
De GSM, Veilig mobiel telefoneren ?

Hoge Gezondheidsraad

Onderafdeling III/4 Stralingen

Gebundelde adviezen 2002 – Versie november 2002

INHOUDSTABEL

1. INLEIDING	5
2. MICROGOLVEN EN ELEKTROMAGNETISCHE STRALING, WAT ZIJN DAT ?	7
3. TOEPASSINGEN VAN MICROGOLVEN	13
4. KENMERKEN VAN MICROGOLVEN	14
4.1 Energie en vermogen	14
4.2 Afstandswet	14
5. DE WERKING VAN EEN MOBILOFOONNET	17
5.1 Algemeen	17
5.2 De elementen	17
5.3 De frequenties	18
5.4 Grootte van een cel	19
5.5 Mobiele uitrusting	20
5.6 Stand-by	21
6. ABSORPTIE VAN MICROGOLVEN	22
7. BIOLOGISCHE EFFECTEN VAN MICROGOLVEN	24
8. WETTEN EN REGELS	26
8.1 Overzicht huidige reglementering	27
9. GSM EN ELEKTRONISCHE APPARATUUR	29
9.1 Brand- en explosiegevaar	29
9.2 Elektrische en elektronische apparatuur	31
9.3 Ziekenhuizen	32
9.4 Actieve medische implantaten	32
9.5 Passieve medische implantaten	33
9.6 Bijzondere gevoeligheden	33
9 BIS STUDIE MILIEU IMPACT BIJ HET PLAATSSEN VAN ZENDANTENNES	35
10. AANBEVELINGEN VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRaad	38
11. BIJKOMENDE ADVIEZEN VAN 10/10/2000 EN 29/04/2001	40

11.1 Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende het Ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz	40
11.2 Toelichting bij het advies van de HGR van 10/10/2000 betreffende de normering van zendmasten voor EM golven (10MHz-10GHz).	43
11.3 Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende het ontwerp van Koninklijk Besluit tot wijziging van het Koninklijk Besluit van 29 april 2001 houdende de normering van zendmasten voor electromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.	48
12. REFERENTIES	50
13. VERKLARENDE WOORDENLIJST	53
13.1 Bepalingen en afkortingen	53
13.2 Eenheden	54
14. SAMENSTELLING VAN DE ONDERAFDELING STRALING EN VAN DE WERKGROEP MOBIELE TELEFONIE	55
13.1. Samenstelling van de onderafdeling Straling	55
13.2. Samenstelling van de Werkgroep Mobiele Telefonie	55
13.3. Uitgenodigde ambtenaar	55

1. INLEIDING

Mobiel telefoneren, met netwerken zoals GSM, heeft een snelle evolutie gekend, en is in enkele jaren een wijd verspreid communicatiemiddel geworden. De kleine handzame toestellen, die recentelijk op de markt werden gebracht, bieden onbetwistbare voordelen, die algemeen erkend zijn.

De werking van deze toestellen berust op het aanwenden van elektromagnetische golven ("microgolven").

Daarom is de Hoge Gezondheidsraad (HGR) de mening toegedaan dat het zijn plicht was om de stand van zaken trachten te bepalen betreffende het probleem van de risico's verbonden aan de microgolven in het algemeen en aan draagbare telefoons in het bijzonder.

Het huidig document werd op initiatief van de Onderafdeling Stralingen van de HGR en onder haar verantwoordelijkheid uitgewerkt en gepubliceerd. Het is het resultaat van de inspanningen van een werkgroep, opgericht door de HGR en samengesteld door onafhankelijke deskundigen. Deze werkgroep is anderzijds in contact geweest met bedrijven zoals Proximus en Mobistar om zo nauwkeurig mogelijk technische informatie te bekomen.

Deze brochure begint met een korte technische uitleg over de eigenschappen van microgolven en de toepassingen ervan. Daarna worden de belangrijkste kenmerken, namelijk de niveaus of de energie- en vermogendichtheden van microgolven, uitgelegd. Vervolgens wordt een typisch netwerk met de verschillende netwerkelementen voor mobiele telefonie kort voorgesteld. De aandacht gaat hierbij vooral naar de intensiteit van de microgolven zoals men die kan verwachten in de omgeving van een zendmast (pyloon) of bij een handtoestel. Het menselijk lichaam kan deze microgolven absorberen en we bespreken de gevolgen van deze absorptie.

Algemeen aanvaarde veilige vermogendichtheden bij blootstellingen aan microgolven worden vergeleken met deze die ontstaan bij mobiel telefoneren. Tenslotte geeft de Hoge Gezondheidsraad een aantal conclusies en aanbevelingen voor een veilig gebruik van uw mobiele telefoon

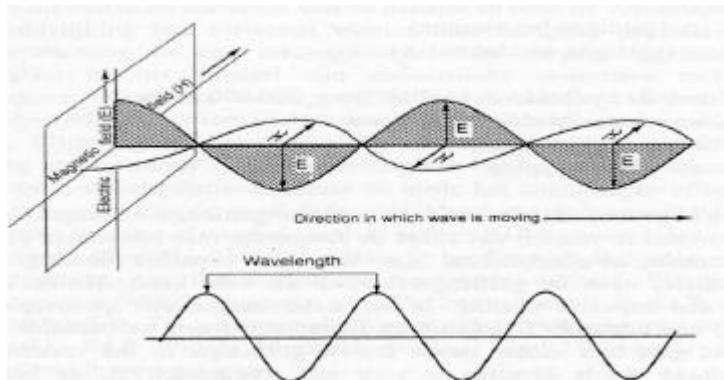
2. ELEKTROMAGNETISCHE STRALING EN MICROGOLVEN, WAT ZIJN DAT ?

De microgolven zijn elektromagnetische golven zoals licht, radiogolven en x-stralen.

De elektromagnetische straling omvat een spontane transportwijze van energie in de ruimte.

Ver van de bron (de zender), kan men dit voorstellen als een dubbele trilling die een magnetisch en een elektrisch veld omvat.

Beide trillingen zijn in fase, staan loodrecht op mekaar en verspreiden zich volgens de theorie van Maxwell steeds verder. Ze verplaatsen zich in het vacuüm aan de lichtsnelheid (300.000 km/s), volgens een richting loodrecht op het plan van de magnetische en elektrische velden. (figuur 1).



FIGUUR 1.

Legende van figuur 1.

Klassieke golfafbeelding van de elektromagnetische straling.

De elektrische en magnetische velden zijn in fase en staan loodrecht op mekaar. De voortplanting van het geheel volgt een rechtstandige richting ten opzichte van beide vorige (X-richting). De golflengte λ wordt aangegeven.

Een elektromagnetische straling is gekenmerkt door een frequentie f (of periode T , zie vergelijking (1) hieronder) en een golflengte λ (lambda).

De periode T van de (magnetische of elektrische) trilling is de tijdspanne waarna het magnetische of elektrische veld weer in de oorspronkelijke toestand terugkeert.

De frequentie van de trilling is het omgekeerde van de periode en is gelijk aan het aantal cycli per tijdseenheid. Men heeft dus :

$$f = 1/T \quad \text{vergelijking (1)}$$

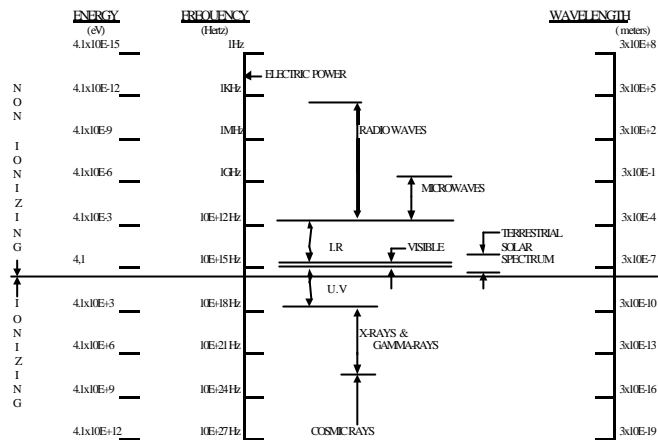
f = frequentie

T = periode

De frequentie-eenheid is de hertz (Hz) die gelijk is aan een cyclus per seconde (cf. Woordenlijst). In de praktijk gebruikt men meestal veelvoud van de hertz

De golflengte λ van de trilling is de kleinste afstand tussen twee punten die zich gelijktijdig in dezelfde trillingstoestand bevinden. Er dient eraan herinnerd, zoals hierboven aangegeven, dat de trillingen van de magnetische en elektrische velden in fase zijn. De magnetische trilling en de elektrische trilling hebben dus dezelfde frequentie en dezelfde golflengte.

De microgolven hebben een frequentie begrepen tussen 300 en 300.000 MHz (megahertz) of een golflengte begrepen tussen 1 en 100 mm (figuur 2).



Figuur 2 : Het elektromagnetisch spectrum.

Deze golfbeelding van de elektromagnetische stralingen geeft talrijke verschijnselen weer waarbij de voortplanting van de energie een essentiële rol speelt. Reflexie, refractie, interferentie, diffractie zijn de voornaamste verschijnselen in het gebied van de zichtbare straling.

De golfbeelding is daarentegen onvoldoende om een uitleg te geven over wat tijdens energetische uitwisselingen tussen de straling en de stof gebeurt : absorptie of emissie van energie.

De stralingsfrequentie bepaalt de hoeveelheid energie, die door de straling op atomair of moleculair vlak kan uitgewisseld worden.

Een elektromagnetische straling van een bepaalde frequentie f kan de energie, die ze vervoert, slechts afstaan in discrete hoeveelheden, die gehele veelvoud van een elementaire hoeveelheid E of "quantum" zijn, waarvoor geldt :

$$E = hf \quad \text{vergelijking (2)}$$

Waarbij h de constante van Planck is ($= 4,1356 \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$).

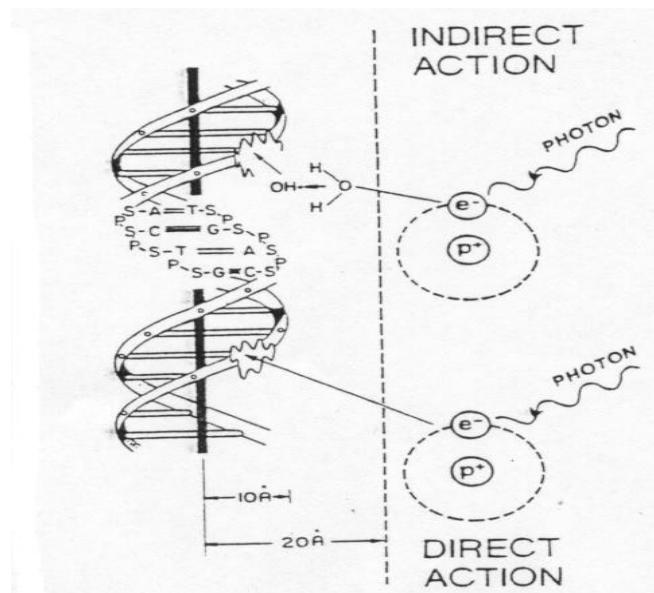
In geval van blootstelling aan elektromagnetische stralingen, bestaan er meerdere mechanismen van energie-uitwisselingen die de elektronische structuur van de atomen betreffen.

Daaronder vindt men de ionisatie en de excitatie, die aan een energieabsorptie verbonden zijn.

Ionisatie.

Wanneer een atoomstructuur een hoeveelheid energie absorbeert, die voldoende is om de verbinding van een van de electronen van het atoom te breken, komt dit laatste vrij. Er is ionisatie.

De vorming van een positief of negatief ion is het primaire verschijnsel dat aanleiding geeft tot een aantal fysico-chemische reacties (vorming van vrije radicalen) wat kan leiden tot letstels aan biologisch belangrijke moleculen.(fig 3)



Figuur 3 : Effecten van ioniserende stralen op DNA (Hall, 1988)

Opdat ionisatie zou gebeuren moet bijgevolg de geabsorbeerde energie groter zijn dan de bindingsenergie van het electron en, zoals aangegeven in de vergelijking (2), neemt de hoeveelheid energie, die door een elektromagnetische straling kan vrijgegeven worden, toe met haar frekwentie f .

Een straling met een frequentie hoger dan ongeveer 3×10^{15} Hz kan voldoende energie vrijgeven om een atoom of een molecuul te ioniseren. Dergelijke stralingen worden "ioniserend" genoemd.

Excitatie.

Wanneer de geabsorbeerde energie onvoldoende is om de verbinding van één van de elektronen van het atoom te verbreken, is er geen ionisatie. Deze energie kan echter een wijziging van de elektronische structuur van het atoom met zich meebrengen. Men zegt dan dat het atoom "aangeslagen" is.

De vrijgemaakte energie door de terugkeer naar de normale staat kan ook tot de vorming van vrije radicalen leiden en uiteindelijk tot biologische letsels.

Radiogolven en microgolven hebben een te lage frequentie om voldoende energie te leveren aan een atoom om een ionisatie te veroorzaken : deze stralingen zijn "niet-ioniserend".

Vergelijking tussen niet ioniserende en ioniserende straling.

Ioniserende straling bevat voldoende energie om ionisatie te veroorzaken, wat voor niet ioniserende stralen theoretisch niet mogelijk is. Blootstelling van DNA, eiwitten en andere "biologische moleculen" aan ioniserende stralen kan zowel rechtstreeks als onrechtstreeks beschadigen van deze moleculen veroorzaken door vorming van hoog reactieve vrije radicalen.

Onder normale omstandigheden beschikt het organisme over voldoende "neutralisatoren" of antioxidantia om deze schadeberokkende oxidantia op te vangen en er aldus een bescherming tegen te bieden.

Eenzijds bestaat de theoretische mogelijkheid dat, o.i.v. elektromagnetische velden, de vorming van vrije radicalen verhoogt en hun levensduur verlengt wordt.

Anderzijds zou niet ioniserende straling ook kunnen ingrijpen op het vlak van de onderdrukking van de verdedigingsmechanismen tegen oxidantia.

Mogelijke effecten van blootstelling aan elektromagnetische golven (samenvatting) :

effecten t.h.v. het centraal zenuwstelsel en bloed/hersen barrière
effecten op het neuro-endocrien systeem
veranderingen t.h.v. het cardiovasculair en cerebrovasculair systeem
erfelijke afwijkingen en kanker
hematologische veranderingen
Gehooreffecten
Ontwikkelingsdefecten
Groeiverstoringen
verstoringen van fysiologische en metabole processen
immunologische afwijkingen
storingen in thermoregulatiesystemen
veranderingen in de permeabiliteit van celmembranen

(overeenkomstig Maes, 1998)

3. TOEPASSINGEN VAN MICROGOLVEN

Wilhelm Konrad Röntgen ontdekte de röntgenstraling. Later werd de radioactieve straling bestudeerd door Pierre en Marie Curie. Reeds in het begin van de 20ste eeuw kende men de schadelijke gevolgen van ioniserende straling en werd het kankerverwekkend vermogen ervan vastgesteld.

Microgolven zijn ook reeds lang bekend. Heinrich R. Hertz ontdekte einde 19^e eeuw elektromagnetische golven en Guglielmo Marconi ontwikkelde veel later de eerste bruikbare radioverbinding. Rond de 1900 paste men al microgolven toe bijvoorbeeld voor diathermie in de geneeskunde. De meest bekende toepassing van microgolven is de radar en de recente versie ervan, de verkeersradar. Een radar bestaat uit een antenne die microgolven uitzendt in een nauwe bundel, te vergelijken met de lichtbundel van een zaklantaarn. Valt de bundel op een voorwerp dan ontstaat er reflectie en een deel van de microgolven wordt terug naar de antenne gestuurd. Het tijdsverschil tussen het uitzenden van de microgolven en de ontvangst van de reflectie dient om de afstand tot het voorwerp te bepalen.

Een andere bekende toepassing is de microgolfoven. Microgolven met hoog vermogen worden er gebruikt om energie aan voedsel toe te voegen, waardoor dit opwarmt. De watermolecule, de meest voorkomende molecule in voedingswaren, heeft bij microgolven de neiging de wisselende krachtwerking van het elektrisch veld te volgen door heen en weer draaien. Deze beweging verhoogt de kinetische energie van de molecule. Hoe meer de molecule beweegt, hoe meer kinetische energie en hoe warmer de materie is.

Minder bekende microgolftoepassingen zijn bijvoorbeeld de "sensoren" of bewegingsdetectoren zoals toegepast bij automatische deuren en inbraakbeveiligingen.

En tenslotte werken de mobilfoonsystemen van de huidige generatie, beter bekend onder namen zoals GSM en GSM 1800 of DCS, in frequentiebanden respectievelijk rond 900 en 1800 MHz.

4. KENMERKEN VAN MICROGOLVEN

4.1 Energie en vermogen

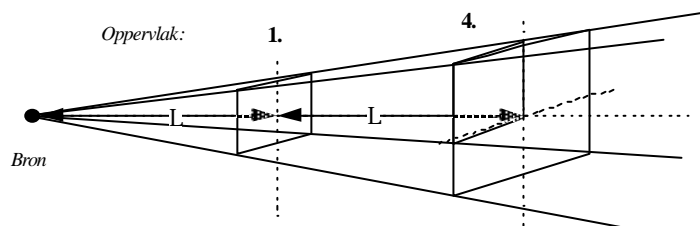
Elektromagnetische golven, inbegrepen microgolven bestaan uit bewegende energie. De eenheid van energie is de joule (J). Bij mobiele telefoons wordt vaak het *vermogen* opgegeven in watt (W), dit is het tempo waarmee de energie wordt uitgezonden. Meestal wenst men informatie te hebben over microgolven waaraan men blootgesteld is. Het is dan de energie of het vermogen invallend op een bepaald oppervlak, bijvoorbeeld de oppervlakte van de hand. Men spreekt dan over de *energie-dichtheid* van invallende microgolven uitgedrukt in J/m^2 , of over de *vermogensdichtheid* uitgedrukt in watt per vierkante meter (W/m^2).

De vermogensdichtheid is sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Men onderscheidt het nabije veld en het verre veld van een bron. Het grensgebied tussen deze twee velden is voor kleine antennes ongeveer de afstand van een halve golflengte; voor grote pylonen is de afstand groter. In het nabije veld is er een interactie met de bron. Zo zal bijvoorbeeld een metalen voorwerp, geplaatst in het nabije veld van een zendantenne, de richting van de uitzending verstoren.

4.2 De invloed van de afstand.

In het verre veld is er geen interactie met de bron en er geldt de omgekeerde kwadraatwet van de afstand. Als de afstand tot de bron verdubbelt, *vermindert* de vermogensdichtheid met een factor vier. Men begrijpt dit best met figuur 4.

Figuur 4: Verband tussen de afstand van de bron en het oppervlak van de bundel



De energie die door de bron wordt uitgezonden in een bepaalde richting moet over een steeds groter oppervlak worden verdeeld omwille van de rechtlijnige voortplanting uit de bron. Meet men bijvoorbeeld op een afstand van 1 m van een antenne een vermogensdichtheid van 80 mW/m^2 (een typische waarde voor een zaktelefoon) dan is dit op 5 m afstand nog maar $3,2 \text{ mW/m}^2$ en op 10 meter nog slechts $0,8 \text{ mW/m}^2$.

Bij het gebruik van een kleine, compacte en lichtgewicht zaktelefoon staat men er vaak niet bij stil dat men een een relatief sterke microgolفزender bij het oor houdt. Juist de korte afstand tussen de antenne en het menselijk lichaam is de oorzaak van de discussie over de gevaren van het gebruik van de zaktelefoon die de laatste jaren is ontstaan. Een van de basisprincipes van de stralingsbescherming : "Vergroot de afstand tot de bron" kan hier moeilijk in praktijk toegepast worden.

Sommige mobiele telefoontoestellen bezitten weliswaar de mogelijkheid om een hoofdtelefoon-microfoon combinatie aan te sluiten, zodat de afstand tot de antenne kan worden vergroot. Van deze optie wordt echter nauwelijks gebruik gemaakt.

Uit het voorgaande blijkt duidelijk dat een eventueel gezondheidsprobleem voor de bevolking in het geval van mobilofonie eerder veroorzaakt zal worden door het handtoestel dan door de GSM-pylonen en zendantennes. Door een passende reglementering en controle moet verhinderd worden dat het publiek toegang heeft tot de vast opgestelde antennes, zodat de afstand steeds minstens verschillende meters bedraagt.

De vermogensdichtheid is dan reeds erg gering. Wat betreft de werknemers zouden een reglementering en een controle moeten worden opgesteld om te vermijden dat ze aan stralingen zouden worden blootgesteld die de limieten overschrijden.

Bij gevolg en in de lijn van de aanbevelingen van andere Commissies (McKinlay, 1997; Repacholi, 1998) beveelt de Hoge Gezondheidsraad een onafhankelijk onderzoek aan inzake de biologische effecten van deze microgolven. Dit type van onderzoek zou in het bijzonder de effecten op lange termijn moeten evalueren zoals de studies van het IARC van Lyon (Cardis et Kilkenny, 1999) en van het Nationaal Kankerinstituut van Bethesda (Inskip et al, 1999).

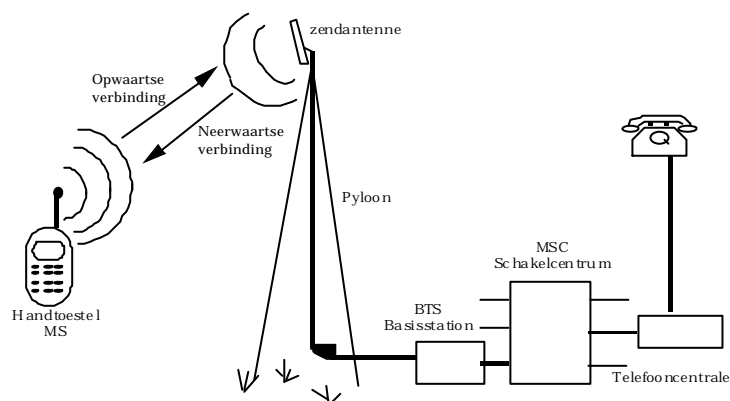
5. DE WERKING VAN EEN MOBILOFOONNET

5.1 Algemeen

Radiocommunicatie is informatieoverdracht die gebruik maakt van elektromagnetische golven. Informatieoverdracht (beeld, spraak, ...) is enkel mogelijk met radiogolven waarvan de frequentie een bepaald gebied van het spectrum bestrijkt. Dit gebied noemt men de bandbreedte of het kanaal. Een FM-zender met frequentie 93,7 MHz bijvoorbeeld, bestrijkt het frequentiegebied van 93,65 tot 93,85 MHz. De radio omroep met FM-zenders maakt gebruik van toegewezen kanalen in een gedeelte van de VHF-band met frequenties van 89 tot 107 MHz. Moderne mobilofonie maakt gebruik van microgolven.

5.2 De elementen

Figuur 5 geeft een schematische voorstelling van een GSM-netwerk. De draadloze verbinding vindt plaats tussen de antennes van het handtoestel, MS (Mobile Station) en het basisstation, BTS (Base Tranceiver Station). De antennes van de basisstations worden vast opgesteld zodanig dat zijn veldgedeelte of cel optimaal wordt bediend. Een aantal BTS's zijn verbonden met een schakelcentrum, MSC (Mobile Switching Centre). Dit schakelcentrum leidt de communicaties naar en van het openbare telefoonnet en andere netwerken zoals netwerken voor data.



Figuur 5 : Het GSM netwerk.

5.3 De frequenties

Het mobilofoonsysteem werkt in het frequentiegebied van 900 MHz (GSM 900) terwijl het GSM 1800 netwerk 1800 MHz gebruikt.

Voor de opwaartse verbinding (uplink), dit is de communicatie van het handtoestel naar de vaste antenne van het basisstation, zijn voor GSM 124 kanalen beschikbaar van 890 tot 915 MHz en voor de neerwaartse verbinding (downlink) nog eens 124 kanalen van 935 tot 960 MHz. Een abonnee heeft de mogelijkheid om gelijktijdig te zenden en te ontvangen. Dit noemt men "duplex-werking". Elk basisstation van een cel heeft een aantal duplexkanalen toegewezen gekregen, die verschillend zijn van die in de nabije cellen.

Systeem	Aantal duplex Kanalen	Frequenties (MHz)	
		uplink	downlink
GSM 900	124	890 - 915	935 - 960
GSM 1800	375	1710 - 1785	1805 - 1880

Figuur 6 : Enkele details van een GSM netwerk.

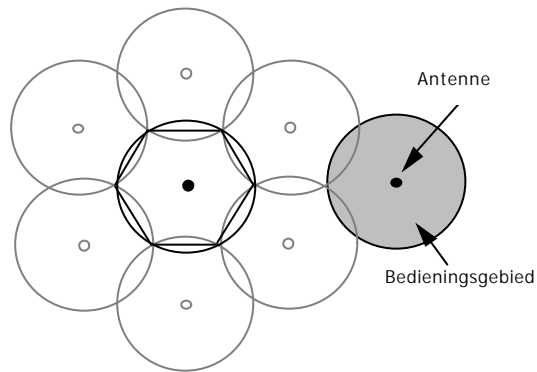
Een GSM gebruiker die zich verplaatst van de ene cel naar de andere moet ongestoord kunnen telefoneren. Dicht bij het basisstation, (bijvoorbeeld een antenne op pyloon) zullen de signalen die het basisstation van de abonnee ontvangt vrij sterk zijn. Naarmate de abonnee zich verwijderd en meer de grens van de cel nadert zullen de ontvangstsignalen zwakker zijn, ongeveer volgens de omgekeerd kwadratische afstandswet omdat de afstand tussen het handtoestel en het basisstation vele malen groter is dan de golflengte (verre veld).

Het basisstation meet deze verzwakking van de communicatiesignalen. Het handtoestel onderzoekt de sterkte van de signalen van de basisstations van de aangrenzende cellen. De resultaten van die metingen worden gerapporteerd via het basisstation naar het MSC waar eventueel wordt beslist dat de verbinding wordt overgenomen door een aanliggende BTS (handover-beslissing).

Op ieder ogenblik is het vermogen van het handtoestel teruggebracht tot dat vermogen dat voldoende is voor een communicatie van goede kwaliteit. Dicht bij een basisstation zal er daarom minder totaal vermogen worden uitgezonden door het handtoestel.

5.4 Grootte van een cel :

Een mobilfoonnetwerk bestaat uit een aantal basisstations om een bepaald gebied zo volledig mogelijk te bedienen. Iedere antenne van een basisstation zal een deelgebied of cel bestrijken die meestal cirkelvormig is. Minimale overlappings met cirkelvormige bedieningsgebieden leidt tot zeshoekige cellen, zie Fig. 7.



Figuur 7 : radiocellen.

De grootte van een cel wordt bepaald door de reikwijdte van het basisstation en kan gaan van enkele honderden meters tot maximaal 35 km. Op het platteland zal de cel het grootst zijn met een antenne meestal op een pyloon van ca 35 meter hoogte. In stedelijke gebieden zullen de cellen kleiner zijn. Zeer kleine cellen worden gebruikt om mobilofonie te verzorgen in gesloten ruimten zoals shopping centra. Hoe kleiner de cel, hoe minder zendvermogen nodig is.

De zenders van de basisstations hebben een relatief laag vermogen, maximaal 100 W voor de grootste cellen.

Het vermogen van de meeste zenders is echter veel lager. Een typische zender heeft een vermogen van 10 W tot 20 W. De antennes op hoge pylonen zijn maximaal onder een hoek van 10 graden naar beneden gericht. Bij een antenne op 35 meter hoogte betekent dit dat de primaire bundel op ca. 200 meter van de pylon op grondniveau komt. Bij een antennehoogte van 10 meter is dit nog ca. 60 meter. Aan de voet van een pylon is de vermogensdichtheid daarom zeer zwak, kleiner dan 0,001 mW/cm².

Het publiek heeft nooit toegang tot het gebied dicht bij de BTS-antenne. Op een dakterras kan deze afstand nog 5 meter bedragen. Een antenne van een 10 tot 20 watt zender, zal op een afstand van 5 m een maximale vermogensdichtheid van 0,086 mW/cm² veroorzaken.

Ondanks het feit dat de microgolfermogensdichtheden in de omgeving van de antennes van basisstations zeer laag zijn, veel lager dan de toegelaten waarden van aanvaarde standaarden, blijven deze antennes een zekere onrust verwekken bij sommige mensen mede als gevolg van de onzekerheden met betrekking tot de lange termijn effecten.

5.5 Mobiele uitrusting :

Er bestaan verschillende soorten toestellen voor mobiele telefonie. Zo zijn er 8 watt-toestellen die worden ingebouwd in een wagen. De handtoestellen hebben een 2 watt zender. Deze toestellen kunnen worden ingebouwd in een auto met een car-kit wat niet alleen de ontvangst verbetert maar ook de veiligheid verhoogt.

Praktisch past het GSM-toestel het vermogensniveau aan zodat het meestal lager is dan 2 W. Sommige systemen verminderen het zendvermogen van het handtoestel wanneer er niet gesproken wordt. Het vermogensniveau tussen de perioden van spraak en geen spraak verschilt dan ongeveer een factor 25 (bij GSM 1800 : 20). In ongunstige omstandigheden (zoals ver van een basisstation) zal het maximaal vermogen uitgezonden worden.

5.6 "Stand-by" (toestel staat aan, maar geen communicatie)

Wanneer een GSM-toestel in de "stand-by" stand staat zal het geregeld een kort signaal uitzenden om het systeem te laten weten waar het zich bevindt. Een toestel in "stand-by" zendt dus nog wel degelijk microgolven uit, maar gemiddeld genomen is het met een veel lager vermogen dan bij spraakcommunicatie. Zet u het toestel uit, dan wordt er vanzelfsprekend geen signaal meer uitgezonden

6. ABSORPTIE VAN MICROGOLVEN

Om een idee te krijgen van de biologische effecten van blootstellen van de mens aan microgolven is het belangrijk te weten hoeveel energie van een bundel in het lichaam wordt geabsorbeerd. Voor kortstondig blootstelling gebruikt men hiervoor de Specifieke Absorptie (SA), uitgedrukt in joule per kilogram (J/kg). Voor langdurige blootstelling of voor situaties waarin geen tijdsduur kan worden vastgesteld, heeft men de SAR, Specifieke Absorptie Tempo (Specific Absorption Rate) ingevoerd. De SAR is het opgenomen vermogen per massa-eenheid uitgedrukt in watt per kilogram (W/kg).

De metabolische warmteproductie van een normale volwassen persoon in rust is ongeveer 80 watt. Per kilogram lichaamsgewicht wordt dit nagenoeg 1 watt. Bij een matige lichaamsactiviteit loopt deze warmteproductie op tot 4 W/kg. Wil het lichaam niet "oververhit" raken, dan moet het deze warmte kunnen afvoeren. Ook wanneer warmte die door absorptie van buitenaf het lichaam binnenkomt, bv. van zonnestralen, van spots, of van microgolven dan moet het lichaam deze warmte kunnen afvoeren. De warmteafvoer gebeurt door de bloedsomloop en het zweten. Het wordt geregeld door het ingewikkeld systeem dat onze lichaamstemperatuur constant houdt. Een gezond lichaam kan geabsorbeerde energie moeiteloos verwerken op voorwaarde dat deze een fractie is van de eigen warmteproductie.

De eerste veiligheidsnorm in verband met blootstelling aan microgolven steunde op de beperking van het geabsorbeerde vermogen tot één tiende van de warmteproductie van het lichaam in rust. De absorptie van microgolven werd bij blootstelling van het ganse lichaam daarom beperkt tot ongeveer 8 watt of 0,1 W/kg.

De SA en de SAR zijn niet enkel afhankelijk van de hoeveelheid energie die invalt op een lichaam, maar ook van de hoek waaronder de straling invalt, de frequentie van de golven, de afmetingen van de bundel en de vorm en de eigenschappen van het lichaam. Een bijzonder facet van blootstelling aan EM-straling is de mogelijkheid van reflectie en breking.

Golven kunnen tegen wanden of structuren "terugkaatsen" en interfereren met de invallende bundel. Reflecties kunnen ontstaan tegen ijzeren voorwerpen (bijvoorbeeld bij het telefoneren in een auto), maar ook tegen de botstructuren in het hoofd. Dit kan tot gevolg hebben dat er lokaal hoge intensiteiten ontstaan (zogenaamde "hot-spots"). Een veiligheidsnorm moet rekening houden met deze lokale hogere intensiteiten.

Men kan de SAR en de SA niet rechtstreeks in het lichaam meten. Ze worden wel gemeten op "kunstlichamen" of berekend met behulp van computermodellen. In de praktijk hanteert men maximale vermogensdichtheden en energieën van de invallende elektromagnetische golven, opdat de veilige SAR- of de SA-limieten in normale omstandigheden niet zouden worden overschreden.

7. BIOLOGISCHE EFFECTEN VAN MICROGOLVEN

Het is niet de bedoeling van deze brochure om diepgaande medische beschouwingen te ontwikkelen over de mogelijke gevaren van elektromagnetische straling. Wij geven hier enkel een aantal algemene principes.

Stralingsenergie kan door moleculen worden opgenomen, geabsorbeerd en omgezet in een andere vorm van energie. De omzetting van de geabsorbeerde microgolven in warmte is het bekende effect op het menselijk lichaam. Het water dat overvloedig aanwezig is in het lichaam zal microgolvenenergie absorberen en omzetten in warmte. Het gevaar van microgolfbronnen bestaat erin dat ze, anders dan de zon of een gasvuur, door de mens niet direct als warmtebron worden herkend. De thermische effecten van microgolven kunnen gaan van een warmtegevoel (vanaf 30 mW/cm² zijn EM stralen "voelbaar"), via pijn (juist zoals bij nadering van een vlam), tot brandwonden bij zeer sterke microgolfniveaus. Het is belangrijk te beseffen dat ernstige effecten enkel kunnen optreden bij nadering van zeer zware, industriële bronnen of zeer dicht bij krachtige televisiezenders of radarantennes.

Het is onwaarschijnlijk dat iemand om niet-professionele redenen krachtige bronnen dicht kan benaderen wanneer veiligheidsnormen zijn uitgevaardigd en worden toegepast zoals het toegangsverbod.

Een ander effect van warmte is dat sommige eiwitten ontaarden, en dat zogenaamde "warmte schok proteïnen" extra aangemaakt worden bij temperaturen rond 40° C.

De laatste jaren is er erg veel onderzoek verricht naar de "niet thermische" effecten van microgolven en van EM straling in het algemeen. Vele, zonet de meeste, van deze effecten blijven echter controversieel. Alhoewel het bestaan van sommige niet thermische effecten thans wel worden onderkend bestaan er geen duidelijke aanwijzingen dat deze effecten schadelijk zouden zijn voor de mens. De laatste jaren verschenen er wel enkele alarmerende rapporten over effecten van "zwakke" microgolfblootstelling. Zo heeft één studie aangetoond dat het genetisch materiaal (DNA) in de hersenen van aan microgolven blootgestelde ratten beschadigd wordt. Wat dit, vertaald naar de mens, werkelijk betekent is niet duidelijk, zeker niet nu een andere, gelijkaardige studie deze waarneming niet kon bevestigen. Muizen die speciaal gevoelig gemaakt werden voor het ontwikkelen van kanker bleken na geregelde blootstelling aan zwakke GSM signalen een verhoogd risico voor zekere vormen van bloedkanker te hebben. Extrapolatie van de resultaten naar de mens is in dit geval zo goed als onmogelijk en herhaalexperimenten zijn nodig om deze observatie te bevestigen.

Bij de mens werden in ieder geval tot op heden geen reproduceerbare niet-thermische effecten aangetoond. Een verband met het ontstaan van hersentumoren (zoals wordt gesuggereerd) is evenmin bij experimenten bewezen. Wel moet men bedenken dat er nog geen effecten als gevolg van langdurige blootstelling aan zwakke microgolven bekend zijn omdat mobiele telefonie een relatief nieuwe technologie is. Alhoewel de meeste wetenschappelijke gegevens geruststellend zijn zal derhalve toch nog op de resultaten van lange-termijn epidemiologische studies, zoals deze verricht in het kader van het IARC in Lyon, moeten gewacht worden vooraleer een globaal besluit kan worden getrokken. Het IARC (INT Agency for research on cancer) acht zeer recent een case control studie over de relatie tussen mobiele telefonie en hersentumoren haalbaar. Voor andere effecten zijn er nog moeilijkheden. Nauwkeurige blootstellingsmetingen worden hierbij door het WHO sterk benadrukt.

In België laat het algemeen gebrek aan middelen voor epidemiologie zeker niet toe om tot nauwkeurige evaluatie te komen.

8. WETTEN EN REGELS

Normen, wetten en regels zijn noodzakelijk voor de bescherming en de gezondheid van werknemers en de bevolking. Nadat begin deze eeuw duidelijk werd dat ioniserende straling gevaren met zich meebracht, werden er internationale commissies opgericht die zich bezig hielden met het uitwisselen van informatie en het formuleren van regels voor het veilig gebruik van die straling. Analooq hieraan werden rond 1970 organisaties in het leven geroepen die op basis van de resultaten van wetenschappelijk onderzoek aanbevelingen hebben geformuleerd voor het veilig omgaan met microgolven.

Voor het vastleggen van veiligheidsnormen gaat men over het algemeen uit van de grens waarbij nog juist effecten kunnen worden waargenomen. Deze limiet werd voor EM straling en in het bijzonder voor microgolven vastgesteld voor thermische effecten op 0,4 W/kg (voorzorgsbeginsel). Voor de bevolking gaat men daar een factor vijf onder (de bevolking bevat o.m. ook gevoelige individuen) ; de limiet is daarmee vastgesteld op 0,08 W/kg. Deze laatste waarde komt ongeveer overeen met de benaderende berekening : 0,1 W/kg (in de de paragraaf over absorptie van elektromagnetische straling).

Ter vergelijking met de ioniserende straling is de verhouding tussen limieten voor deterministisch effect voor werknemers en stochastisch effect voor bevolking hoger dan 150. Daarenboven is uit voorzorg ALARA (blootstelling zo laag als redelijk mogelijk) aangewezen. Bij meervoudige blootstelling is slechts toegestaan dat elke bron een fractie van de limiet voor zijn rekening kan nemen.

8.1 Overzicht huidige reglementering :

Op dit moment bestaat er in België nog geen specifieke normering voor elektromagnetische straling. Niet dat er daarom geen veiligheidsregels in acht worden genomen. In afwachting van een definitieve Europese norm past men nu meestal de aanbevelingen toe van de IRPA (de "International Radiation Protection Association"). Deze norm houdt o.a. rekening met het gemiddeld absorptievermogen van een individu. Ze maakt ook een onderscheid tussen verschillende te beschermen bevolkingsgroepen (werknemers, bevolking in haar geheel).

Over het blootstellen van het menselijk lichaam aan elektromagnetische velden en golven werd in 1995 een Europese ontwerp-richtlijnen gepubliceerd die in 1999 werd aangepast (ENV en EN 50166-1 en 2). Ze geven de grenswaarden aan voor de SAR en SA die niet mogen worden overschreden. Deze waarden worden de basisrestricties genoemd. Voor een onbeperkte blootstelling van het ganse lichaam geldt algemeen :

$$SAR \leq 0,08 \text{ W/kg}$$

Om allerlei redenen zoals een beperkte blootstellingsduur (8 uur op 24) en een controleerbare omgeving zal men in een werkplaats of bij beroepsmatige blootstelling een hogere waarde toelaten. Dan geldt :

$$SAR_{\text{prof.}} \leq 0,4 \text{ W/kg}$$

Deze grens is een gemiddelde over het hele lichaam en gedurende iedere periode van 6 minuten.

De maximale invallende vermogensdichtheden die rekening houdt met fenomenen zoals reflectie en die met een veiligheidsfactor aan de basisrestricties voldoen, zijn de referentieniveaus van de norm. Deze bedragen voor de GSM-band respectievelijk 0,45 mW/cm² voor de bevolking en 2,25 mW/cm² voor beroepshalve blootgestelde personen. Voor de band 1800 MHz worden deze waarden respectievelijk 0,9 en 4,5 mW/cm².

De norm geeft ook limietwaarden voor lokale of gedeeltelijke blootstelling van het lichaam. Uitgemiddeld over ieder interval van 6 minuten en over iedere 10 gram weefsel bedragen deze voor de SAR : 2 W/kg voor het publiek en 10 W/kg voor werknemers. De HGR vindt dat deze waarden, in het bijzonder voor de belasting van de hersenen, vrij hoog zijn.

9. RISICO'S BIJ GEBRUIK VAN DRAAGBARE TELEFOONS

9.1 Brand- en explosiegevaar

Het is wel bekend dat concentraties van sommige stofdeeltjes en dat brandbare producten in bepaalde omstandigheden explosie en brand veroorzaken. Meestal moet er lokaal voldoende hitte worden geproduceerd om explosie of brand te triggeren. De energie voor de nodige hitte kan gegenereerd worden door een heet of gloeiend oppervlak, door een vlam of door een vonk.

Wandelen we bijvoorbeeld op een synthetisch vast tapijt en de lucht is droog dan worden we elektrisch opgeladen. Bij het aanraken van bepaalde objecten zoals een metalen deurklink treedt er plotse ontlading op. Is de ontlading sterk genoeg, dan gaat ze gepaard met een vonk. Dit fenomeen is een vonk als gevolg van een elektrostatische ontlading, het is een ES vonk. Een ES vonk en elektrische vonken zoals van een batterij of van de 50 Hz elektriciteitsvoorziening betekent potentieel explosie- en brandgevaar. De methoden om deze vonken en de eraan verbonden risico's te vermijden zijn gekend en worden toegepast niet alleen in de werkomgeving maar ook in het dagelijks leven. Chemische bedrijven en opslagplaatsen van olieproducten en gassen houden reeds vele jaren rekening met krachtige zenders zoals deze voor omroep en televisie en met radarinstallaties, in de directe omgeving. Onder bepaalde omstandigheden kunnen metalen structuren zich namelijk gedragen als een antenne. In de nabijheid van sterke zenders zal deze antenne een gedeelte van de uitgezonden elektromagnetische energie ontvangen. Is deze energie voldoende groot om hitte of een vonk te veroorzaken dan ontstaat er een risico. Het ontsteken van een brandbaar gas zoals benzine damp in de lucht vereist een minimale energie die geschat wordt op 0,1 mJ. De nodige energie kan de hitte zijn die ontstaat bij een ES vonk of bij een elektrische vonk tussen twee metalen oppervlakken (elektroden). De energie van radiogolven is ook in staat vonken genereren.

Deze vonken noemt men RF vonken (RF van radio-frequentie). De opening tussen de metalen elektroden moet voldoende groot zijn. Is dit niet het geval dan zal een groot deel van de energie als warmte geabsorbeerd worden in de elektroden zelf en de vlam kan zich niet uitbreiden. De minimale elektrodenafstand is ongeveer 1 mm. De doorslagspanning van de lucht is in normale omstandigheden 30 kV/cm wat een spanning van 3 kV vereist tussen de elektroden. Een veiligheidsfactor van 10 hierop toegepast suggereert een minimale spanning van 300 V. Deze waarde wordt in sommige standaarden gehanteerd (bv. in "British Standard code of practice", BS 5958).

Het piekvermogen van een typische GSM bedraagt 2 W. Dit piekvermogen wordt uitgezonden wanneer akoestische informatie zoals van het spreken moet worden overgedragen. Een eenvoudig metalen voorwerp dat de microgolven efficiënt oppikt moet staafvormig zijn. Het moet een lengte hebben van een vierde van de golflengte. Een eenvoudige berekening leert dat het door de staaf opgepikt vermogen minstens 60 W moet bedragen. Hieruit volgt dat telefoneren met een GSM bij het tanken van een wagen praktisch weinig risico inhoudt. Het uitgezonden vermogen van een GSM 2 W toestel is te zwak. De kans dat willekeurige metalen structuren toevallig een efficiënte antenne vormen, is eveneens zeer klein. Daarenboven moet er voldoende benzine aanwezig zijn of een explosief mengsel. Laten we niet vergeten dat indien er brandbare producten zoals benzine vrijkomen of "gemorst" worden en mengen met lucht, is het een zware belasting van het milieu. Een tankstation mag in principe niet ruiken!

De negen meest voorkomende brandoorzaken die geklasseerd werden volgens belangrijkheid vermelden RF vonken niet. Onvoorzichtigheid van rokers is er de eerste oorzaak (referentie: Welzijn op het Werk, Provinciaal Veiligheidsinstituut, Antwerpen 1999).

Het aansteken van een sigaret houdt dus veel meer risico in.

In de meeste gebruiksaanwijzingen voor GSM's vindt men als advies de telefoon niet te gebruiken bij een benzinestation.

Ze vermelden meestal dat het gebruik kan beperkt zijn op plaatsen zoals brandstofdepots en chemische fabrieken. Om alle risico's uit te sluiten is het aan te raden een draagbare telefoon niet te gebruiken op plaatsen waar het explosie- of brandgevaar reëel is.

9.2 Elektrische en elektronische apparatuur

Op vele studentenkamers deed de afgelopen jaren de microgolfoven zijn intrede. Bij gebrek aan ruimte werd dit keukentoestel wel eens te dicht opgesteld bij hifi geluidsapparatuur. Dit bleek echter tot verbazing en ongenoegen van de bewoners geen gelukkige combinatie. De microgolfoven stoorde dikwijls op een of andere manier de werking van geluidsversterker en CD-speler. Analoge fenomenen kunnen zich voordoen met een mobiele telefoon. Wie wel eens dicht bij een PC met een GSM getelefoneerd heeft zal vreemde strepen of vervormingen op het scherm gezien hebben, wanneer scherm en computer niet goed beveiligd werden tegen EM straling.

De voorbeelden tonen aan dat radiogolven en microgolven gevoelige elektronische apparatuur kunnen storen (elektromagnetische storing of interferentie). Anders gezegd, sommige elektronische apparatuur is niet voldoende beveiligd of immuun tegen sterke radiogolven. Het is dus ook mogelijk dat een mobilfoon of een GSM-toestel storingen veroorzaakt.

Op 1 januari 1996 werd een Europese richtlijn betreffende de elektromagnetische compatibiliteit van elektronische toestellen van kracht. Deze norm beperkt de ongewenste uitstraling van elektronische toestellen en vereist een bepaalde ongevoeligheid of immuniteit voor radiogolven. Toestellen die voor 1/1/1996 werden verkocht of die niet voldoen aan deze Europese directieve kunnen echter wel storen of gemakkelijk gestoord worden.

De algemene regel is bijgevolg dat men toestellen voor mobiele telefonie best niet gebruikt dicht bij gevoelige elektronische apparatuur en zeker niet bij elektronische apparatuur van vitaal belang. Voorbeelden van deze apparatuur zijn elektronische navigatiesystemen in vliegtuigen en bepaalde medische apparatuur.

Als voorzorgsmaatregel voor het uitsluiten van alle risico's is het aangewezen de mobiele telefoons niet te gebruiken.

9.3 Ziekenhuizen

De aanwezigheid van een GSM antenne op een ziekenhuis geeft wat de microgolfniveaus betreft, weinig problemen omdat de microgolven normaal gebundeld worden weg van het gebouw. Wie echter in een ziekenhuis komt kan aan de ingang een sticker vinden die het gebruik van de GSM-handtoestel in het hele ziekenhuis, of op bepaalde afdelingen verbiedt. Niet alle in de ziekenhuizen gebruikte apparatuur is voldoende beschermd tegen de energie van microgolven.

9.4 Actieve medische implantaten

Actieve implantaten leveren energie aan het lichaam. Sommige zijn van vitaal belang zoals sommige soorten pacemakers en insuline pompen. Andere verbeteren het leven zoals een neurostimulator. Sterke elektromagnetische energie kan deze implantaten op verschillende wijzen storen: beschadiging van elektronische componenten, ontstaan van ongewenste stromen of spanningen of het implantaat kan opwarmen. Moderne implantaten moeten overeenkomstig Europese Richtlijnen immuun zijn voor veldsterkten tot minstens 100 V/m. Deze veldsterkte vindt men op afstanden kleiner dan 1 cm van een typische GSM antenne en op afstanden kleiner dan 30 cm van antennes van een basisstation.

Een uitgebreid onderzoek in de Verenigde Staten maakte duidelijk dat draagbare telefoons in sommige gevallen de werking van een vrije pacemaker kunnen verstoren. De ingeplante pacemaker wordt echter gedeeltelijk beschermd door het lichaam zodat deze minder gevoelig is aan storingen. Er zijn geen gevallen bekend waarbij het gebruik van een draagbare telefoon tot ongelukken met een pacemaker heeft geleid. Om risico's te beperken is waakzaamheid geboden, dient het gebruik van een GSM zoveel mogelijk vermeden te worden en moet desgevallend voldoende afstand gehouden worden.

9.5 Passieve medische implantaten

Hiermede bedoelt men implantaten die geen energie leveren aan het lichaam. Vitale passieve implantaten zijn bijvoorbeeld hartkleppen. Andere passieve implantaten zoals hoorapparaten en orthopedische hulpmiddelen verbeteren de kwaliteit van het leven. Het metaal of de metalen delen van passieve implantaten kunnen plaatselijk de elektromagnetische golven absorberen wat een ontoelaatbaar opwarmen van het omringend weefsel veroorzaakt. Het lichaam schermt de implantaten gedeeltelijk af en het vermogen van een GSM is zeer zwak vergeleken met bijvoorbeeld diathermietoestellen die typisch 200 W vermogen leveren.

Om mogelijke problemen te vermijden is nochtans waakzaamheid geboden.

9.6 Bijzondere gevoeligheden

Bij mobiel telefoneren zal een deel van het uitgezonden microgolffermogen geabsorbeerd worden in het hoofd. De absorptie hangt af van vele factoren zoals de antenne, de positie ervan ten opzichten van het hoofd en uiteraard van het volume van het hoofd en de dikte van de schedel. Bij afmetingen die dezelfde grootte orde hebben als de golflengte, kan er zelfs een verhoogde of resonante absorptie optreden. Praktisch betekent het dat een bepaalde mobiele telefoon of een GSM-toestel meer absorptie bij een kind kan teweegbrengen dan bij een volwassen persoon. Bij het opstellen van de aanvaarde veilige SAR waarden werd evenwel rekening gehouden met de verschillen tussen baby's, kinderen en volwassenen. De praktische situaties zijn echter zo verschillend dat waakzaamheid geboden is. Het is daarom raadzaam de blootstelling aan de microgolven van mobiele telefoons te beperken voor zwangere vrouwen, baby's, kinderen, oudere en zieke personen. De beperking betekent de tijdsduur van de communicatie kort houden en voldoende afstand van de antenne in acht te nemen.

Er bestaan aanwijzingen dat sommige personen hypergevoelig zouden zijn aan elektromagnetische velden. Dezelfde beperkingen gelden voor gevoelige personen en voor personen met een al dan niet vermeende overgevoeligheid voor elektromagnetische energie (electrohypersensitivity).

9BIS. STUDIE MILIEU IMPACT BIJ HET PLAATSEN VAN ZENDANTENNES

in het bijzonder voor het plaatsen van zendantennes zoals voor GSM

Dit hoofdstuk is gebaseerd op algemene minimale richtlijnen ter bevorderen van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk evenals op de minimale vereisten voor bescherming van de bevolking tegen fysische agentia zoals lawaai, trillingen en elektromagnetische golven

De laatste decennia kennen we een explosieve groei van artificiële bronnen van elektromagnetische energie. Over de hele wereld wordt uiting gegeven aan een toenemende verontrusting over de schadelijke effecten van de elektromagnetische energie die de zenders uitstralen.

De aanleiding van dit hoofdstuk is het groot aantal klachten in verband met het plaatsen van antennes voor mobiele telefonie zoals voor GSM.

Het starten van activiteiten die een potentieel risico inhouden voor de mens, of die potentieel belastend zijn voor het milieu is meestal gebonden aan vergunningen, reglementeringen en wettelijke bepalingen

Het oprichten van een pyloon of een draagstructuur voor het installeren van een zendantenne wordt aanzien als een bouwwerk. Het wordt geregeld met de klassieke bouwaanvraag en de erbij behorende vergunning.

Zendantennes zoals voor omroep, televisie, telecommunicatie voor radar, voor navigatie en voor mobiele telefonie of GSM belasten het milieu en vormen een potentieel risico, zeker als het uitgestraald vermogen groter is dan 10 watt

Over de bescherming tegen elektromagnetische velden en golven bestaan er specifieke teksten, gebaseerd op internationaal aanvaarde aanbevelingen.

Bijzondere aandacht verdienen de antennes van de basisstations van de mobilofoons die in grote aantallen worden opgericht.

Bij de bouwaanvraag voor antennes die meer dan 10 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, 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. De antennes worden geplaatst en daarna worden de mensen geconfronteerd met de stralingsproblematiek. Individuen, groepen, gemeentebesturen, buurtcommittees enz. eisen, na de installatie van de antennes, studies en metingen in verband met de ontstane risico's. Zo zijn er gevallen bekend waar het dakterras inderdaad in de risico zone viel. Dit is voor de Hoge gezondheidsraad onaanvaardbaar.

Meestal zal een pyloon worden uitgerust met antennes die radiosignalen uitstralen ongeveer naar de horizon toe. De te verwachten vermogendichtheden van de radiogolven van basisstations voor mobilofonie zijn meestal zeer laag op grotere afstand. 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.

De te verwachten vermogen dichtheden moeten uiteraard laag zijn in verband met gezondheidsrisico's.

Om deze vermogendichtheden te kunnen inschatten moet de bouwheer volgende gegevens bij de bouwaanvraag voegen:

- de frequenties van de uitgezonden radiosignalen;
- het uitgestraalde vermogen;
- de polarisatie;
- de winst van de antennes;
- de azimutrichtingen en elevaties van de hoofdbundels;
- stralingspatronen in het horizontaal en het vertikaal vlak;

- hoogte van de antenne(s) boven het grondniveau;
- inplantingsplan van de pyloon waarop de antennes zullen geplaatst worden;
- ligging van de woningen en/of appartementen in de onmiddellijke omgeving van de pyloon.

Met deze gegevens kan men de risico gebieden rond de op te richten antennes te bepalen. De studie van deze risicogebieden dient echter de bouwheer bij de aanvraag bouwvergunning te voegen.

De referentiewaarden zoals die beschreven worden in de EN(V) 50166 voor het beveiligen van het publiek en de werknemers tegen elektromagnetische velden moeten worden toegepast.

In een vertikaal vlak door de hoofdbundel van de uitgezonden elektromagnetische bundels dienen grafisch de plaatsen rond de antenne aangegeven waar de referentiewaarden worden bereikt voor de bevolking en voor de werknemers en de plaatsen waar deze 1/10 en 1/100 van de waarden bereiken. De referentiewaarden worden opgegeven in vermogendichtheden.

Hetzelfde geldt voor het horizontaal vlak door de antennes: de plaatsen moeten grafisch worden weergegeven waar de referentiewaarden worden bereikt voor de bevolking en voor de werknemers en de plaatsen waar deze minstens 1/10 en 1/100 van de referentiewaarden bereiken. De referentiewaarden worden opgegeven in vermogendichtheden.

De Hoge Gezondheidsraad is van oordeel dat een studie van het impact van de uitgestraalde elektromagnetische energie op de omgeving en het aangeven van de risicogebieden (afgebakend door de referentiewaarden) te voegen bij bouwaanvraag wettelijk zou moeten worden verplicht.

10. AANBEVELINGEN VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRaad

- De tot nu toe beschikbare wetenschappelijke gegevens wijzen er niet op dat het gebruik van draagbare telecommunicatie apparatuur, zoals mobiele telefoons, een gevaar oplevert voor de gezondheid, mits de toestellen op een normale wijze worden gebruikt (voor korte gesprekken met beperkte gebruiksduur per dag).
- De raad wil er wel op wijzen dat, omdat deze apparatuur recente technologie betreft, er nog geen lange termijn effecten bekend zijn.
- De Hoge Gezondheidsraad adviseert dat gebruikers van mobile telefoontoestellen aandachtig de gebruiksaanwijzing lezen.
- Indien er ongerustheid is, bijvoorbeeld omdat men beroepshalve erg veel mobiel moet telefoneren, beveelt de raad aan gebruik te maken van toebehoren die het mogelijk maken handen-vrij te telefoneren (hoofdtelefoon-microfoon combinaties).
- De Hoge gezondheidsraad stelt vast dat er zich ook in België duidelijk te vermijden risico's stellen voor onderhoudswerkzaamheden nabij antennes in bedrijf. De Hoge Gezondheidsraad beveelt dan ook aan dat de overheid het werken aan antennes in bedrijf verbiedt tot wanneer het vergunningsstelselsysteem op punt staat.
- De raad adviseert om redenen van verkeersveiligheid de mobiele telefoon niet in de rijdende auto te gebruiken. Indien het gebruik ervan in de auto niet te vermijden is raadt men aan gebruik te maken van een handen-vrij toestel met een externe antenne. Om het zendvermogen te beperken is een dakantenne aangewezen. Dicht in de omgeving van metalen vlakken of structuren, zoals wagens en treinen, kan het gebruik van een GSM een verviervoudiging van de vermogensdichtheid veroorzaken. Het is derhalve aan te bevelen dat de gebruiker zelf de dosis beperkt.

- In ziekenhuizen waar gevoelige elektronische apparatuur aanwezig is die bij een storing tot een levensbedreigende situatie leiden moet de verantwoordelijke het gebruik van mobiele telefoons zoals GSM's kunnen verbieden.
- Patiënten met een pacemaker dienen zo weinig mogelijk GSM's te gebruiken en desgevallend deze best op minstens 15 cm van de geïmplanteerde pacemaker te houden. Wanneer men telefoneert is het aangewezen het toestel aan dat oor te houden dat het meest verwijderd is van de pacemaker.
- Voor andere actieve en ook passieve geïmplanteerde hulpmiddelen gelden dezelfde richtlijnen. Wanneer de mobiele telefoon piekvermogen levert, is het best deze op een veilige afstand van minstens 15 cm te gebruiken. Het is aan te raden de blootstelling te verminderen door het houden van afstand en door het beperken van de tijdsduur
- Op plaatsen waar er brand- en explosiegevaar is zoals bij brandstofdepots en chemische fabrieken of waar storing van gevoelige en vitale apparatuur mogelijk is, raden we aan de mobiel telefoon niet te gebruiken.
- Er is een dringende behoefte aan onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek, dus waarin de financiering door de overheid verzekerd wordt, al dan niet met inbreng van de bedrijfswereld o.a. van de operatoren en in het bijzonder van epidemiologische studies en studies van de effecten op lange termijn.
- De Raad beveelt de uitbouw aan van een afdoende georganiseerde bevoegde administratie o.a. voor vergunningen, blootstellingslimieten en toezicht op veilig werken met deze technieken. Hiervoor kan beroep gedaan worden op heffingen zoals van toepassing voor de ioniserende stralingen.

11. BIJKOMENDE ADVIEZEN VAN 10/10/2000 EN 29/04/2001

11.1 Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende het Ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz

Tijdens de vergadering van 10.10.2000 waarvan het verslag schriftelijk werd goedgekeurd op 11.10.2000 heeft de Hoge Gezondheidsraad (afdeling III/4) het volgende advies uitgebracht betreffende het ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz:

1. De tekst (en verslag aan de Koning) spitst zich duidelijk toe op vast opgestelde GSM antennes alhoewel het de bedoeling zou moeten zijn ook andere technologieën in het brede vermelde frequentiegebied in het KB te betrekken. Daarom is een meer algemene formulering aangewezen, eventueel met specifieke aanwijzingen naar vast opgestelde GSM-antennes (bv. aan de hand van ondertitels) waar dit opportuun is.
2. De Raad stelt vast dat er nog steeds geen bevoegde administratie bestaat voor niet-ioniserende straling o.m. voor de specificatie van modaliteiten zoals in artikel 2 van het ontwerp is aangegeven; m.a.w. voor alle formuleringen, vergunningen, metingen en toezicht. De absolute noodzaak van een dergelijke administratie was reeds een aanbeveling van de Hoge Gezondheidsraad (cfr. Advies van 24.09.1999, bijgewerkt op 22.03.2000 - De GSM, veilig mobiel telefoneren? pg. 37, laatste alinea).
3. Er bestaat een groot verschil tussen het ontwerp van KB en het verslag aan de koning. Beide teksten zouden beter op mekaar afgestemd moeten worden.
4. De Raad is van oordeel dat het niet zinvol is verschillende normen voor te stellen voor verschillende deelpopulaties van de bevolking. Het is meer opportuun en verhelderend één enkel cijfer voorop te stellen dat garanties biedt aan iedereen. Die enige norm moet rekening houden met de hypothetisch meest gevoelige of zwakke leden van de bevolking.

5. De Raad neemt akte van de diverse initiatieven die overal in de wereld worden genomen zowel naar wetenschappelijk onderzoek toe als naar normering. De ICNIRP richtlijn wordt wat dit betreft geapprecieerd en als referentie aanvaard. Gelet op het feit dat het KB specifiek met gezondheid te maken heeft en gelet 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 *huidige* wetenschappelijke kennis en technologie, een faktor 200 voor (wat voor 900 MHz met een norm van $0,024 \text{ W/m}^2$ of 3V/m overeenkomt, nl. $\text{ICNIRP} = 4,7 \text{ W/m}^2$ of 42V/m en $\text{HGR} = 0,024 \text{ W/m}^2$ of 3V/m). Dit voorstel is gebaseerd op de volgende argumentatie:
- a. De uitvoering van het voorzorgsprincipe
 - b. Boven $0,024 \text{ W/m}^2$ of 3V/m worden in de wetenschappelijke literatuur biologische effecten beschreven (weliswaar niet steeds bevestigd of naar menselijke gezondheid gerelateerd).
 - c. 3V/m is een Europese norm voor elektromagnetische compatibiliteit en geeft derhalve bijkomende bescherming aan personen met medische implantaten.
 - d. 3V/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 3V/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)

6. De Raad stelt een aantal tekortkomingen vast in de formulering van het ontwerp:
- de nederlandstalige en franstalige teksten komen niet op alle punten overeen.
 - er wordt in de nederlandstalige versie soms over "masten" gesproken daar waar het om "vast opgestelde antennes" zou moeten gaan.
 - artikel 1 is weinig zeggend en geeft geen rechtszekerheid: vb. "maximaal beperkt" kan verschillend geïnterpreteerd worden. Ook het gedeelte onder de tabel heeft weinig betekenis en is niet echt te begrijpen.
 - In het verslag aan de Koning wordt enerzijds gezegd dat de ICNIRP richtlijn wordt gevolgd, anderzijds dat de maximale vermogensdichtheden gebaseerd zijn op een gemiddelde over 15 minuten. In de ICNIRP richtlijn wordt echter een gemiddelde over 6 minuten gehanteerd (15 min heeft te maken met het Specifieke AbsorptieTempo = SAR in het engels).
7. Er zou gespecificeerd moeten worden dat onderhavig ontwerp van KB geldt voor de algemene bevolking en niet voor de beroepsbevolking. Daarenboven dienen zones waar de aanbevolen norm kan overschreden worden ontoegankelijk gemaakt te worden voor het publiek, terwijl voor de beroepsbevolking de normale reglementering van kracht is.
8. De Raad betreurt dat België niet deelneemt aan internationale onderzoeksprojecten zoals deze van de Wereldgezondheidsorganisatie. De Raad herinnert hierbij aan haar aanbeveling dat er een dringende behoefte is aan onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek, dus waarin de financiering door de overheid verzekerd wordt, vervat in voormeld advies van 24.09.1999, bijgewerkt op 22.03.2000, pg. 37 voorlaatste alinea.

11.2 Toelichting bij het advies van de HGR van 10/10/2000 betreffende de normering van zendmasten voor EM golven (10MHz-10GHz).

Als gevolg van een uitspraak van de Raad van State m.b.t. een ontwerp van KB van Minister Mevrouw M. Aelvoet werd de HGR om een dringend advies gevraagd betreffende normering van zendmasten.

1. De HGR wordt de laatste jaren steeds frequenter geconfronteerd met een groeiende bezorgdheid van de publieke opinie. Tevens werden effecten van niet-ioniserende straling (NIR) voor werknemers vastgesteld en besproken die tot uiting waren gekomen door een gebrek aan regulering, toezicht en middelen. Er werd tevens algemeen een gebrek aan middelen voor vrij onderzoek naar risico's vastgesteld.
2. De HGR onderlijnt andermaal de dringende nood aan een bevoegde onafhankelijke administratie voor opvolging, informatie, etikettering, vergunningen, metingen en toezicht van gezondheid -en milieuaspecten van NIR.
De uitdagingen van nieuwe snel ontwikkelende en sterk verspreide technologieën met evidente gevaren en de grote onzekerheid over de risico's vereist dat blootstelling in banen wordt geleid en beperkt wordt.
Het betreft i.h.b. voor microgolven een massale blootstelling van de ganse bevolking die is voorzien over een lange periode.
3. Vergeleken met de grote investeringen in de technisch-economische ontwikkeling stelt de HGR vast dat slechts marginaal aandacht besteed wordt aan gezondheid- en milieu-effecten. De HGR betreurt dat België, met zijn zwakke traditie van epidemiologie, op dit gebied niet deelneemt aan de internationale EMF en GSM projecten voor risico-evaluatie i.s.m. WHO en dat systematische emissie-, immissie- en blootstellings- metingen niet beschikbaar gesteld worden voor blootgestelde werknemers en consumenten.

4. De HGR waardeert de activiteiten van ICNIRP en WHO die op basis van grondige technische dossiers de nationale overheden geleidelijk tot regulering van NIR hebben aangezet.

ICNIRP en WHO geven in het kader van de globalisering van de economie evenwel absolute voorrang aan de internationale harmonisering van normen gebaseerd op impliciet waarde oordelen en preferenties. De keuzeruimte die tot de bevoegdheid van het beleidsniveau behoort wordt aldus door netwerken van experts opgevuld. De HGR stelt vast dat de scope van benadering van ICNIRP en WHO beperkt is :

Er worden voor discussie vatbare veiligheidsfactoren (VF) in acht genomen om onzekerheden op te vangen. Deze VF zijn evenwel veel geringer dan gebruikelijk in de regulering van chemische-toxische stoffen en ioniserende straling.

Ze beperken zich tot een anthropocentrische benadering die nauwelijks rekening houdt met andere meer gevoelige species in het milieu.

ICINIRP en WHO hanteren nog steeds een louter deterministische risicofilosofie die zich hoofdzakelijk baseert op thermische effecten. Er is nog geen stochastische risicofilosofie ontwikkeld met ruimte voor een rationele ALARA invulling van het voorzorgsprincipe. (ALARA: blootstelling zo laag als redelijk mogelijk, sociale en economische factoren in acht genomen)

De WHO definitie van gezondheid, die ook het psycho-somatische omvat, wordt niet weerhouden in het risico-assessmentconcept van ICNIRP. Ook in België zijn tal van klachten vastgesteld bij lage dosis. Omwille van de moeilijke repliceerbaarheid wordt hiervoor voorlopig geen veiligheidsmarge in acht genomen. Bovendien houden ICNIRP en WHO geen rekening met het Europese voorzorgsprincipe.

De HGR acht in de Europese context die het voorzorgsprincipe vooropstelt, de ICNIRP en WHO aanbevelingen dan ook nuttige referenties maar onvoldoende instrumenten voor regulering om tot een maatschappelijk aanvaardbaar en duurzaam gebruik van NIR technologieën te komen.

5. De HGR stelt, geconfronteerd met het ontwerp KB, vast dat er
 - Dringend nood is aan de invulling van beleidsruimte in onzekerheid.

- Er evidentie is van technische storingen van toestellen en medische implantaten door GSM interferentie tot het niveau 3-6V/m.
 - Er indicaties zijn in de gereviewde literatuur van effecten op de gezondheid tot het niveau 3-6V/m.
 - Er gebrek is aan objectieve info en duiding op basis van metingen en etikettering van de output van toestellen.
 - Er toenemende bezorgdheid is bij de publieke opinie door de bestaande onzekerheid.
6. De HGR heeft geopteerd voor een normwaarde van 3-6V/m die streng kan lijken omdat hij een supplementaire veiligheidsfactor introduceert t.o.v. voor discussie vatbare ICNIRP-WHO aanbevelingen.
Voor de HGR heeft niet zozeer de absolute waarde betekenis maar de coherentie en haalbaarheid van het voorstel m.b.t. gezondheidseffecten in brede zin en de ethische en economische verantwoording.
7. De ICNIRP-WHO aanbevelingen zijn niet coherent, vertonen lacunes en impliceren voor discussie vatbare waardeoordelen in het licht, én van het voorzorgsprincipe, én van de duurzame ontwikkeling van deze technologieën.
De oorspronkelijke WHO- tekst (EHC 137, 1993) stelt op p.21 dat een SAR van 1-4W/kg gedurende 30 minuten een gemiddelde verhoging van de temperatuur van 1°C kan voor gevolg hebben voor een volwassene in goede gezondheid. Dergelijke verhoging wordt door WHO aanvaardbaar geacht.
De veiligheidsfactor 10 wordt toegepast m.b.t. het uitgangspunt van thermische effecten(SAR) (p.21) en aangevuld met een factor 5 voor het groot publiek. De veiligheidsfactor wordt in strijd met het Europese voorzorgsprincipe evenwel niet toegepast op de laagste waarde van 1W/kg maar op de hoogste van 4W/kg zoals geëxpliciteerd in de ICNIRP waarde gepubliceerd in Health Physics in 1998.
Dit leidt tot een aanbevolen waarde van 0,08W/kg, wat feitelijk slechts een VF 12,5 en niet 50 inhoudt voor het groot publiek.

8. De HGR merkt evenwel op dat de ICNIRP-WHO aanbeveling refereert naar een blootstelling van 30 minuten (p.21) terwijl de uitdaging voor de volksgezondheid continue blootstelling kan behelzen.
Daarenboven is geen rekening gehouden met de talrijke indicaties van stochastische of niet stochastische effecten tot 3-6V/m. De HGR verwijst hierbij i.h.b. naar de klachten van effecten vastgesteld door arbeidsgeneesheren.
De HGR verwacht dat als er een drempelwaarde voor effect bestaat, deze zeer laag zou kunnen zijn en pleit dan ook voor een ALARA aanpak die de blootstelling beperkt.
De verhouding tussen limieten voor stochastische en niet-stochastisch effect als indicatie voor de VF zijn bij straling en chemische cancerogenen veel hoger i.h.b. voor ongecontroleerde blootstelling.
9. De HGR heeft rekening gehouden met de mogelijkheid van genetische gevoeligheid zoals vastgesteld door het moleculair biologisch onderzoek bij ioniserende stralingen en met de toenemende onbewuste blootstelling van kinderen met een nog ontwikkelend, mogelijk gevoeliger organisme. De VF 5 is derhalve voor discussie vatbaar en wijkt af van stralingsbescherming waar nu een VF 20 wordt gehanteerd.
10. Het voorstel van de HGR vangt deze onzekerheden m.b.t. mogelijke andere dan thermische effecten en gevoeligheid van zwakkere personen op.
Aangezien epidemiologische evidentie over deze effecten pas tegen 2004 kan verwacht worden (WHO/IARC/EC project) dient volgens de HGR voorzorg ingevuld met een aanvullende VF.

11. Aangezien elektronische interferentie werd vastgesteld tot 3-6V/m (10V/m voor "life supporting equipment" zoals o.a. pace-makers), kan deze interferentie daardoor de gezondheid in het gedrang brengen en aangezien het gebied 3-6V/m goed meetbaar is, nergens wordt overschreden en in een deel van het land reeds aanzien was als good practice niveau heeft de HGR geopteerd voor deze waarde die een aanvullende VF 100-200 biedt.
- Recente evaluaties van veldsterkten, uitgevoerd door BIPT en universiteiten over het gehele land, tonen aan dat velden van tientallen V/m helemaal niet nodig zijn voor de introductie van nieuwe technologieën op het gebied van telecommunicatie, mobiel of niet, zelfs in stedelijk milieu.
- Een veld van 3-6V/m laat ruimschoots toe om met enige administratieve vergunningsaanpak en toezicht, sites te kiezen voor inplanting van antennes.
12. De HGR dringt er bij de overheid op aan om met het oog op informatie van de bevolking en ook mogelijke latere deelname van België aan epidemiologie, etikettering van toestellen te voorzien met aanduiding van de frequentie en het stralend vermogen .
13. De HGR stelt tenslotte vast dat de voorgestelde norm evenmin problemen oplevert op de normale plaats van blootstelling van het publiek bij het gebruik van microgolf verwarmingsapparatuur, die aan kwaliteitseisen voldoet.
- De voorgestelde norm is algemeen en niet bedoeld voor beroepsblootstelling.
- N.B. De HGR heeft vastgesteld dat één van de uitgenodigde leden van zijn werkgroep NIR die de GSM problematiek heeft behandeld, een "conflict of interest" heeft met dit advies als gevolg van standpunten eerder ingenomen als lid van de commissie GSM aangeduid door de Minister van Volksgezondheid in 2000. Hij kon het standpunt van de HGR niet bijtreden., maar werd in de gelegenheid gesteld zijn standpunt mondeling en schriftelijk toe te lichten.

11.3 Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende het ontwerp van Koninklijk Besluit tot wijziging van het Koninklijk Besluit van 29 april 2001 houdende de normering van zendmasten voor electromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.

Tijdens de vergadering van 4.12.2001 waarvan het verslag op 06.12.2001 werd goedgekeurd heeft de Hoge Gezondheidsraad (afdeling III/4) het volgende advies uitgebracht betreffende het ontwerp van koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 29 april 2001 houdende normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.:

1. Ten gronde wenst de Raad haar advies in deze materie van 10.10.2000, schriftelijk goedgekeurd op 11.10.2000 te bevestigen
2. Om redenen van technische toepasbaarheid, om redenen van elektromagnetische compatibiliteit en om redenen van uniformiteit in het gebruik van de terminologie met de reeds bestaande reglementering is de Raad van oordeel dat de bepalingen van artikel 1 met uitzondering van de eerste paragraaf als volgt dienen te worden gesteld:

"De eigenaar moet voor elke antenne ten behoeve van de bouwaanvraag met kopie aan het BIPT, met uitzondering voor mobiele antennes, een technisch dossier opmaken met:

- de gegevens van de aanvrager
- de nodige technische gegevens om het dossier i.v.m. de antenne te kunnen opmaken
- een plan in horizontale en verticale projectie met aanduiding van de landschappelijke kenmerken en gebouwen en waarop aangegeven de plaatsen waar de elektromagnetische veldsterkten bij maximale uitsturing van de antennes de waarden bereiken vermeld in artikel 2 .
- De maximale te verwachten veldsterkte bij maximale uitsturing van de antennes op alle plaatsen buiten de veiligheidszone waar personen zich redelijkerwijze kunnen bevinden.

Wanneer uit hoger vermeld technisch dossier blijkt dat de antenne op plaatsen buiten de veiligheidszone waar personen zich redelijkerwijs kunnen bevinden een elektrische veldsterkte hoger dan 3 V/m kan veroorzaken, moeten deze plaatsen op de plannen worden aangeduid en moet voor deze antenne het in bijlage 1 opgenomen conformiteitattest aangevraagd worden bij het BIPT waaruit blijkt dat de plaatsen voldoen aan de in het derde lid vermelde grenswaarde voor samengestelde velden."

3. In het attest van conformiteit met het koninklijk besluit van 29 april 2001 dat als bijlage wordt gevoegd dient de term "radiostation" te worden vervangen door "zendstation".

De raad is van oordeel dat dit koninklijk besluit maar zin heeft in zoverre het BIPT over de nodige middelen zal kunnen beschikken om de opgedragen taken tot uitvoering te brengen.

12. REFERENTIES

- Hoge Gezondheidsraad (1996), "Aanbevelingen draagtelefoons GSM", HGR, ref. 6605/NRZVK/96-1.
- Gezondheidsraad, commissie Radiofrequente straling (1997), "Radiofrequente elektromagnetische velden (300 Hz - 300 GHz)". Rijswijk.
- Belgacom (1997), "Mobilofoon en gezondheid", Persbericht 25/8/1997.
- IRPA (1984), "Interim guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100 kHz to 300 GHz", Health Physics 46, p.975-984.
- ICNIRP (1996), "Health issues related to the use of hand-held radiotelephones and base transmitters", Health Physics 70, p.587-593.
- WHO (1993), "Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz)", Environmental Health Criteria 137, World Health Organisation, Geneva, pp. 290. (ISBN 92 4 157 137 3).
- Matthes R. (ed.) (1996), "Non-ionizing radiation. International Commission on Non-ionizing Radiation Protection", Märkl-Druck, München, pp. 388.(ISBN 3-9804789-1-2).
- Bernhardt J.H., Matthes R., Repacholi M.H. (1997), "Non-thermal effects of RF electromagnetic fields". International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Märkl-Druck, München, pp. 244. (ISBN 3-9804789-2-0)
- Jokela K., Leszczynski D., Paile W., Salomaa S., Puranen L., Hyysalo P. (1999) Radiation safety of handheld mobile phones and base stations. STUK-A161, Helsinki.
- Maes A. (1998) Genetische effecten van niet ioniserende stralen, in het bijzonder microgolven en extreem lage frequenties. Doctoraatsthesis, V.U.B., Brussel.
- Repacholi M.H. (1998) Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields : health effects and research needs. Bioelectromagnetics 19,1-19

- Verschaeve L. (1998) Gezondheidsaspecten van mobiele telefonie - Mobile telephone safety - Telephonie mobile et santé. Vito rapport 1998/TOX/023
- Verschaeve L., Maes A. (1998) Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. Mutation Res. 410, 141-165.
- WHO (1998) Electromagnetic fields and public health: mobile telephones and their base stations. Fact sheet 193, <http://www.who.ch/>
- Hall E.J. (1988) Radiology for the radiologist. J.B. Lipincott Company, Philadelphia
- Cardis E. and Kilkenny M. for the International Study group. International Agency for Research on Cancer, Unit of Radiation and Cancer, Lyon International Case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study - Radiation Protection Dosimetry, Vol. 83. Nos 1-2, pp. 179-183 (1999) Nuclear Technology Publishing.
- Kheifets L., Electric Power Research Institute, EMF Effects, Assessment Management, Palo Alto - Occupational Exposure assessment in epidemiological studies of EMF - Radiation Protection Dosimetry, Vol. 83, Nos 1-2, pp. 61-69 (1999) Nuclear Technology Publishing
- Cardis E. et al, Int Case Control study of adult brain, head and neck tumours :results of the feasibility study, Rad Prot. Dos. 83, 179, 1999.
- Repacholi M.H., WHO'InterN. EMF project, idem ref p 83, 1, 1999.
- Inskip P.D., E.E.Hatch, P.A.Stewart, E.F.Heinman, R.G.Ziegler, M.Dosemeci, D.Parry, N.Rothman, J.D.Boice Jr, T.C.Wilcosky, D.J.Watson, W.R.Shapiro, R.G.Selker, H.A.Fine, P.McL.Black, J.S.Loeffler and M.S.Linet, Study design for a case-control investigation of cellular telephones and other risk factors for brain tumours in adults, Radiation Protection Dosimetry, 86, 45-52, 1999.
- McLinay A., Possible health effects related related to the use of radiotelephones, Radiolol.Prot.Bull., 187, 9-16,1997.
- W. Van Loock, "Gezondheid en Elektromagnetisme", Academia Press, 1999, ISBN 90 382 0212 1.

13. VERKLARENDE WOORDENLIJST

13.1 Bepalingen en afkortingen :

- BTS Base Tranceiver Station, basisstation.
- DNA Deoxyibo Nucleic Acid, desoxyribonucleï nezuur (lange molecuulketens die in levende organismen de genetische informatie dragen).
- EM elektromagnetisch.
- GSM Global System for Mobile communications (wereld-systeem voor mobiele telefonie).
- MS mobile station, mobiel station (draagbaar)
- MSC mobile switching centre, schakelcentrum.
- licht elektromagnetische golven met golflengte begrepen tussen 0,38 en 0,75 micrometer.
- energiedichtheid energie per eenheid oppervlakte.
- vermogen energie per tijdseenheid.
- hertz (symbool Hz) eenheid van frequentie overeenstemmend met de frequentie van een periodiek verschijnsel waarvan de periode een seconde bedraagt. Heinrich Hertz, Duitse fysicus (Hamburg 1857 - Bonn 1894)

1 hertz is één golf of trilling per seconde;
Symbool : Hz

1 Megahertz is één miljoen hertz (1MHz)
1 Gigahertz is één miljard hertz (1 GHz)
- Ionisatie proces waarbij een neutraal atoom of molecule drager wordt van een positieve of negatieve lading. Een atoom kan een of meerdere samenstellende electronen verliezen en zich in positief ion omzetten. De ionisatie-energie is de energie die vereist is om een electron uit een atoom, een ion of een molecule los te maken,

zonder het kinetische energie over te dragen. De algemeen gebruikte eenheid is electron-volts (eV)

- Radiogolven elektromagnetische golven waarvan de frequentie tussen 10 kilohertz en 300 gigahertz (van 10 kHz tot 300 GHz) strekt. Hun golflengte wordt in figuur 2 bepaald.
- Microgolven radiogolven waarvan de frequenties tussen 300 MHz en 300 GHz schommelen. Hun golflengte wordt in figuur 2 bepaald.
- Metabolisme geheel van de complexe en voortdurende processen van biochemische stofwisselingen en energieomzetting in een cel of een organisme.
- Vrije radicalen atoomstructuur die niet gepaarde (onparige) electronen bevat, wat hen een hoge reactiviteit geeft.

13.2 Eenheden :

- hertz (Hz) eenheid voor frequentie
- joule (J) eenheid voor energie
- watt (W) eenheid voor vermogen, de hoeveelheid energie per seconde, ($W=J/s$).
- SA Specific Absorption, energie geabsorbeerd per eenheid massa (J/kg).
- SAR Specific Absorption Rate, specifiek absorptie tempo, de geabsorbeerde energie per tijdseenheid en per massa-eenheid (W/kg).

**14. SAMENSTELLING VAN DE ONDERAFDELING STRALINGEN (III/4)
EN VAN DE WERKGROEP MOBIELE TELEFONIE**

14.1 Samenstelling van de onderafdeling Stralingen (III/4) :

- WAMBERSIE André (Voorzitter)
- CRASON Marion
- DEMOULIN Vincent
- DERIDDER Maurits
- EGGERMONT Gilbert
- FERRANT Augustin
- HOORNAERT Marie-Therese
- MICHEELS Jean
- VANDERSTRAETEN Jacques
- VANDERVORST André
- VAN LOOCK Walter
- KIRCHMANN Rene

14.2 Samenstelling van de werkgroep Mobiele Telefonie.

- Voorzitter: Van Loock W.
- Uitgenodigde leden:
 - Lapière C.
 - Leonard A.
 - Malchair F.
 - Martens L.
 - Vanhoorne M.
 - Van Loon R.
 - Verschaeve L.
- Wetenschappelijk secretariaat: Mol H., Vanmarcke H. en Eggermont G.

14.3 Uitgenodigde ambtenaar:

- SMEESTERS Patrick

Overlegvergaderingen op 12/12/1997 en op 23/01/1998 met Proximus, Mobistar

Website : http://health.fgov.be/CSH_HGR