



PUBLICATIE VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD nr. 8433

Niet-ioniserende straling Overzicht adviezen 2000 - 2008

1 oktober 2008

1. INLEIDING EN VRAAGSTELLING

Niet-ioniserende elektromagnetische straling is een natuurlijk fenomeen (o.a. bliksem en straling van de zon) dat altijd al heeft bestaan. Met de uitvinding van de elektriciteit en de daarop volgende ontwikkeling van technologieën ontstonden ook kunstmatige bronnen van niet-ioniserende straling. Door de enorme technologische vooruitgang in de twintigste en eenentwintigste eeuw en gewijzigde leef- en werkomstandigheden nam de blootstelling aan niet-ioniserende straling, afkomstig van deze kunstmatige bronnen, steeds toe. Tegenwoordig wordt iedereen blootgesteld aan niet-ioniserende elektromagnetische velden en straling wat dan ook de vraag doet rijzen welke de gevolgen hiervan zijn op de gezondheid.

De Hoge Gezondheidsraad buigt zich met regelmaat over de wetenschappelijke stand van zaken in verband met gezondheidseffecten van niet-ioniserende elektromagnetische straling¹. Het doel van deze publicatie is een algemeen kader te voorzien voor de diverse adviezen die door de Hoge Gezondheidsraad in het domein van de niet-ioniserende straling werden gegeven sinds 2000. Het is geenszins de bedoeling om in dit advies deze complexe materie uit te diepen, daarvoor wordt verwezen naar de individuele adviezen in de kaderstukken.

Lijst van de gebruikte afkortingen

| | |
|-----|---|
| ELF | <i>Extremely Low Frequency</i> , zeer lage frequentie |
| eV | elektronvolt |
| GSM | <i>Global System for Mobile Communications</i> , wereldwijd systeem voor mobiele communicatie |
| IF | Intermediaire Frequenties of middenfrequenties |
| IR | Infra Red, infrarood of warmtestraling |
| MRI | <i>Magnetic Resonance Imaging</i> , medische beeldvorming met behulp van magnetische velden |
| NIS | Niet-Ioniserende Straling |
| RF | Radio Frequency, radiofrequentie of radiogolven |
| UV | Ultra Violet, ultraviolet |

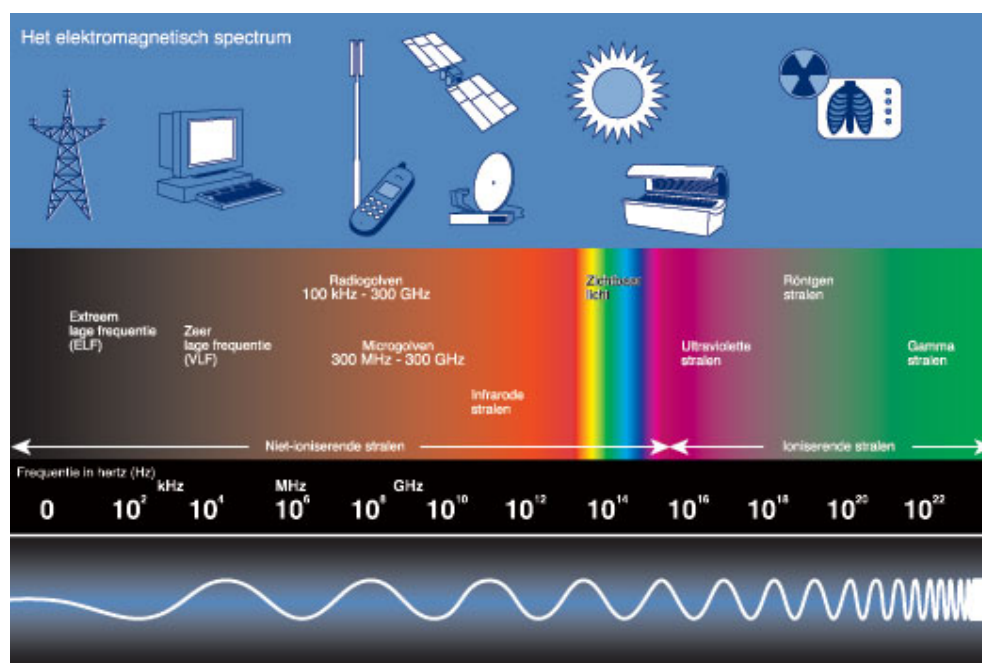
¹ Om het grote publiek te informeren over deze complexe problematiek publiceerde de federale overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu in 2008 de brochure "Elektromagnetische velden en gezondheid", waarbij verwezen wordt naar diverse adviezen van de Hoge Gezondheidsraad.

2. UITWERKING EN ARGUMENTATIE

Elektromagnetische golven zijn samengesteld uit een elektrische en een magnetische component² en transporteren energie. Hoe hoger de frequentie (aantal golven per seconde, uitgedrukt in hertz) van de golf is, hoe meer energie de golf draagt. Hebben de golven voldoende energie (> 10 eV) om elektronen te verwijderen van een atoom of moleculen, een proces dat ioniseren wordt genoemd, dan spreekt men van ioniserende straling. Niet-ioniserende straling bevat echter, in tegenstelling tot ioniserende straling, onvoldoende energie (<10 eV) om elektronen te verwijderen van een atoom of molecule.

Het bestuderen van biologische en gezondheidseffecten ten gevolge van niet-ioniserende straling is reeds lang het onderwerp van wetenschappelijk onderzoek en vormt een complexe uitdaging. Men spreekt van een biologisch effect wanneer in een organisme, weefsel of cel een fysiologische of biochemische verandering veroorzaakt wordt. Indien een biologisch effect meetbare schade veroorzaakt bij een individu, wordt het als een gezondheidseffect beschouwd. Het bestaan van een aantal aanwijzingen voor biologische en zelfs gezondheidseffecten zet echter aan tot voorzichtigheid en maakt verdere opvolging en wetenschappelijk onderzoek dan ook noodzakelijk.

Het frequentiespectrum van de niet-ioniserende straling (1 Hz – 3 x 10¹⁵ Hz) wordt onderverdeeld³ in extreem lage frequenties (ELF) (>0 – 300 Hz), intermediaire of middenfrequenties (IF) (300 Hz – 100 kHz), radiogolven (RF) (100 kHz – 300 GHz) en optische golven (300 GHz – 3 PHz). Daarnaast zijn er nog de statische velden (0 Hz) maar die worden hier buiten beschouwing gelaten.



Figuur 1: Het electromagnetisch spectrum (bron: www.infogsm.be).

² Bij zeer lage frequenties worden, in verband met veiligheid en gezondheid, de elektrische en de magnetische component afzonderlijk beschouwd; bij hogere frequenties is er een vast verband tussen beide velden en spreekt men van elektromagnetische golven.

³ Er bestaan zeer veel verschillende benamingen en onderverdelingen voor de verschillende frequentiegebieden in het elektromagnetisch spectrum. In het huidige document werd de onderverdeling overgenomen van het *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* van de Europese Commissie.

A. Extreem lage frequenties (0 – 300 Hz)

Eén van de bekendste natuurlijke fenomenen in het gebied van de zeer lage frequenties is bliksem. Het overgrote deel van de bronnen van zeer lage frequenties zijn echter kunstmatig. Velden ten gevolge van zeer lage frequenties bestaan overal waar elektriciteit opgewekt, getransporteerd of verbruikt wordt. Gezien het gebruik van elektriciteit en elektrische apparaten integraal deel uitmaakt van onze hedendaagse leefgewoonten, zijn deze elektromagnetische velden tegenwoordig alom aanwezig in onze omgeving.

Voorbeelden van bronnen zijn onder andere hoogspanningslijnen (bovengronds en ondergronds), het elektriciteitsnet (ook binnenshuis), huishoudtoestellen, etc.

Medische toepassingen van zeer lage frequenties zijn onder andere elektrische stimulatie van zenuwen en spieren, genezing van wonden en breuken, acupunctuur enzovoort.

In **2008** bracht de Hoge Gezondheidsraad een advies uit betreffende de **gezondheidsaspecten van extreem laag frequente elektromagnetische velden** (HGR 8081). In dit advies beveelt de Hoge Gezondheidsraad aan langdurige blootstelling van kinderen (tot en met 15 jaar) aan magnetische velden van gemiddeld meer dan 0,4 μT te vermijden. Het betreft vooral magnetische velden op plaatsen waar kinderen langdurig verblijven zoals school, opvang en woning. Bij de locatie van de verblijfplaats moet rekening worden gehouden met installaties buiten deze verblijfplaats (leidingen, verdeelnetten, transformatoren). Binnen de woning moet vooral aandacht besteed worden aan de locatie van de slaapkamer en in het bijzonder het kinderbed ten opzichte van bepaalde onderdelen van elektrische installaties en toestellen die continu werken.

Bovendien maakte de Hoge Gezondheidsraad de minister er in **2002** op attent dat er **indicaties** zijn voor een **verhoogd risico van leukemie bij kinderen die langdurig blootgesteld zijn aan zeer lage frequenties** (50 Hz), afkomstig van ondermeer hoogspanningslijnen, en dat de magnetische velden werden ondergebracht in **klasse 2B (potentieel kankerverwekkend)** door het **International Agency for Research on Cancer**. De Hoge Gezondheidsraad beveelt daarom een beleid van **prudent avoidance** (het vermijden van onnodig hoge blootstellingen bij kinderen) aan.

B. Intermediaire of middenfrequenties (300 Hz – 100 kHz)

Er bestaan nauwelijks natuurlijke bronnen in dit frequentiedomein.

Kunstmatige bronnen verantwoordelijk voor middenfrequente elektromagnetische velden zijn antidiefstal- en identificatiesystemen, inductiekookplaten, computerschermen, televisies, etc.

Medische toepassingen die middenfrequenties veroorzaken zijn onder andere MRI-systemen, elektromagnetische zenuwstimulatie, elektrocauters, etc.

In vergelijking met zeer lage frequenties en radiogolven werd tot nog toe weinig onderzoek gevoerd naar de gezondheidseffecten van middenfrequenties.

In **2002** bracht de Hoge Gezondheidsraad een advies uit betreffende de mogelijke problematiek rond **blootstelling aan elektronische antidiefstalsystemen** (HGR 7669). Naar aanleiding van een wetenschappelijk artikel (Gandhi & Kang, 2001), waarin werd vastgesteld dat de basisrestricties van de *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) worden overschreden wanneer kleine kinderen (van 5 jaar oud) worden blootgesteld aan elektronische antidiefstalsystemen, formuleerde de HGR een aantal aanbevelingen. De Hoge Gezondheidsraad raadde de minister aan te laten onderzoeken of het mogelijk was om deze elektronische veiligheidssystemen evengoed te laten functioneren op zwakkere vermogens met een minder grote blootstelling voor de populatie. Wanneer dit onmogelijk bleek, was het noodzakelijk wijzigingen op niveau van de fabricatie door te voeren.

In **2003** bracht de Hoge Gezondheidsraad een advies uit betreffende **magnetische straling van computerschermen** (HGR 7671). In dit advies werden twee vragen van de minister beantwoord: heeft magnetische straling van computerschermen een nadelig gevolg op de gezondheid en zo ja, kunnen filterschermen hierbij bescherming bieden.

De Hoge Gezondheidsraad besloot dat onder normale gebruiksomstandigheden de magnetische velden van *low radiation* computerschermen (verplicht in België sedert 1996) geen enkel risico inhouden voor de gezondheid van de gebruiker. Filterschermen ter bescherming zijn dan ook niet nodig, temeer daar zij weinig effect hebben op de geproduceerde magnetische straling.

In **2003** bracht de Hoge Gezondheidsraad een advies (HGR 7668) uit over **lipoatrophia semicircularis**. De oorzaak van deze aandoening, ook wel deuk- of ribbeldijen genoemd, is onbekend maar naar alle waarschijnlijkheid multifactorieel waarbij één van de factoren blootstelling aan elektromagnetische straling zou zijn. Naar aanleiding van een toenemend aantal gevallen bij hoofdzakelijk vrouwen in een administratieve functie, adviseerde de HGR een **grootschalig gecoördineerd bevolkingsonderzoek** rond deze problematiek op te starten.

Ondertussen werd de aandacht inzake een mogelijke verklaring van dit fenomeen verlegd naar warmtegolven (Van Loock, 2007).

C. Radiogolven (100 kHz – 300 GHz)

Dit is de frequentieband die typisch gebruikt wordt voor draadloze telecommunicatie via antennes. Men maakt meestal een onderscheid tussen antennes die dicht bij het lichaam gehouden worden: GSM en diverse draadloze toepassingen zoals telefoon (inclusief draadloze oortjes), internet, zakcomputers en bronnen op afstand zoals basisstations voor GSM netwerken, radars en militaire toepassingen. Medische applicaties zijn opwarming van weefsels (thermisch effect) of inactiveren van cellen (behandeling van kanker). Ook MRI toestellen maken, naast statische en variabele magnetische velden, gebruik van radiogolven.

In **2002** publiceerde de Hoge Gezondheidsraad een brochure (HGR 6605-5) over **veilig gebruik van de GSM**. Deze brochure werd in **2004** in een **herziene uitgave** uitgebracht. De belangrijkste aanbevelingen waren:

- vermijd het gebruik van de GSM (zelfs handenvrij) tijdens het besturen van de wagen;
- beperk het gebruik van de GSM, in het bijzonder voor zwangere vrouwen en kinderen;
- vermijd het gebruik van de GSM in geval van slechte transmissie (in voertuigen, trein, tram, metro, lift, kelders);
- gebruik een oortelefoon met draad om de afstand tussen de GSM en het hoofd te vergroten;
- indien geen oortelefoon gebruikt wordt: voorkeur voor GSM met een antenne die weinig microgolfabSORPTIE veroorzaakt.

De Hoge Gezondheidsraad bracht **drie adviezen** uit betreffende de **normering van zendmasten** voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.

In **2000** werd voor de eerste maal het advies gevraagd van de HGR aangaande een ontwerp voor het eerste koninklijk besluit betreffende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.

In het advies HGR 6605 beveelt de Hoge Gezondheidsraad aan een grotere veiligheidsmarge (factor 200) toe te passen dan op dat moment aanbevolen wordt door ICNIRP: voor 900 MHz betekent dit een maximale vermogensdichtheid van 0,024 W/m² of, in elektrische veldsterkte, 3 V/m, in de plaats van respectievelijk 4,7 W/m² en 42 V/m die ICNIRP aanbeveelt. Deze factor 200 houdt rekening met de hypothetisch meest gevoelige of zwakke leden van de bevolking. De Hoge Gezondheidsraad gaat daarbij uit van het voorzorgsprincipe, gezien boven deze waarde reeds biologische effecten beschreven werden. Bovendien komt deze waarde overeen met de Europese norm voor elektromagnetische compatibiliteit, wat een bijkomende bescherming inhoudt voor personen met medische implantaten.

In **2001** wordt het advies gevraagd betreffende een ontwerp tot wijziging van het eerste koninklijk besluit van 29 april 2001. Het betreft aanvullingen die de technische toepasbaarheid van het eerste koninklijk besluit moeten regelen. In dit advies bevestigt de Hoge Gezondheidsraad haar standpunt (HGR 6605).

In **2005** wordt de Hoge Gezondheidsraad opnieuw geraadpleegd over een nieuw ontwerp van KB betreffende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz.

De Hoge Gezondheidsraad beveelt aan het ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*) principe toe te passen en dringt er nogmaals op aan dat men de in het advies HGR 6605 aanbevolen veiligheidsfactor 200 hanteert ten opzichte van de ICNIRP richtlijn, of 3 V/m, en niet de voorgestelde 20,6 V/m om voornoemde redenen (HGR 8103).

In **2003** evalueerde de Hoge Gezondheidsraad een Nederlandse studie naar de invloed van de door de GSM opgewekte radiogolven op het **welzijn en de cognitieve functies** bij de mens. De volledige resultaten van deze evaluatie zijn terug te vinden in advies HGR 8035.

In 2007 formuleerde de Hoge Gezondheidsraad, naar aanleiding van een parlementaire vraag en diverse vragen vanuit de ziekenhuissector, een advies over het gevaar van interferentie met medische toestellen bij het **gebruik van draadloze communicatiesystemen en GSM in ziekenhuizen** (HGR 6605). Hierin wordt aanbevolen om hoog risico toestellen zoals walkietalkie en analoge mobilfoons evenals systemen om mobiele telefonie te blokkeren te verbieden in ziekenhuizen. Middelmatig en laag-risico toestellen zoals GSM, draadloze telefoons, draadloos internet, etc kunnen toegelaten worden op voorwaarde dat er minstens 1,5 m afstand bewaard wordt tot gevoelige toestellen.

Bij draadloze verbindingen met radiogolven wordt gebruik gemaakt van een bijzondere techniek 'modulatie', waarbij een signaal dat een boodschap draagt, door een zender gesuperponeerd wordt op de radiogolven. In de ontvanger wordt het gemoduleerde signaal gedemoduleerd, waarbij de boodschap beschikbaar wordt. De radiogolven kunnen worden gemoduleerd met lage frequenties (b.v. ELF). Indien de demodulatie ervan plaatsvindt in het menselijk lichaam, komen lage frequenties vrij, die potentieel een risico voor de gezondheid kunnen vormen.

Over deze specifieke problematiek bracht de Hoge Gezondheidsraad in 2008 het advies "**Mogelijke biologische effecten van gemoduleerde microgolven**" (HGR 8194) uit. Er werd vastgesteld dat er geen bewijsmateriaal bestaat dat deze golven een effect op de gezondheid veroorzaken maar er bestaan een aantal aanwijzingen die aanzetten tot voorzorg.

D. Optische golven

In het gebied van optische straling zijn de frequenties dusdanig hoog, dat men hun grootte uitdrukt in golflengten (nm) eerder dan in frequentie (Hz)⁴. Men onderscheidt infrarood (IR) (760 – 10⁶ nm), zichtbaar licht (400 – 760 nm) en ultraviolet (UV) (100 – 400 nm).

Alle objecten met een temperatuur hoger dan het absolute nulpunt, -273°C, stralen infrarood uit. Hoe hoger de temperatuur van een object hoe kleiner de golflengte van de optische straling: een roodgloeiend object straalt zichtbaar licht uit.

Infrarood en optische straling komen vooral vrij bij hitteproducerende processen zoals staalproductie, glasproductie en lassen. Er bestaan ook infraroodlasers.

Naast natuurlijke blootstelling aan ultraviolet straling van de zon, kan de mens ook worden blootgesteld aan ultraviolet straling afkomstig van booglampen, zonnelampen, UV-lasers, steriliserende lampen, lagedruk gasontladingslampen (b.v. tl-lamp) en hogedruk gasontladingslampen (b.v. kwiklamp en metaalhalogeenlamp).

Medische toepassingen zijn onder andere ultraviolet- en neonatale fotherapie, chirurgische en therapeutische lasers en warmtelampen voor fysiotherapie.

Gezondheidseffecten van optische golven verschillen naargelang de golflengte en worden weergegeven in Tabel 1.

⁴ Golflengte en frequentie zijn verbonden met de formule $f \cdot \lambda = v$ met f : frequentie (Hz), λ : golflengte (nm) en v : snelheid (in de vrije ruimte ~ 300.000 km/s)

Tabel 1: Interactiemechanismen en schadelijke effecten van ultraviolet, zichtbaar licht en infrarood (aangepast van Ng, 2003).

| Deel van optisch spectrum | Relevant interactiemechanisme | Schadelijk effect |
|---------------------------|--|---|
| Ultraviolet | Fotochemische wijzigingen van biologisch actieve moleculen zoals DNA, vetten en eiwitten | Acuut erythema, keratitis, conjunctivitis, cataract, fotoretinitis, versnelde huidveroudering, huidkanker |
| Zichtbaar licht | Fotochemische wijzigingen van biologische moleculen in de retina | Fotoretinitis |
| Infrarood | Thermische activatie/inactivatie | Brandwonden: huid, retina, cornea |
| | Fotocoagulatie | Denaturatie van eiwitten, weefselcoagulatie, weefselnecrose |

In **2000** bracht de Hoge Gezondheidsraad een advies uit betreffende **zonnebanken en UV-straling** (HGR 5783) waarin de beleidsmakers enerzijds aanbevolen werd om de bevolking bewust te maken van de risico's van overmatige blootstelling aan UV-straling en anderzijds om ervoor te zorgen dat de internationale standaarden betreffende blootstelling aan UV-straling gerespecteerd worden. Hiertoe zou een administratie uitgebouwd moeten worden die instaat voor de vergunning van praktijken en centra, het controleren en keuren van de toestellen, het meten van blootstelling en het toezicht op het veilig werken van deze toestellen.

3. REFERENTIES

- HGR 5783. Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende zonnebanken en UV-straling, december 2000.
- HGR 6605. Advies van de HGR betreffende het ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, oktober 2000.
- HGR 6605. Advies van de HGR betreffende het ontwerp van koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 29 april 2001 houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, december 2001.
- HGR 6605. Advies van de Hoge Gezondheidsraad betreffende Draadloze communicatiesystemen en GSM in ziekenhuizen, februari 2007.
- HGR 6605-5. De GSM, Veilig mobiel telefoneren?, november 2002.
- HGR 6605-5. Aanbevelingen van de HGR met betrekking tot het gebruik van mobiele telefoontoestellen (GSM) door de algemene bevolking, maart 2004.
- HGR 7668. Lipoatrophia semicircularis, juli 2003.
- HGR 7669. Advies van de HGR betreffende de mogelijke problematiek rond blootstelling aan elektronische antidiefstalsystemen, oktober 2002.
- HGR 7671. Advies van de Hoge Gezondheidsraad inzake magnetische straling van computerschermen, juni 2003.
- HGR 8035. Advies van de Hoge Gezondheidsraad inzake de TNO*-studie FEL-03-C148: "Effects of Global Communication system radio-frequency fields on Well Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints", september 2003.
- HGR 8081. Aanbevelingen betreffende de blootstelling van de bevolking aan magnetische velden van elektrische installaties, oktober 2008.

* TNO : Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

- HGR 8103. Advies van de Hoge Gezondheidsraad met betrekking tot het ontwerp van Koninklijk Besluit houdende de normering van zendmasten voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, maart 2005.
- HGR 8194. Advies van de Hoge Gezondheidsraad: Mogelijke biologische effecten van gemoduleerde microgolven, februari 2008.
- Ng KH. Non-Ionizing Radiations – Sources, biological effects, emissions and exposures. Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN 20th – 22nd October 2003.
- SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. 21 march 2007.
- Van Loock W. Veiligheid en gezondheid in niet-ioniserende elektromagnetische velden en straling. Gent: Academia Press; 2007.
- W. Van Loock. Avoiding Lipoatrophia Semicircularis in an office environment. Proceedings Asia-Pacific Conf. on Environmental Electromagnetics, CEEM'2006, 1-4 Sept. 2006, Dalian, China, IEEE, ISBN 1-4244-0183-6, pp. 76-81.

4. SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

Al de deskundigen hebben **op persoonlijke titel** aan de werkgroep deelgenomen. De namen van de leden en de deskundigen van de HGR worden met een asterisk * aangeduid.

De volgende deskundigen hebben hun medewerking verleend bij het opstellen van “Niet-ioniserende straling: overzicht adviezen 2000 – 2008”:

| | |
|------------------------|--|
| ADANG Dirk* | (Niet-ioniserende straling, UCL) |
| CRASSON Marion* | (Psychoneuroendocrinologie, ULG) |
| DECAT Gilbert* | (Elektromagnetische straling, biostatistiek, VITO) |
| DE RIDDER Maurits | (Arbeids- en milieugezondheidskunde, UGent) |
| EGGERMONT Gilbert* | (Stralingsbescherming, VUB) |
| MAES Annemie* | (Toxicologie, WIV) |
| QUAEGHEBEUR Luc | (Arbeidsgeneeskunde, CBMT) |
| VAN LOOCK Walter* | (Elektromagnetische straling, UGent) |
| VAN SCHUERBEEK Peter | (Elektromagnetische straling, UZBrussel) |
| VANDERVORST André | (Elektromagnetische straling, UCL) |
| VANDERSTRAETEN Jacques | (Geneeskunde, elektromagnetisme, ULB) |

De administratie werd vertegenwoordigd door:

| | |
|--------------------|---------------------------|
| LUKOVNIKOVA Marina | (FOD volkgezondheid, DG5) |
|--------------------|---------------------------|

Het voorzitterschap werd verzekerd door Walter VAN LOOCK en het wetenschappelijk secretariaat door Katty CAUWERTS & Eric JADOUL.