan dit niet maar in de ICNIRP guidelines (1998, blz. 510) wordt gesteld dat ook in het nabije veld hieraan getoetst kan worden en dat dit een conservatieve inschatting oplevert.

Referentieniveaus voor de meest gangbare toepassingen.

In onderstaande tabel staan referentieniveaus voor GSM- en UMTS-basisstations vermeld, zoals die voor de betreffende frequenties zijn afgeleid.

In woon- en werkruimten is de veldsterkte doorgaans < 1 V/m.

Antenne	Frequentie	Referentieniveau Elektrische veldsterkte
Mobilfoon, Paging, C2000, FM-omroep		28 V/m
TV		28-41 V/m
GSM-900	900 MHz	41 V/m
GSM-1800	1800 MHz	58 V/m
UMTS	2100 MHz	61 V/m

4.3 Europees beleid en uitvoering in andere Europese landen

De Europese Commissie beveelt lidstaten aan om zich te houden aan de basisrestricties en referentieniveaus zoals die door de ICNIRP zijn opgesteld. De meeste Europese landen gebruiken de basisrestricties als uitgangspunt en maken een onderscheid tussen restricties voor de arbeidssituatie en voor algemeen publiek. Dit is één van de redenen waardoor de uiteindelijke referentieniveaus per land kunnen verschillen (RDR²⁵, 2000).

In een overzicht van het RIVM (Bolte et al., 2004) wordt de wetgeving en het beleid ten aanzien van basisstations voor mobiele telefonie in dertien Europese landen vergeleken. Hieruit blijkt dat de Noord-Europese landen minder strikte regels hanteren dan de Zuid-Europese. Italië en Zwitserland hebben een eigen stelsel van lagere limieten. Zwitserland en Spanje kennen gevoelige gebieden zoals scholen en ziekenhuizen waarvoor geldt dat de belasting zo laag mogelijk gehouden moet worden. In onderstaande tabel worden de belangrijkste verschillen per land weergegeven. Daarnaast zijn er verschillen in beleid. België, Duitsland, Griekenland, Italië, Spanje en Zwitserland verlangen voor specifieke opstellingen een technisch dossier over de zendinstallatie en België, Frankrijk en Spanje hanteren een veiligheidszone voor het publiek.

Land	Beleid t.a.v. ICNIRP	Referentieniveaus voor algemene bevolking
België	Aangepaste ICNIRP	Strengere waarden (uit voorzorg voor langetermijneffecten toepassing veiligheidsfactor 1/200 i.p.v. 1/50 zoals ICNIRP)
Denemarken	Geen wetgeving	Hanteert net als Nederland de EU Aanbeveling als zacht advies
Duitsland	ICNIRP in wetgeving	
Finland	ICNIRP in wetgeving	
Frankrijk	ICNIRP in wetgeving	
Griekenland	ICNIRP in wetgeving, aangescherpte limieten	Strengere waarden (uit oogpunt van extra bescherming referentieniveau van 80% ICNIRP; wel zelfde basisrestrictie als ICNIRP)
Italië	Wetgeving met ander stelsel (drie soorten limieten)	Overall ICNIRP. Daarnaast strengere waarden in gevoelige gebieden bij verblijf > 4uur. Ten slotte 'streefwaarden' voor veel bezochte plaatsen zoals gebouwen met een sociale, gezondheids of recreatieve functie. Voor GSM bedragen de laatste twee limieten 6 V/m

²⁵ RDR: Rijksdienst voor Radiocommunicatie, het huidige Agentschap Telecom

Nederland	Geen wetgeving ²⁶ Wel productnormen	Hanteert net als Denemarken de EU Aanbeveling als zacht advies
Noorwegen	ICNIRP in wetgeving	
Oostenrijk	Aangepaste ICNIRP	Overall ICNIRP. In sommige Provincies (Länder) om politieke reden strenger beleid.
Spanje	ICNIRP in wetgeving met nadere regels	Overall ICNIRP. Verplichting om in gevoelige gebieden, zoals scholen en ziekenhuizen, de veldsterkte zo laag mogelijk te houden
Verenigd Koninkrijk	Hogere limieten	Vrijwillige overeenkomst om ICNIRP aan te houden
Zweden	Geen wetgeving	
Zwitserland	Wetgeving met ander stelsel (Twee soorten limieten)	Overall ICNIRP. Daarnaast uit voorzorg zo laag mogelijke waarden bij gevoelige gebieden zoals woongebieden, scholen en ziekenhuizen

4.4 Referentieniveaus voor contactstroom

Om de bevolking te beschermen tegen de gevolgen van contactstroom, zie § 3.7, zijn door de Gezondheidsraad en de ICNIRP referentieniveaus opgesteld (GR, 1997, blz. 71; ICNIRP, 1998). Deze referentieniveaus gelden ook als aanbeveling van de Europese Raad (1999):

Frequentie	Contactstroom (mA)
300 Hz - 2,5 kHz	0,5
2,5 kHz - 100 kHz	0,2xf (f in Hz)
100 kHz - 100 MHz	20

Vanwege het complexe karakter van dit onderwerp, kan bij vragen over dit onderwerp contact worden opgenomen met Agentschap Telecom. Vooraf dient in een gesprek te worden nagegaan of elektrostatische ontlading mogelijk de oorzaak van klachten kan zijn, zie § 3.7. Bij GSM- en UMTS-zendinstallaties (frequenties 900, 1800 en 2100 MHz) kan geen sprake zijn van elektrische schokken door contactstroom.

²⁶ Er wordt gewerkt aan wetgeving op dit vlak. Te verwachten rond eind 2006.

5 Advisering door GGD

De taak van GGD'en bestaat o.a. uit het adviseren van gemeenten over de gezondheidsrisico's van in dit geval RF EM velden door zendinrichtingen en over het te volgen communicatietraject in specifieke situaties. Tijdens dit communicatietraject behartigt de GGD een goede informatievoorziening naar burgers over het gezondheidsaspect, bijvoorbeeld in een brief van de gemeente aan bewoners of tijdens een door de gemeente te organiseren informatieavond. Daarnaast speelt de GGD een rol bij de beantwoording van vragen en klachten van bewoners.

In de hoofdstukken 5.1 en 5.2 wordt ingegaan op de advisering in specifieke situaties. In hoofdstuk 5.3 wordt informatie gegeven die zowel nuttig is bij de beantwoording van vragen in specifieke situaties als bij het beantwoorden van algemene vragen.

5.1 Betrokkenheid Gemeente en GGD bij plaatsing zendinrichtingen

Betrokkenheid Gemeente

De officiële betrokkenheid van de gemeente bij de plaatsing van zendinrichtingen hangt af van het type zendinrichting en de hoogte van de mast (zie § 2.5).

Type zendinrichting	Hoogte van de mast (indien van belang)	Vergunning	Aanvullende eis
Omroepzenders radio en tv	-	Bouwvergunning	-
Basisstation GSM en UMTS	> 40 m 5 - 40 m < 5 m	Bouwvergunning Lichte bouwvergunning Geen bouwvergunning	- - Volgens convenant*
TETRA: C2000	-	Geen bouwvergunning	-
Antenne Zendamateur	> 5 m boven dak < 5 m boven dak	Bouwvergunning Geen bouwvergunning	- -
Straalzender	-	Bouwvergunning	-
Land mobiele en aeronautische communicatie	-	Bouwvergunning	-

* In het Antenne-Convenant is een plaatsingsplan, voorlichtings- en toestemmingsprocedure opgenomen.

Bij zendinrichtingen waarbij een bouwvergunning nodig is, geldt een inspraakprocedure waarvoor de gemeente verantwoordelijk is. In dat geval kan de gemeente zorgdragen voor een goede communicatie, waarbij afhankelijk van de situatie een geschikt communicatiemiddel wordt toegepast.

Gemeenten kunnen overigens door wijziging van het bestemmingsplan gebieden aanwijzen waar plaatsing van vergunningplichtige zendmasten wel of niet mogelijk is, dus voorafgaande aan een daadwerkelijke aanvraag voor plaatsing. Dit is echter een lange procedure en mogelijk zal bij een specifieke aanvraag alsnog protest ontstaan.

Bij een GSM of UMTS-antenne waarvoor geen bouwvergunning nodig is, wordt, volgens het Antenne-Convention, door de operator(s) een plaatsingsplan opgesteld (Min. V&W, 2002)²⁷²⁸. Onderdeel van dit plan is dat de gemeente gevraagd wordt of zij het plan met de operator willen bespreken. In 1 à 2 besprekingen wordt gestreefd naar overeenstemming. Daarna is het plaatsingsplan definitief, ook als men niet tot overeenstemming is gekomen! Vervolgens wordt door de operator bij de eigenaar, van het gebouw waarop de zendmast wordt geplaatst, om toestemming gevraagd. Tot slot wordt bij de eventuele huurders (dus niet de omwonenden!) een (schriftelijke) instemmingsprocedure uitgevoerd. Het Antennebureau speelt bij de instemmingsprocedure een belangrijke rol in de communicatie. Zij is verantwoordelijk voor de klachtenprocedure en kan, indien gewenst, een bijdrage leveren aan een voorlichtingsbijeenkomst. Alleen als > 50 % van de bewoners van het gebouw waar de antenne op moet worden geplaatst (niet van het aantal uitgebrachte stemmen, maar van het aantal stemgerechtigde bewoners. Dus niet reageren betekent instemmen!) tegenstemt, kan de plaatsing niet doorgaan. Indien geen instemming is bereikt kan de operator besluiten tot een tweede instemmingsronde.

Doordat de voorlichting door de operator wordt georganiseerd, kunnen de bewoners het gevoel hebben dat de voorlichting niet onafhankelijk is. Hierdoor kan een gebrek aan vertrouwen ontstaan, waardoor de boodschapper niet wordt geloofd en onrust ontstaat. Ondanks dat de gemeente officieel een geringe rol heeft bij de plaatsing zijn er wel degelijk mogelijkheden voor een actieve inbreng. Zo kan de gemeente zich actief inzetten om de bewoners te informeren middels een eigen communicatietraject, bijvoorbeeld over het plaatsingsplan. De gemeente kan er ook voor kiezen om niet alleen de bewoners van het gebouw waar de antenne op moet worden geplaatst in haar communicatietraject te betrekken, maar ook omwonenden. De gemeente kan ook de instemmingsprocedure begeleiden door deze bijvoorbeeld niet tijdens een vakantieperiode te laten plaatsvinden. Het doel is om onafhankelijke informatie te verstrekken en te inventariseren welke bezwaren leven. De gemeente kan de GGD om advies vragen over een goede risicocommunicatie.

Bij een C2000-antenne is geen bouwvergunning nodig en is het Convention niet van toepassing. De gemeente wordt over de plaatsing geïnformeerd en zonedig vindt, op verzoek van de gemeente, overleg plaats. In dit geval heeft de gemeente dus een marginale rol.

Betrokkenheid GGD

Wanneer de GGD signalen krijgt dat er veel bezorgdheid onder de bevolking bestaat over de plaatsing van een zendinrichting, kan zij de gemeente adviseren om zelf een communicatietraject te starten. Er moet daarbij worden gelet op voorlichting door onafhankelijke instanties. De GGD kan optreden als adviseur over de eventuele gezondheidsrisico's en de risicocommunicatie. Naast ingaan op de specifieke situatie (zie § 5.2) kan ook algemene informatie worden aangeboden (zie § 5.4).

²⁷ Voor het bijplaatsen van een zender op een reeds bestaande antennedragers is geen aanpassing van het plaatsingsplan nodig. Dit betekent ook dat de gemeente hierover niet wordt geïnformeerd, tenzij een bijkomende vergunning voor werkzaamheden nodig is. Dit is een punt van aandacht bij de communicatie.

²⁸ Plaatsingsplannen zijn op grond van de Wet openbaarheid bestuur (Wob) via de gemeente op te vragen (zie § 2.5).

GGD'en hebben op verzoek van het Ministerie van VROM, in het kader van de evaluatie van het Nationaal Antennebeleid, inmiddels enkele verbeterpunten ingebracht voor het betrekken van bewoners bij de plaatsing van zowel vergunningplichtige als vergunningvrije zendmasten.

5.2 Advisering door GGD bij plaatsing zendingrichtingen

Indien de GGD betrokken is als adviseur van de gemeente over de plaatsing van een zendingrichting dan zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- Overleg met de gemeente. De GGD overlegt met de gemeente over haar rol als adviseur over het eventuele gezondheidsrisico en over het communicatietraject. Er worden afspraken gemaakt over een plan van aanpak voor het communicatietraject en de timing daarvan en over het woordvoederschap.
- De lokale situatie. De GGD stelt zich via de gemeente op de hoogte van de vergunningverlening resp. het plaatsingsplan. De GGD inspecteert tevens de lokatie. Dit is van belang om de blootstelling van omwonenden te kunnen beoordelen.
- Tevens dient de GGD op de hoogte te zijn van de lokale voorgeschiedenis en gevoeligheden.
- De blootstelling. De GGD gaat na wat de blootstelling voor de omwonenden zal zijn. Een GSM- of UMTS zendinstallatie zoals die in de woonomgeving wordt geplaatst (dus niet in overdekte situaties) zorgt voor een veldsterkte op leefniveau van ongeveer 1 V/m. Een combinatie van antennes, zoals die bij site-sharing aanwezig is, verandert daar weinig aan. Informatie over de veldsterkte in nieuwe situaties is op te vragen via de operator of via het Antennebureau. Voor bouwvergunningplichtige zendinstallaties is de belasting voor de omgeving berekend en opgenomen in de vergunningaanvraag. Bij de interpretatie van deze gegevens kan zo nodig contact worden opgenomen met het Nationaal Antennebureau (GSM en UMTS etc.) of NOVEC (eigenaar en beheerder van masten > 40 m).
- Advisering over het gezondheidsrisico. De GGD richt zich hierbij op Europese en nationale wet- en regelgeving, de resultaten van wetenschappelijk onderzoek en praktijkervaring. Dat wil zeggen dat:
 - De Europese blootstellingslimieten, de zogenaamde referentieniveaus, gelden. Deze zijn gebaseerd op de effecten van RF EM velden op biologische structuren door opwarming (thermisch effect) resp. geïnduceerde stroom (stimulatie van spieren en zenuwen). De referentieniveaus zijn voor frequenties > 10 MHz (GSM, UMTS, C2000) alleen gebaseerd op thermische effecten. Bij overschrijding van deze referentieniveaus dient te worden getoetst aan de basisrestricties (zie § 4.2). De Europese blootstellingslimieten, de zogenaamde referentieniveaus, gelden. Deze zijn gebaseerd op de effecten van RF EM velden op biologische structuren door opwarming (thermisch effect) resp. geïnduceerde stroom (stimulatie van spieren en zenuwen). De referentieniveaus zijn voor frequenties > 10 MHz (GSM, UMTS, C2000) alleen gebaseerd op thermische effecten. Bij overschrijding van deze referentieniveaus dient te worden getoetst aan de basisrestricties (zie § 4.2).

- Een lichte vorm van voorzorgbeginsel kan worden toegepast. Het voorzorgbeginsel kan worden toegepast als er 'een redelijk vermoeden van een ernstig (of onomkeerbaar) gezondheidsrisico²⁹ is, maar dit niet onomstotelijk wetenschappelijk is aangetoond'. Bij het toepassen van het voorzorgbeginsel kunnen lichtere en sterkere maatregelen worden genomen. Deze kunnen uiteenlopen van het volgen van de resultaten van wetenschappelijk onderzoek tot het aanpassen van blootstellingslimieten. Wat betreft RF EM velden van zendinrichtingen zijn er nog wetenschappelijke onzekerheden, vooral over de eventuele invloed van het gewijzigde blootstellingspatroon en over de betekenis van de rapportage van soms ernstige gezondheidsklachten (GR, 2006). Deze zijn voor de rijksoverheid aanleiding geweest om een onderzoeksprogramma te starten. De Gezondheidsraad heeft hierover een advies uitgebracht met aanbevelingen voor nader onderzoek en het opzetten van een kennisplatform voor EM velden (2006).
- In lokale situaties . Op grond van de nota 'Nuchter omgaan met risico's' kunnen gemeenten in specifieke lokale situaties vanuit een eigen verantwoordelijkheid tot een andere afweging komen. De GGD kan daarbij een rol spelen door informatie te verschaffen over het gezondheidsrisico o.a. door te adviseren over de (on)zekerheden van onderzoeksresultaten (geen relatie met kanker en effecten op de korte termijn v.s. onzekerheid over oorzaak van gezondheidsklachten) en over de eisen ten aanzien van wetenschappelijk onderzoek.
- Advisering over en bijdragen aan de risicocommunicatie. De GGD speelt een belangrijke rol bij de advisering over de risicocommunicatie (Elsman e.a., 2006). Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de risicoperceptie. Hierbij spelen in dit kader de volgende aspecten een belangrijke rol :
 - Ernst van de gevolgen. RF EM velden zijn een vorm van straling, maar niet het type straling dat DNA-schade teweeg kan brengen en daardoor een risico op kanker geeft. Hiervan is pas sprake bij blootstelling aan elektromagnetische velden door UV-licht (> 750 THz) en ioniserende straling (> 3000 THz). Het is dus van belang om voorzichtig om te gaan met het begrip straling en zondig in te gaan op het verschil.
 - Vrijwilligheid. Vooral voor omwonenden geldt dat zij geen inbreng hebben in de toestemmingsprocedure van bouwvergunningvrije zendmasten.
 - Zichtbaarheid. Zendmasten zijn meestal goed zichtbaar. Het risico wordt daarom soms hoog ingeschat.
 - Vertrouwen in de verantwoordelijke instanties.
 - Tijdig overleg met en informeren van belanghebbenden. Vaak wordt pas met communicatie gestart als er vragen vanuit de bevolking komen. Door tijdige informatievoorziening kan escalatie worden voorkomen. Hierbij past het voortijdig informeren van omwonenden in alle gevallen dat er antennes worden geplaatst en dus ook over de bijplaatsing van antennes op een

²⁹ Zie voetnoot 21.

zendinrichting, ondanks dat het plaatsingsplan hiervoor niet hoeft te worden aangepast.

De GGD kan in haar advies aan de gemeente extra aandacht besteden aan het belang van deskundigheid, betrouwbaarheid, rekening houden met emoties en de (on)mogelijkheid om invloed uit te kunnen oefenen op de plaatsing.

Afhankelijk van de situatie wordt het juiste communicatiemiddel gekozen.

De GGD kan een bijdrage leveren aan deze risicocommunicatie. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de positieve weergave van wat bekend is uit onderzoeksresultaten, bijvoorbeeld geen relatie met kanker en geen korte termijn effecten op cognitieve prestaties en welbevinden. Om de bevolking te informeren over GSM- en UMTS-basisstations heeft het LCM een presentatie ontwikkeld (zie bijlage 8).

- Advisering van de gemeente. Bij haar advisering gaat de GGD in op het eventuele gezondheidsrisico en het communicatietraject. Het advies is schriftelijk en kan zonodig mondeling worden toegelicht. Om de ambtenaren en bestuurders van gemeenten te informeren is eveneens een presentatie beschikbaar (zie bijlage 7).

5.3 Advisering door GGD bij gezondheidsklachten en bezorgdheid

Bij de melding van gezondheidsklachten en/of uiting van bezorgdheid in relatie tot zendinrichtingen, wordt net als bij andere meldingen van klachten die aan milieufactoren zijn gerelateerd, uitgegaan van een twee sporen beleid. Dat wil zeggen dat zowel de gezondheidsklacht/ bezorgdheid als de blootstelling worden geïnventariseerd. Essentieel hierbij zijn een gesprek met de melder(s) en een inspectie van de lokale situatie. Soms blijkt uit het gesprek dat het vertrouwen in de overheid door problemen in het verleden een grote rol spelen bij de risicoperceptie. Deze problemen verdienen aandacht en dienen zo mogelijk alsnog te worden uitgepraat/ opgelost.

Bij de advisering in bestaande situaties gelden dezelfde aandachtspunten zoals besproken in § 5.2 voor nieuwe situaties. Informatie over blootstelling is in bestaande situaties voor GSM- en UMTS-basisstations beschikbaar in het antenneregister. De veldsterkte van de zendinstallatie kan zonodig in de woonomgeving gemeten worden (zie § 2.5). Metingen kunnen worden uitgevoerd door de eigenaar van de zendinstallatie, door de NOVEC, door het Agentschap Telecom (AT) of door een onderzoeksinstituut (o.a. TNO).

Daarnaast kunnen in bestaande situaties klachten binnen komen over storingen van apparatuur of over contactstromen. Om contactstromen, zoals elektrische schokken, verbranding en hinder, te vermijden zijn eveneens referentieniveaus opgesteld (zie § 4.4).

Bij GSM- en UMTS-antennes kan geen sprake zijn van contactstroom.

Bij vragen kan worden doorverwezen naar het Agentschap Telecom of de NOVEC, zie § 2.6.

5.4 Algemene informatie

Ter ondersteuning van de risicocommunicatie in specifieke situaties en bij algemene vragen kan de volgende informatie behulpzaam zijn of kan als volgt worden doorverwezen.

Algemene vragen

1. Informatieloket en kenniscentrum: het Nationaal Antennebureau

Te bereiken via www.antennebureau.nl of 0900-2683663 (0,15 euro per minuut)

Voor alle vragen over:

- de werking van antennes
- onderzoek naar de invloed van antennes op de gezondheid
- beleid, wet- en regelgeving

2. Publicaties

Het Nationaal Antennebureau geeft een aantal publicaties uit. Deze zijn te bestellen of te downloaden via www.antennebureau.nl.

- Het Nationaal Antennebureau; Het informatieloket van de overheid voor al uw vragen
Folder met informatie over de taken en bereikbaarheid van het Nationaal Antennebureau.
- Nationaal Antennebeleid; de spelregels uitgelegd
- Informatie over wet- en regelgeving.
- Vragen en antwoord

Informatie over:

- het Nationaal Antennebureau
- Wet- en regelgeving
- Het Antenne-Convenant
- Techniek
- Gezondheid
- Antennewijzer
Informatie over radiocommunicatie en zendinrichtingen.

Vragen over het plaatsingsbeleid en het convenant

1. Brochure van Nationaal Antennebeleid; Vraagbaak voor de uitvoering

Uitgave van het Nationaal Antennebureau.

Informatie over o.a.:

- Plaatsingsplannen
- Instemmingsprocedure
- Visuele inpasbaarheid
- Blootstellingslimieten

Vragen over bestaande zendinrichtingen

1. Voor GSM- en UMTS-basisstations en zendamateurs: Antenneregister van het Nationaal Antennebureau, te raadplegen op www.antennebureau.nl

Een online register van de zendinrichtingen van de omroep, het GSM 900 en 1800 netwerk en het UMTS netwerk. Bevat informatie over het type antenne en de veilige afstand voor en onder de antenne. Het register wordt eens in de drie maanden geactualiseerd.

2. Voor vragen over zendinstallaties voor radio en tv: Novec bv (www.novecbv.nl) en Nozema-services of Broadcastpartners.

Vragen over gezondheid

1. WHO

- Factsheet no. 304: Elektromagnetische velden en publieke gezondheid; Basis stations en draadloze technologieën. Nederlandse vertaling door het Antennebureau, zie www.antennebureau.nl.

2. Informatie van de overheid

- Publieksfolder van het LCM (beschikbaar najaar 2006)
- Folder van het Nationaal Antennebureau; GSM en UMTS antennes en uw gezondheid

3. Informatie van operators

- Monet (Samenwerkingsverband mobiele operators)
 - Factsheet: Zonder antennes geen verbinding
 - Factsheet: GSM-antennes, vertrouwd onderdeel van het straatbeeld
 - Factsheet: UMTS, een nieuw tijdperk voor mobiele telecommunicatie
 - Factsheet: Overall mobiel en veilig bereikbaar
 - Factsheet: Mobiele communicatie, goed geregeld in het Nationaal Antennebeleid
 - Factsheet: Veilig wonen in de buurt van een GSM-antenne
 - Factsheet: Antennes in Nederland, hoe zit dat eigenlijk?
 - Factsheet: Nieuwe rol bewoners bij plaatsing antenne-installaties
 - Brochure: Veilig mobiel (dec. 2005)
- KPN
 - Folder: Mobiel communiceren en uw gezondheid
- Vodafone
 - Folder: Mobiele telefoons en gezondheid

6 Informatiebronnen

6.1 Literatuur

*Het verdient aanbeveling dat GGD'en publicaties die gemerkt zijn met * in hun bezit hebben.*

Achermann, P, N. Kuster & M. Rössli. Effects of UMTS radio-frequency fields on well being and cognitive functions in human subjects with and without subjective complaints. Institute of Pharmacology and Toxicology. www.unizh.ch update 21 september 2004.

Agentschap Telecom. Meetvoorschrift voor het uitvoeren van EMF-metingen rond basisstations. 2003.

Agentschap Telecom. Technisch onderzoek elektromagnetische velden, RET metro Rotterdam, d.d. 9-3-2006. Agentschap Telecom, Amersfoort, 2006.

Ahlbom, A., A. Green, L. Kheifets, D. Savitz & A. Swerdlow. Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. Environmental Health Perspectives, vol. 112, 17: 1741-1754, 2004.

Altpeter, E.S., Th. Krebs, D.H. Pfluger e.a. Study on the health effects of the shortwave transmitter station of Schwarzenburg, Berne, Switzerland. Bern, Bundesamt für Energiewirtschaft, nr. 55, 1995.

Antennebureau. Antennewijzer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, D.G. Telecommunicatie en Post, Den Haag, 2000. zie www.antennebureau.nl

Ass, M. van & D.H.J. van de Weerdt. Het vóórkomen van kanker rondom de omroeporen van Markelo. GGD regio Twente, Enschede, 2005.

Bienert, R.W. EMC in medical devices. A review of emissions and immunity requirements for medical equipment. Conformity, 2004. Zie www.conformity.com

*Bolte, J.F.B. & M.J.M. Pruppers. Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden – Probleemanalyse niet-ioniserende straling. RIVM, rapportnr. 861020007, Bilthoven, 2004.

Bolte, J.F.B., G. Kelfkens en M.J.M. Pruppers. Buitenlands beleid elektromagnetische velden van basisstations mobiele telefonie en hoogspanningslijnen. RIVM, briefrapport 342/2004, Bilthoven, 2004.

Clemens, C.H.M. & A.B. Woltering. Stralingsniveau's in de nabijheid van C2000-basisstations. TNO, rapport nr. FEL-98-C236, Den Haag, 1998.

Coggon, D. Health risks from mobile phone base stations; Commentary on the paper by Hutter et al. *Occup. Environ. Med.*, 63: 298-299, 2006.

Dolk, H., P. Elliot, G. Shaddick e.a. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain II. All high power transmitters. *Am. J. Epidemiol.*, 145: 10-17, 1997a.

Dolk, H., G. Shaddick, P. Walls e.a. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain I. Sutton Coldfield transmitter. *Am. J. Epidemiol.*, 145: 1-9, 1997b.

Eger, H., K.U. Hagen, B. Lucas e.a. Einfluss der räumliche Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft*, 17: 326-332, 2004.

*Elsman, L., L. van Greuningen, L. Hall, H. Jans, H. Leenders, F. Woudenberg en N.E. van Brederode. GGD-richtlijn Risicocommunicatie. GGD-Nederland, Utrecht, 2006 (in prep.).

Esser, P., A. van der Zijden, A. de Vries en N.E. van Brederode. GGD-richtlijn GSM-basisstations. GGD Nederland, Utrecht, 2001. →Vervalt bij de publicatie van onderhavige richtlijn.

*Europese Raad. Aanbeveling van de Raad betreffende de beperking van de blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz-300 GHz. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 199/59, 1999. (Nederlandse versie: 1999/519/EG van 12 juli 1999).

*Gezondheidsraad. Radiofrequente elektromagnetische velden (300 Hz – 300 GHz). Gezondheidsraad, rapport nr. 1997/01, Den Haag, 1997.

*Gezondheidsraad. GSM basisstations. Gezondheidsraad, rapportnr. 2000/16, Den Haag, 2000.

*Gezondheidsraad. TNO-onderzoek naar effecten van GSM- en UMTS-signalen op welbevinden en cognitie. Gezondheidsraad, rapportnr. 2004/13, Den Haag, 2004.

*Gezondheidsraad. Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2003. Gezondheidsraad rapport nr. 2004/01, Den Haag, 2004.

*Gezondheidsraad. Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2005. Gezondheidsraad rapport nr. 2005/14, Den Haag, 2005.

*Gezondheidsraad. Voorstellen voor onderzoek naar effecten van elektromagnetische velden (0 Hz – 300 GHz) op de gezondheid. Gezondheidsraad rapport nr. 2006/11, Den Haag, 2006.

*Habets, T., C. Gielkens-Sijstermans, R. Vlerken & N.E. van Brederode. GGD-richtlijn Laag frequent geluid. GGD Nederland, Utrecht, 2002.

Hocking, B., I.R. Gordon, H.L. Grain, e.a. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. Med. J. Aust., 165:601-605, 1996.

Hocking, B. & I. Gordon. Decreased survival for childhood leukemia in proximity to television towers. Arch. Environ. Health, 58: 560-564, 2003).

Hutter, H-P., H. Moshhammer, P. Wallner & M. Kundi. Occup. Environ. Med., 63: 307-313, 2006.

*ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics, Vol. 74, nr. 4, 1998.

Intres, E.L. Metingen AM-zenders Trintelhaven. TNO-FEL rapportnr. FEL-02-EM03, Den Haag, 2002.

Irvine, N. Definition, epidemiology and management of electrical sensitivity; report for the radiation protection division of the health protection agency. Health Protection Agency, Chilton, 2005. www.hpa.org.uk/radiation

Kouw, P.M. & D.H.J. van de Weerd. Inventarisatie van gezondheidsklachten rond de kortegolfzender Zeewolde. GGD Flevoland, Lelystad, 1997.

*Landelijk Centrum Medische Milieukunde. Standpunt 'Mobiel bellen'. LCM, definitieve versie 2006. zie www.ggd Kennisnet.nl/LCM → Standpunten

*Landelijk Centrum Medische Milieukunde. Herzien Standpunt UMTS-zendmasten (COFAM I en II). LCM, 2006, in prep. zie www.ggd Kennisnet.nl/LCM → Standpunten

Leitgeb, N. & J. Schrottner. Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. Bioelectromagnetics, 24: 387-394, 2003.

Maskarinec, G., J. Cooper & L. Swygert. Investigation of increased incidence of childhood leukaemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations. J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol., 13: 33-37, 1994.

McKenzie, D.R., Y. Yin & S. Morrell. Childhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. Aust. NZ j. Public Health, 22:360-367, 1998.

Michelozzi, P., A. Capon, U. Kirchmayer e.a. Adult and childhood leukemia near a high-power radio station in Rome, Italy. Am. J. Epidemiol., 1096-1103, 2002.

*Ministerie van Economische zaken. Brief aan Tweede Kamer over Nationaal Antennebeleid. Min. EZ, kenmerk brief TP/MO 5100745, 16 november 2005. → www.minez.nl (zie bijlage 3)

*Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Convenant in het kader van het Nationaal Antennebeleid inzake vergunningvrije antenne-installaties voor mobiele telecommunicatie. Min. V&W, Den Haag, 27 juni 2002 (in werking sinds 15 augustus 2002). Zie www.antennebureau.nl

*Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Nationaal Antennebeleid. Min. V&W, Directoraat-Generaal Telecommunicatie en Post, Den Haag, 8 december 2000. zie www.antennebureau.nl

Mueller, C.H., H. Krueger & C. Schierz. Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). *Bioelectromagnetics*, 23: 26-36, 2002.

Nationaal Frequentieplan (NFP). Zie www.min.ez.nl (→ onderwerpen → telecommunicatie → frequentie) of www.agentschap-telecom.nl/nfr.

Navarro, E.A., J. Segura, M. Portalés & C. Gómez-Peretta de Mateo. The Microwave Syndrome : a preliminary study in Spain. *Electromagnetic biology and medicine*, 22, 2: 161-169, 2003.

Park, S.K., M. Ha & H.J. Im. Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 77, 387-394, 2004.

*Pruppers, M. & T. Fast. Beoordelingskader Gezondheid en Milieu; Basisstations voor mobiele telefonie (GSM en UMTS). RIVM, Bilthoven, 2003.

Pruppers, M.J.M., I. van Kamp, J.F.B. Bolte, C.M.A. Schipper, O.R.P. Breugelmans & H. Slaper. Blootstelling aan elektromagnetische velden van UMTS basisstations: welbevinden en cognitieve functies; beoordeling van het Zwitserse onderzoek. RIVM, Bilthoven, 2006.

Regel, S.J., S. Negovetic, M. Rössli, V. Berdiñas, J. Schuderer, A. Huss, U. Lott, N. Kuster & P. Achermann. UMTS Base Station-Like Exposure, Well Being and Cognitive Performance. *Environ Health Perspect*: doi:10.1289/ehp.8934. [Online 6 June 2006] (<http://www.ehponline.org/docs/2006/8934/abstract.html>).

Rijksdienst voor Radiocommunicatie (RDR). Blootstellingslimieten; een internationale vergelijking. Rijksdienst voor Radiocommunicatie, Groningen, 2000. → www.rdr.nl

Rubin, G.J., J.D. Munshi & S. Wessely. Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies. *Psychosom. Med.*, 67, 224-232, 2005.

Rubin, G.J., G. Hahn, B.S. Everitt, A.J. Cleare & S. Wessely. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. *British Medical Journal*, doi:10.1136/bmj.38765.519850.55, 6 maart 2006.

Santini, R., P. Santini, P. Le Ruz, J.M. Danze & M. Seigne. Survey Study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. *Electromagnetic biology and medicine*, vol. 22, 1: 41-49, 2003.

Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; brief van EZ aan Tweede Kamer d.d. 30 september 2003. Tweede Kamer, vergaderjaar 2003- 2004, EZ 03000512, 2003.

Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; VROM aan Tweede Kamer d.d. 10 mei 2004. Tweede Kamer, vergaderjaar 2003- 2004, 27 561, nr. 17, 2004.

Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; brief van VROM aan Tweede Kamer d.d. 21 juni 2004. Tweede Kamer, vergaderjaar 2003- 2004, 27 561, nr. 18, 2004.

Tweede Kamer. Gezondheid en Milieu; verslag van een algemeen overleg d.d. 5 oktober 2004, vastgesteld d.d. 18 november 2004. Tweede Kamer, vergaderjaar 2004- 2005, 28 089, nr. 6, 2004.

*Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; verslag van een algemeen overleg d.d. 7 december 2004, vastgesteld d.d. 19 januari 2005. Tweede Kamer, vergaderjaar 2004- 2005, 27 561, nr. 21, 2005.

*Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; brief van EZ aan VROM d.d. 11 april 2005. Tweede Kamer, vergaderjaar 2004- 2005, 27 561, nr. 23, 2005.

*Tweede Kamer. Nationaal Antennebeleid; brief van VROM aan Tweede Kamer d.d. 22 maart 2006. Tweede Kamer, vergaderjaar 2005- 2006, 27 561, nr. 26, 2006. (zie bijlage 6).

Vijayalaxmi & G. Obe. Controversial cytogenetic observations in mammalian somatic cells exposed to radiofrequency radiation. *Radiat. Res.*, 162: 481-496, 2004.

*VROM. Antennes voor mobiele communicatie en gezondheid; brief van VROM aan gemeenten, d.d. 5 oktober 2005. VROM, kenmerk SAS/2005184985, Den Haag, 2005. (zie bijlage en op GGD kennisnet zoeknr. ...)

Werkgroep Elektrische Overgevoeligheid (WEO). Elektrische overgevoeligheid. WEO, 2005. www.electroallergie.org

Witvliet, B. & B. Bogaard. Veldsterktemetingen trintelhaven, AM middengolf 1395 kHz. Agentschap Telecom, Groningen, 2002.

Wolf, R. & D Wolf. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. Int. J. Cancer Prev, 1: 123-128, 2004.

WHO. Factsheet no. 304: Elektromagnetische velden en publieke gezondheid; Basis stations en draadloze technologieën. 2006. Nederlandse vertaling door het Antennebureau, zie www.antennebureau.nl.

*Zwamborn, A.P.M., S.H.J.A. Vossen, B.J.A.M. van Leersum, M.A. Ouwens en W.N. Makel. Effects of Global Communication system radio-frequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO, COFAM-project, projectnr. FEL-03-C148, Den Haag, 2003.

6.2 Websites

Informatie over onderzoek, regelgeving, beleid etc.	
www.antennebureau.nl	Nationaal Antennebureau van Ministeries EZ en VROM <ul style="list-style-type: none"> - Antenneregister → www.antenneregister.nl - aanmelden voor nieuwsbrief - voorlichtingsavonden
www.agentschap-telecom.nl	Informatie over Nationaal Frequentieregister
www.overheid.nl	Informatie over Nederlandse regelgeving en beleid
www.europa.eu	Website van Europese Unie. Doorklikken via health & environment naar electromagnetic fields
www.ggdkennisnet.nl/lcm	Standpunten, richtlijnen en voorbeeldpresentaties
www.vrom.nl	Dossier GSM- en UMTS-antennes <ul style="list-style-type: none"> - Vraag en Antwoord; - Publicaties; - Wetten en regels.
www.gr.nl	Rapporten Gezondheidsraad
www.rivm.nl	→ bibliotheek → rapporten RIVM
www.tno.nl	Rapporten TNO
www.infomil.nl	Informatie voor overheden over milieubeleid
www.minez.nl	Informatie over wetgeving en beleid t.a.v. antennes. Doorklikken via onderwerpen en telecommunicatie naar specifieke onderwerpen zoals antennebeleid, frequenties, telecombeleid en wetgeving.
www.icnirp.de/pubEMF.htm	Internationaal comité dat adviezen geeft over blootstellingslimieten
www.who.int	Informatie over standpunt van WHO: doorklikken via health topics → electromagnetic fields naar fact sheets
www.who.int/peh-emf/en/	Informatie over international EMF project
www.femu.de	FEMU, Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit, Aken

www.info.gsm.be	Website van Belgische Federale Overheid met info over RF EM velden
www.nvs-straling.nl	Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne. Eigen website over niet-ioniserende straling: http://wnis.ilvicolo.nl/webtools.NIS_frame.php
Informatie over beheerders van zendinrichtingen en providers voor mobiele telefonie	
www.nozemaservices.com	Nederlandse Omroep-Zendermaatschappij Privaat zenderbedrijf: Informatie over omroepzenders
www.broadcastpartners.nl	Privaat zenderbedrijf: Informatie over omroepzenders
www.monet-info.nl	MoNet: Mobiele Netwerkoperators Nederland Samenwerkingsverband mobiele operators
www.novecbv.nl	Nederlands Opstelpunt voor ethercommunicatie Publiek mastenbedrijf. Verhuur, beheer en onderhoud van antenne opstelpunten van 40 m of hoger.
Informatie over belangenbehartigers bewoners	
www.electroallergie.org	Werkgroep Elektrische Overgevoeligheid (WEO) Website door en voor mensen met elektro-allergie.
www.stopumts.nl	Website van tegenstanders van UMTS-netwerken
www.milieuziekten.nl	Website van bouwbioloog Charles Claessens
www.mngm.nl	Stichting MeldpuntenNetwerk Gezondheid & Milieu Landelijke registratie van milieugerelateerde gezondheidsklachten.

7 Definities en afkortingen

AM	Amplitude modulatie
AT	Agentschap Telecom. Het Agentschap Telecom (AT) is als onderdeel van het ministerie van Economische Zaken, verantwoordelijk voor het beheer van het radiofrequentiespectrum. Het AT beheert de indeling van de frequentieruimte, de vergunningverlening (zendvergunning) en de handhaving. De verdeling van de frequentieruimte is vastgelegd in het Nationaal Frequentieplan (NFP, 2005).
Basisrestrictie	Restricties op de blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen (Europese Raad, 1999)
C2000	Digitaal systeem voor onderlinge communicatie t.b.v. hulpverlenende instanties
COFAM	Cognitive Function and Mobiles
FM	Frequentie modulatie
GSM	Global System for Mobile communication
Hz, Herz	Eenheid van frequentie kHz = 10^3 Hz; MHz = 10^6 Hz; GHz = 10^9 Hz; THz = 10^{12} Hz; PHz = 10^{15} Hz (Petahertz).
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
Nationaal Antennebureau	Het Nationaal Antennebureau is onderdeel van het Agentschap Telecom. Beiden voeren het Nationaal Antennebeleid uit. Hierdoor is er één informatieloket waar iedereen met vragen over antennes terecht kan. Het Nationaal Antennebureau geeft daarnaast ook voorlichting.
NFP	Nationaal Frequentieplan. Het bestemmingsplan voor het radiofrequentiespectrum (de ether), dat als basis dient voor de vergunningverlening (zendvergunning).
Nozema-Services	Nederlandse Omroep-Zendermaatschappij; Privaat zenderbedrijf
NOVEC bv	Nederlands Opstelpunt voor ethercommunicatie; Publiek mastenbedrijf: eigenaar en beheerder van masten > 40 m. die primair bedoeld zijn voor omroepdoeleinden. Onderaan de masten kunnen ook GSM- en UMTS-antennes worden geïnstalleerd.
Referentieniveau	Niveaus die bij de blootstellingsevaluaties in de praktijk dienen om vast te stellen of de basisrestricties waarschijnlijk zullen worden overschreden (Europese Raad, 1999)
RDR	Rijksdienst voor Radiocommunicatie, tegenwoordig het Agentschap Telecom
Sitesharing	Het delen van antenne-opstelpunten.
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
Wifi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop

8 Geraadpleegde deskundigen

Dr. L.M. van Aernsbergen, Ministerie VROM, DGM, directie SAS/SNB, Den Haag
Ir. G.P. van den Berg, Wetenschapswinkel Natuurkunde, Rijksuniversiteit Groningen
Drs. B. Bogaard, Antennebureau, Groningen
Dr. J.F.B. Bolte, RIVM, Bilthoven
Dr. T. Deinum, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag
Prof. L. Martens, Universiteit van Gent, vakgroep informatie technologie, België
Dr. Ir. G.J.J. Remkes, Novec, Vianen
Dr. E. van Rongen, Gezondheidsraad, Den Haag
Drs. Mw. M. P. Verheuveld, Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu, Rotterdam

9 Samenstelling werkgroep

Mw. P. Esser, milieugezondheidskundige, GGD Zuid Limburg, Geleen
Mw. C. Hegger, medisch milieukundige, GGD Rotterdam e.o., Rotterdam
Dhr. R. van de Weerd, medisch milieukundige, Hulpverlening Gelderland Midden, Arnhem
Mw. A. van der Zijden, milieugezondheidskundige, Bureau Gezondheid Milieu en Veiligheid
GGD-en Brabant en Zeeland, Tilburg
Mw. N. van Brederode, medisch milieukundige, LCM, GGD Rotterdam e.o., Rotterdam

Bijlagen

Bijlage 1	Begripsbepaling t.a.v. elektromagnetische straling en velden
Bijlage 2	Voorbeelden van zendinstallaties
Bijlage 3	Brief over Nationaal Antennebeleid van Min. EZ, d.d. 16 november 2005
Bijlage 4	Brief van VROM aan gemeenten, d.d. 5 oktober 2005
Bijlage 5	Nationaal Antennebeleid; vraagbaak voor de uitvoering
Bijlage 6	Brief van VROM aan de Tweede Kamer, d.d. 22 maart 2006
Bijlage 7	Voorbeeldpresentatie gemeenten
Bijlage 8	Voorbeeldpresentatie bewoners
Bijlage 9	Voorbeeld van veldsterkte van elektrische veld rond de RTV toren te Markelo