

**PRO-ACTIEF RAPPORT  
GSM-MASTEN**

**Door**

**De Bont, R., Van Larebeke, N.**

**2002**

Luik 1: Beleidsondersteuning

## De Gezondheidseffecten van straling van GSM's en GSM-masten

### 1. Inleiding:

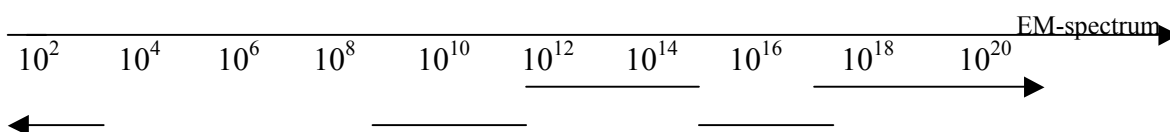
Mobiele telecommunicatie heeft de afgelopen jaren een enorme ontwikkeling doorgemaakt. De snelle verspreiding in de maatschappij heeft, behalve tot veel praktische voordelen die aan het gebruik verbonden zijn, ook geleid tot vragen over mogelijk voor de gezondheid nadelige gevolgen van blootstelling aan de elektromagnetische velden die gebruikt worden voor het draadloos communiceren. Dergelijk vragen leven vooral bij mensen die geconfronteerd worden met de plaatsing van een basisstation in hun woonomgeving.

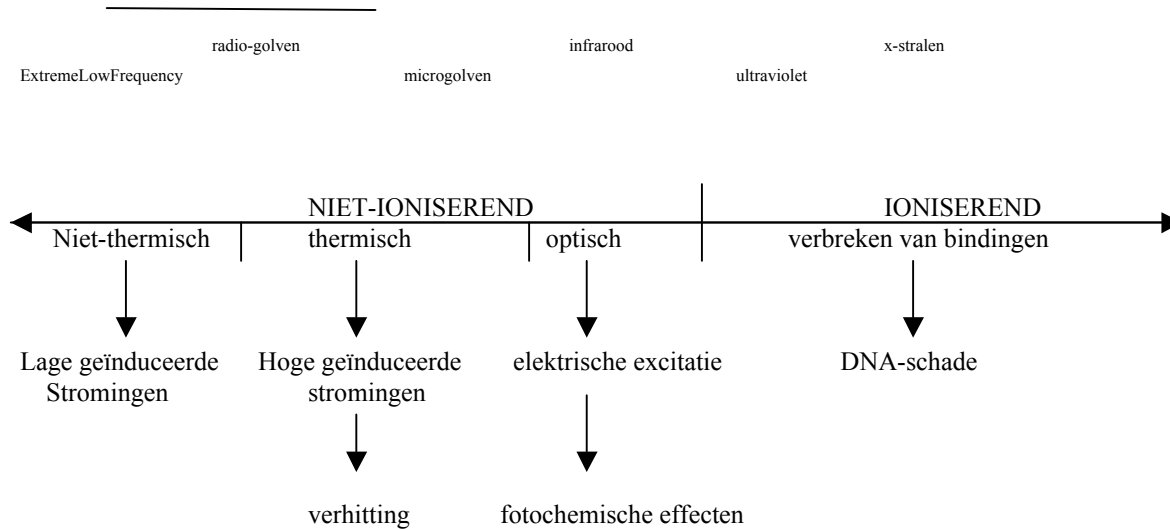
Dit rapportje geeft een overzicht van de tot op heden beschikbare informatie van de gezondheidseffecten van GSM's en GSM-masten (basisstations of antennes).

### 2. Radiofrequente straling:

GSM's en GSM-masten zenden radiofrequente (RF) straling uit (3kHz-300GHz). Deze straling behoort samen met bijvoorbeeld straling van hoogspanningskabels en x-stralen tot het elektromagnetische spectrum. X-stralen hebben extreem hoge frequenties waarbij er voldoende energie vrijkomt om chemische bindingen te breken (ionisatie). Zo kan het DNA worden geschaad wat mogelijk kan leiden tot kanker of geboortedefecten. GSM-straling heeft een lagere frequentie waardoor de vrijkomende energie niet voldoende is om chemische bindingen te breken. GSM-straling is dus niet-ioniserend. Alle stralen van het spectrum worden gekenmerkt door hun frequentie. Hoe hoger de frequentie, hoe korter de afstand tussen twee golven en hoe groter de energie in het veld. De straling afkomstig van elektrische stroom bedraagt bijvoorbeeld 50 Hz, AM radio heeft een frequentie van ongeveer 1 MHz, FM radio heeft een frequentie van ongeveer 100 MHz, microgolfovens hebben een frequentie van 2450 MHz en X-stralen hebben er één van meer dan 1 miljoen MHz. GSM's operen bij een reeks frequenties tussen de 800 en de 2200 MHz. In België zijn er drie netwerkkoperators. De frequenties die ze gebruiken zijn 900 MHz en/of 1800 MHz.

De blootstelling van de mens aan mobiele telefoontoestellen en aan basisstations is heel verschillend. De RF-blootstelling van een GSM-gebruiker is, op het moment van gebruik, véél hoger dan de blootstelling van een persoon aan straling van de GSM-zendmast. De sterkte van radiofrequente straling neemt immers af met de afstand. Het probleem dat bij basisstations vooral aangekaart wordt, is dat deze masten continu elektromagnetische straling uitzenden en de bevolking er 24 uur op 24 aan blootgesteld wordt of men nu wel GSM-gebruiker is of niet.





Figuur 1: Het elektromagnetische spectrum en zijn effecten.

## 2. Normering:

### 2.1 De normen:

Er bestaan normen voor de blootstelling van het publiek aan de straling uitgezonden door GSM-masten. De 'US Federal Communications Commission' (FCC) hanteert de volgende normen voor GSM-masten: een vermogensdichtheid van 0.57 mW/cm<sub>2</sub> bij 900 MHz en 1.0 mW/cm<sub>2</sub> bij 1800-2000 MHz. De EPA bekrachtigt deze normen.

Er bestaat ook een maat voor de hoeveelheid energie die wordt geabsorbeerd door het lichaam. Het is de SAR (Specific Absorption Rate). De WHO (Werelgezondheidsorganisatie) gaat uit van de wetenschap dat er voorlopig onvoldoende gegevens zijn om tot de schadelijkheid van de GSM-straling te besluiten maar geeft wel duidelijk aan dat er op sommige onderzoeksdomeinen nog te veel onzekerheden zijn om tot definitieve besluiten te komen. Hiermee rekening houdend neemt de WHO de richtlijnen over van ICNIRP (International Committee on Non-Ionizing Radiation Protection). De ICNIRP-richtlijnen zijn op wetenschappelijke onderzoeksresultaten gebaseerd. Men gaat uit van de gekende en bewezen, maar daarom nog niet schadelijke, biologische effecten, die optreden vanaf een SAR van ongeveer 4 W/kg. Men voert een veiligheidsmarge in door de blootstellingslimiet een factor 10 lager te stellen voor arbeiders (0.4 W/kg), en een factor 50 (0.08 W/kg) voor de algemene bevolking die gevoeliger of zwakkere personen bevat zoals kinderen, zieken en zwangere vrouwen. Het probleem in de RF-masten-problematiek is dat er op dit moment geen lange termijn effecten met zekerheid vastgesteld kunnen worden. Door het invullen van dit 'voorzorgsprincipe' wordt er tegemoetgekomen aan die onzekerheid.

De FCC stelt als voorwaarde dat de SAR van GSM's niet boven de 1.6 W/kg gaat.

De Belgische Hoge Gezondheidsraad bracht een advies uit betreffende ‘Het Ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. De Raad aanvaardt de ICNIRP richtlijn als referentie. Met oog op de bestaande onzekerheden zowel m.b.t. mogelijke a-thermische (of niet thermische) effecten, als m.b.t. medische implantaten die de ICNIRP norm buiten beschouwing laat, meent de Raad evenwel dat het opportuun is in het kader van het voorzorgsprincipe, een grotere veiligheidsmarge aan te nemen dan deze die door de ICNIRP richtlijn wordt gehanteerd. De Raad adviseert daarom ten minste een factor 100 in vermogensdichtheid t.o.v. de ICNIRP richtlijn aan te nemen en stelt zelf, rekening houdend met de wetenschappelijke kennis en technologie, een faktor 200 voor (wat voor 900 MHz met een norm van  $0,024 \text{ W/m}^2$  of  $3\text{V/m}$  overeenkomt, nl. ICNIRP=  $4,7 \text{ W/m}^2$  of  $42\text{V/m}$  en HGR=  $0,024 \text{ W/m}^2$  of  $3\text{V/m}$ , voor alle duidelijkheid:  $30 \text{ V/m}$  geeft een SAR van  $1 \text{ W/kg}$ ). Dit voorstel is gebaseerd op de volgende argumentatie:

- a. De uitvoering van het voorzorgsprincipe
- b. Boven  $0,024 \text{ W/m}^2$  of  $3\text{V/m}$  worden in de wetenschappelijke literatuur biologische effecten beschreven (weliswaar niet steeds bevestigd of naar menselijke gezondheid gerelateerd).
- c.  $3\text{V/m}$  is een Europese norm voor elektromagnetische compatibiliteit en geeft derhalve bijkomende bescherming aan personen met medische implantaten.
- d.  $3\text{V/m}$  geeft technische voordelen m.b.t. metingen en controle.
- e. Metingen die werden uitgevoerd door leden van de Raad zowel als door het BIPT en ISSeP tonen dat deze norm geen economisch probleem geeft, tenminste wat de huidige antennes van mobiele telefonie betreft. Alle metingen die tot dusver werden verricht geven immers resultaten die beneden  $0,024 \text{ W/m}^2$  of  $3\text{V/m}$  liggen. Het is echter niet zeker of alle bestaande of toekomstige technologieën (vb. ASTRID, UMTS) aan deze norm (zullen) voldoen.
- f. Een dergelijke norm vangt onzekerheden op voor blootstelling van mogelijk genetisch gevoelige en zwakke individuen ( o.a. kinderen en foetussen).

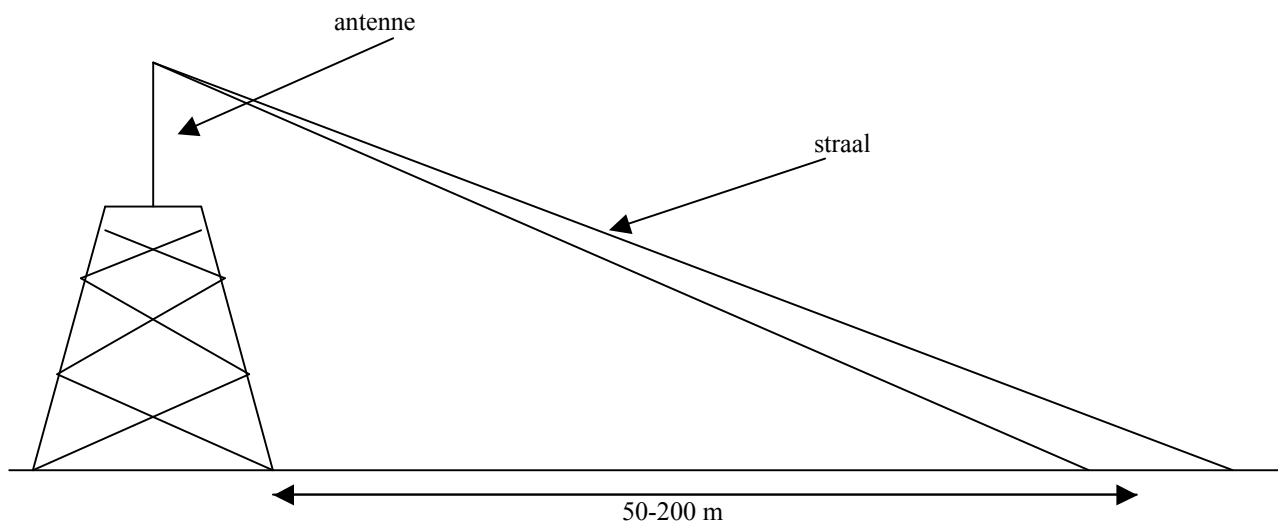
Op 4 december 2000 werd het koninklijk besluit getekend door de federale en de gewestelijke ministers waarin bepaald wordt dat de operatoren het uitzendvermogen van de zendmasten moeten beperken tot maximaal  $0.02 \text{ W/kg}$  (elektromagnetische veldsterkte =  $20.6 \text{ V/m}$ ). Dit is nog eens een factor 4 kleiner dan de veiligheidsmarges die door de WHO in acht worden genomen (Koninklijk Besluit 21 december 2001).

## **2.2 Kunnen GSM-masten nu voldoen aan deze normen?**

Een GSM-mast die zich 10 m boven de grond bevindt en die opereert bij maximale intensiteit kan een vermogensdichtheid van  $0.01 \text{ mW/cm}^2$  produceren op de grond naast de antenne. In praktijk echter liggen de dichtheden dichter bij  $0.00001$  to  $0.002 \text{ mW/cm}^2$  (Petersen RC *et al.*, 1992; International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998; Thansandote A & Gajda GB, 1999; Mann SM & Cooper TG, 2000) .

Deze vermogensdichtheden liggen ver beneden alle veiligheidsnormen en deze normen liggen dan nog eens ver beneden de dichtheden waarbij potentieel schadelijke gevolgen werden aangetoond (Moulder JE, 2002). Binnen ongeveer 200 m van de basis van de antenne is de vermogensdichtheid groter op plaatsen die hoger liggen dan de basis van de antenne (bijvoorbeeld op het tweede verdiep van een gebouw of op een heuvel). Maar zelfs met meerdere antennes samen is de vermogensdichtheid minder dan 5 % van de FCC-normen en dit op alle hoogtes en bij afstanden van meer dan 55 meter van de antennes (Moulder JE, 2002). De vermogensdichtheid in een gebouw is een factor 3 tot 10 lager dan buiten (Mann SM & Cooper TG, 2000).

Er zijn echter omstandigheden waarbij een GSM-mast de veiligheidsnorm overschrijdt. Dit is het geval als de antenne zo geplaatst is dat het publiek toegang heeft tot binnen de zes meter van de mast. Dit kan voorkomen bij antennes die geplaatst zijn op daken van gebouwen (Moulder JE, 2002). Metingen wijzen echter uit dat de vermogensdichtheid op het hoogste verdiep van een gebouw waarop een GSM-antenne staat onder de ICNIRP-veiligheidsnormen ligt (Mann SM & Cooper TG, 2000). Dit komt doordat het dak grote hoeveelheden van de straling absorbeert. Bovendien zenden antennes vooral horizontaal uit en dus niet recht naar beneden. De stralingsbundel is maar licht naar beneden gericht zodat hij pas op 50 à 200 m de grond raakt indien de antenne op een mast geplaatst is (zie figuur 1) (De Ridder M & Vanhoorne M, 2001). Mensen die wonen of werken in een gebouw worden dus minder blootgesteld aan straling van een GSM-antenne die op hun gebouw staat dan aan de straling van een GSM-mast die zich een paar honderd meter verder bevindt. Op een dakterras kan een antenne van een 10 tot 20 watt zender een maximale vermogensdichtheid van 0,086 mW/cm<sub>2</sub> veroorzaken (Belgische Hoge Gezondheidsraad, 2000).



### **3. Effecten van GSM-straling:**

In de tabel staat een uitgebreider overzicht van de studies i.v.m. de gezondheidseffecten van GSM-straling.

#### **3.1 Algemeen:**

RF-straling kan thermische effecten teweegbrengen. Grote hoeveelheden radiofrequente energie kan weefsels opwarmen waardoor ze schade kunnen oplopen en waardoor de lichaamstemperatuur kan verhogen. De ogen en de testes zijn hier bijzonder gevoelig voor want de relatief beperkte bloedtoevoer verhindert er de afvoer van overtollige warmte. De hoeveelheid radiofrequente straling waaraan men door GSM's en hun antennes wordt blootgesteld is te laag om een significante opwarming van de weefsels te veroorzaken. 1 studie echter toonde aan dat een blootstelling van 30 minuten aan een 900 MHz GSM een toename van de huidtemperatuur tot gevolg heeft (maximale toename:  $2.3 \pm 0.2$  °C na 6 min.) (Paredi P *et al.*, 2001). Van Leeuwen *et al.* (1999) berokenden ook dat een 915 MHz antenne met een gemiddeld zendvermogen van 0.25 W (equivalent van een typisch GSM-telefoontoestel), die naast het hoofd gehouden wordt, een SAR van ongeveer 1.6 W/kg veroorzaakt in de hersenen met een maximale temperatuurstijging van 0.11 °C tot gevolg.

Nu is de vraag of GSM-straling ook niet-thermische effecten kan teweegbrengen. Dit zijn biologische effecten (zoals de invloed ervan op fysiologische processen), carcinogene effecten en neuro-psychische effecten.

### **3.2 GSM-basisstations:**

Blootstelling aan RF-straling die groot genoeg is om verwarming van het hele lichaam te veroorzaken kan misvallen of geboortedefecten veroorzaken. Het vermogen van GSM-masten is echter veel te laag om zulke verwarming te veroorzaken (Moulder JE, 2002).

Er werd niet aangetoond dat GSM-masten hoofdpijn kunnen veroorzaken.

Er bestaat geen bewijs dat GSM-masten kanker kunnen veroorzaken.

Er bestaat geen bewijs dat GSM-masten interfereren met pacemakers of ander geïmplant medisch materiaal zolang de blootstellingsniveaus maar binnen de normen liggen (Moulder JE, 2002).

Op basis van deze gegevens kwamen verschillende panels van wetenschappelijk experts tot het besluit dat GSM-antennes geen risico vormen voor de gezondheid aangezien de blootstellingswaarden kleine fracties zijn van de normen (UK Independent Expert Group on Mobile Phones, Royal Society of Canada, US Institute of Electrical and Electronics Engineers, US Food and Drug Administration, US Federal Communications Commission, de Nederlandse Gezondheidsraad, Belgische Hoge Gezondheidsraad).

### **3.3 GSM's:**

De beschikbare wetenschappelijke gegevens tonen niet aan dat er gezondheidsproblemen zijn geassocieerd met het gebruik van GSM's. Men heeft echter ook nog niet kunnen bewijzen dat GSM's absoluut veilig zijn. GSM's zenden lage hoeveelheden radiofrequente energie uit als ze gebruikt worden en zeer lage hoeveelheden als ze in 'stand by' modus staan. De meeste studies van lage RF-blootstelling konden geen biologische effecten aantonen. Sommige studies suggereren dat er wel biologische effecten kunnen optreden maar zulke bevindingen werden niet bevestigd door bijkomend onderzoek. Deze studies blijken moeilijk reproduceerbaar.

Hier een overzicht van studies i.v.m. de niet-thermische effecten.

a) Fysiologische effecten:

De meeste studies toonden aan dat GSM-straling niet-genotoxisch is (Maes A *et al.*, 2001; Bisht KS *et al.*, 2002; Vijayalaxmi *et al.*, 2001). Enkele andere studies konden dit wel aantonen (D'Ambrosio G *et al.*, 2002, Tice RR *et al.*, 2002).

Recent toonden Leszczynski D *et al.* (2002) aan dat de straling van een 900 MHz GSM in culturen van menselijke endotheelcellen veranderingen teweegbrengt in het patroon van proteïnefosforylatie. Dit zou hersenschade in de hand kunnen werken.

Er is slechts één studie terug te vinden die het effect van het gebruik van mobiele telefoons op het gehoor evalueerde (Ozturan O *et al.*, 2002). Ze kwamen tot het besluit dat een 10 minuten durende blootstelling aan straling uitgezonden door een GSM geen effect heeft op het gehoor, althans niet op het buitenoor, het middenoor en de cochleaire niveaus.

b) Carcinogene effecten:

Epidemiologische studies hebben tot op heden nog niet kunnen aantonen dat het gebruik van GSM's de kans op hersentumoren doet toenemen (zie tabel: Hardell L *et al.*, 1999; Muscat JE *et al.*, 2000; Inskip PD *et al.*, 2001, Johansen C *et al.*, 2001).

Zelfs bij hoge blootstelling is er geen afdoende bewijs dat RF-straling kanker kan veroorzaken of een rol kan spelen in de ontwikkeling ervan (zie tabel). Dit geldt voor zowel straling van GSM's als straling van GSM-masten.

In Denemarken toonde een grote cohortstudie aan dat het gebruik van GSM's niet geassocieerd is met het voorkomen van hersentumoren, speekselkliertumoren, leukemie of andere kankers (Johansen C *et al.*, 2001).

c) Aspecifieke effecten:

Chia SE *et al.* (2000) toonden aan dat hoofdpijn meer voorkwam bij gebruikers van een GSM dan bij niet gebruikers (65% vs 54%). De prevalentie van hoofdpijn nam significant toe met de duur van het gebruik (in minuten per dag) en het gebruik van handenvrij materiaal veroorzaakte een afname van de prevalentie. Ligt dit nu aan de GSM of aan het feit dat mensen die vaak telefoneren vaak mensen zijn die veel stress hebben. De hoofdpijn zou eerder een gevolg kunnen zijn van die stress.

Er bestaan een paar studies die suggereren dat RF-straling van GSM's kleine fysiologische- of gedragswijzigingen kan teweegbrengen (Wang B & Lai H, 2000). Geen van deze studies voorzien echter in voldoende bewijs. Andere studies zagen geen effect (Bornhausen M & Scheingraber H, 2000; Hladky A *et al.*, 1999; Sienkiewics ZJ *et al.*, 2000). Edelstyn N & Oldershaw A (2002) toonden zelfs aan dat de blootstelling aan 900 MHz-straling van GSM's de aandacht kan aanscherpen. 38 gezonde vrijwilligers werden ingedeeld in een experimentele groep die gedurende 30 minuten werd blootgesteld aan een mobiele telefoon en een controlegroep waarbij de mobiele telefoon werd uitgeschakeld. Cognitieve prestaties werden bepaald vóór de blootstelling en 15 en 30

minuten erna. Significante verschillen werden duidelijk bij twee proeven die de aandacht testten.

Hietanen M *et al.* (2002) testten de hypothese dat er overgevoelige mensen bestaan die subjectieve symptomen ondervinden als gevolg van GSM-straling. De bestudeerde groep bestond uit 20 vrijwilligers die zichzelf overgevoelig achtten. De RF-bronnen waren een analoge NMT-telefoon (900MHz) en twee digitale GSM-telefoons (900MHz). De duur van een testsessie was 30 minuten en men deed drie of vier van die sessies per dag. Tijdens sommige sessies was er straling, tijdens andere niet. De vrijwilligers moesten symptomen of sensaties rapporteren van zodra ze die voelden. Daarenboven werden hun bloeddruk, hartslag en ademfrequentie elke 5 minuten gemeten. Ze kwamen tot de conclusie dat de door de vrijwilligers aangegeven symptomen niet geproduceerd kunnen worden door mobiele telefoons (Hietanen M *et al.*, 2002).

#### d) Electromagnetische interferentie:

Het is mogelijk dat digitale mobiele telefoons interfereren met pacemakers als de antenne vlak tegen de pacemaker wordt gehouden. Dit probleem werd echter enkel gerapporteerd bij sommige types van GSM's en sommige types van pacemakers (Hayes DL *et al.*, 1997; Grant FH & Schlegel RE, 2000). Er is weinig gevaar als de GSM minstens 10 cm van de pacemaker en aan het contralaterale oor (bijgevolg het oor dat het verst verwijderd is van de pacemaker) wordt gehouden.

### 4. Maatregelen:

#### a) GSM-masten:

- Bij de bouwaanvraag voor antennes die meer dan 50 Watt in het milieu stralen moet tenminste een eenvoudige studie worden toegevoegd in verband met de uitgestraalde elektromagnetische velden en de veiligheid van personen en werknemers. Deze eenvoudige studie, te voegen bij de bouwaanvraag, dient een berekening te omvatten van de te verwachte blootstelling op relevante plaatsen en zou heel wat problemen kunnen vermijden, niet alleen bij de bevolking maar ook bij werknemers zoals voor onderhoudswerken van de installatie. Nu wordt de bouw gegund na een klassieke bouwaanvraag.
- Er moet verhinderd worden dat men dicht antennes in werking kan benaderen. Op toegankelijke plaatsen, zoals bijvoorbeeld in de aanpalende woningen of op dakterrassen, moet de blootstelling voldoende laag zijn.
- Mensen moeten al tijdens de planningsfase van de bouw van een basisstation in hun woon- of werkomgeving bij de ontwikkelingen betrokken worden. Dat kan veel problemen voorkomen, omdat gezondheidsklachten veelal het gevolg zijn van angst voor het onbekende, te meer als daarbij ook nog 'straling' een rol speelt (Gezondheidsraad: GSM-basisstations, Den Haag).

#### b) GSM's:

- Handenvrij bellen: volgens het FDA (Food and Drug Administration) is er geen reden om aan te nemen dat handenvrij bellen minder risico inhoudt. Deze systemen reduceren de absorptie van radiofrequente energie door het hoofd maar als de telefoon bijvoorbeeld ter hoogte van de heupen wordt gedragen zal er daar weer meer RF-energie worden geabsorbeerd.
- Het is nog niet aangetoond of er bevolkingsgroepen zijn die gevoeliger zijn voor de effecten van RF-straling maar het mogelijk bestaan ervan heeft er toch mede toe bijgedragen dat er een grote veiligheidsmarge werd toegevoegd aan de blootstellingsnormen (Moulder JE, 2002).
- Het IARC coördineert momenteel een internationale studie naar de carcinogene effecten van GSM-gebruik (Interphone-studie). Deelnemende landen zijn Australië, Canada, Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Israël, Italië, Japan, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Zweden en het Verenigd Koninkrijk. De studie focust zich vooral op tumoren bij relatief jonge mensen (30-59 jaar die de hoogste prevalentie van GSM-gebruik hadden 5 tot 10 jaar geleden) en op regio's met het langste en hoogste gebruik van GSM's.

## **5. Besluit:**

Er kan tot op heden nog niet met zekerheid gezegd worden of GSM-straling of de straling uitgezonden door de basisstations een invloed hebben op de gezondheid, vooral omdat men nog geen langetermijn-effecten kan bestuderen. De meeste studies die tot hiertoe werden gedaan spreken een effect op de gezondheid tegen. Ofwel is er geen effect en is het statistisch gezien niet meer dan normaal dat op honderd studies enkele toevallig toch positief uivallen. Ofwel is er wel degelijk een effect, maar is dit zo klein dat het bijna niet aan te tonen is.

Conclusie: Strikt wetenschappelijk bekeken zijn er onvoldoende elementen om tot een besluit in het kader van mogelijke gezondheidseffecten van de GSM-straling te komen. Er kan niet gezegd worden dat GSM-straling schadelijk is voor de gezondheid, maar ook het tegendeel kan niet worden bewezen.

