VROM

www.vrom.nl

Nuchter omgaan met risico's

Beslissen met gevoel voor onzekerheden
Achtergronddocument

Nuchter omgaan met risico's

Beslissen met gevoel voor onzekerheden
Achtergronddocument

Inhoud

1. Stralingsbelasting in het binnenmilieu, Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM, december 2003) 14

2. Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen, Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM 609026003/ 2003) 23

3. Basisstations voor mobiele telefonie (GSM en UMTS), Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM, december 2003)

Leeswijzer

In dit achtergronddocument worden beschrijvingen gegeven van de drie dossiers zoals die centraal staan in hoofdstuk 4 van de nota 'Nuchter omgaan met risico's, beslissen met gevoel voor onzekerheden'. Deze beschrijvingen zijn gemaakt aan de hand van het Beoordelingskader Gezondheid en Milieu onder redactie van het RIVM en Fast Advies. In de beschrijvingen wordt zo goed mogelijk recht gedaan aan de inbreng van diverse partijen. De teksten weerspiegelen niet noodzakelijkerwijs de mening van het RIVM, het Ministerie van VROM of andere partijen. Het leveren van een bijdrage aan deze documenten houdt niet automatisch in dat de genoemde instellingen met de gehele inhoud van het document instemmen.

Het Beoordelingskader Gezondheid en Milieu is een instrument dat behulpzaam kan zijn bij beslissingen over milieuproblemen met veronderstelde of bewezen gezondheidseffecten. In het RIVM rapport 'Beoordelingskader Gezondheid en Milieu' (609026003/2003) wordt nader ingegaan op het doel en het gebruik van het Beoordelingskader.

De beschrijvingen voor straling in het binnenmilieu en voor basisstations voor mobiele telefonie zijn recent in opdracht van het Ministerie van VROM gemaakt. De beschrijving voor hoogspanningslijnen is overgenomen uit het RIVM rapport over het Beoordelingskader.

Stralingsbelasting in het binnenmilieu

december 2003

Beoordelingskader Gezondheid en Milieu

Redactie: RIVM

Met bijdragen van:
- Ministerie van VROM
- RIVM
- Fast Advies, Utrecht
- Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen
- Climatic Design Consult, Amsterdam
- Nuclear Research and Consultancy Group, Arnhem
- UMC Utrecht
- GGD Zwolle

Achtergrond

In de bodem bevinden zich geringe hoeveelheden radioactieve stoffen, afkomstig van de vervalreeksen van uranium, thorium en het radioactieve kalium isotoop 40K. Bouwmaterialen die uit bodemstoffen zijn samengesteld, zoals baksteen en beton, bevatten deze stoffen dus ook. Ten gevolge daarvan ontvangt de mens zowel buiten in de vrije natuur, als bij verblijf in een gebouw een zekere stralingsdosis.
De stralingsbelasting in een gebouw komt tot stand door:
a. Blootstelling aan radon en dochterproducten
b. Blootstelling aan thoron en dochterproducten
c. Blootstelling aan externe straling.

Radon

Het element radon (Rn) is een edelgas. Van dit element komen er van nature vier zogenaamde isotopen (verschillend aantal neutronen in de kern) voor: ^{218}Rn, ^{219}Rn, ^{220}Rn (ook wel thoron genoemd) en ^{222}Rn (ook wel radon genoemd). Verwarrend genoeg wordt dus één van de radonisotopen ook radon genoemd. Dit is overigens wel het isotoop (met een halveringstijd van bijna 4 dagen) dat het meest in beschouwing wordt genomen. De eerste twee isotopen hebben namelijk een te korte halveringstijd en komen in te geringe hoeveelheden voor om van belang te zijn en thoron (halveringstijd van bijna een minuut) is veelal moeilijker te meten dan ^{222}Rn.
Radon ontsnapt deels uit de voor het gebouw toegepaste bouwmaterialen en vermengt zich met de lucht. Verder komt er radon vrij uit de bodem onder en rondom het gebouw (infiltratie via de kruipruimte) en in de buitenlucht. In Nederland blijkt in nieuwbouwwoningen gemiddeld ca. 70 % van het radon afkomstig te zijn uit het bouwmateriaal. De grond en de buitenlucht dragen beide voor ca. 15 % bij. Andere bronnen, zoals aardgas en drinkwater hebben gezamenlijk een bijdrage van minder dan 1 %[1].
Omdat radon een edelgas is en daarnaast slecht oplosbaar is in lichaamsvloeistoffen, resulteert de inademing hiervan in een te verwaarlozen stralingsdosis. Wanneer radon echter vervalt in de lucht ontstaat een aantal kortlevende dochterproducten die, al dan niet gehecht aan stofdeeltjes bij inademing in de longen kunnen achterblijven. Deze geven lokaal een hoge stralingsdosis af aan het longweefsel, hetgeen aanleiding kan geven tot de inductie van longtumoren.

Radon en zijn vervalproducten zijn in Nederland verantwoordelijk voor meer dan 85 % van de stralingsbelasting door inhalatie van alle genoemde radonisotopen[2 3 4]. Als het in het vervolg over radon gaat, worden dan ook vooral dit edelgas en vooral ook de kortlevende vervalproducten daarvan bedoeld.

Thoron

Voor thoron is de belangrijkste bron het bouwmateriaal. In Nederland is aan thoron vrijwel geen onderzoek gedaan en de meeste gegevens zijn daarom ontleend aan buitenlandse studies. Het mechanisme is identiek als hiervoor is aangegeven voor radon. Woonsituaties waarin thoron de stralingsbelasting domineert, zijn uitzonderlijk en komen in Nederland waarschijnlijk niet voor. Het is wel zo dat eventuele maatregelen gericht op verlaging van de radonconcentraties niet automatisch dezelfde effecten op de thoronconcentraties hebben. Van de verschillende radonisotopen beschouwen we, gezien bovenstaande, hoofdzakelijk radon (^{222}Rn).

Externe straling

Enkele radionucliden uit de vervalreeksen van uranium (^{238}U), thorium (^{232}Th) en ^{40}K leveren met hun γ-straling een bijdrage aan de externe straling vanuit de bodem en vanuit vooral

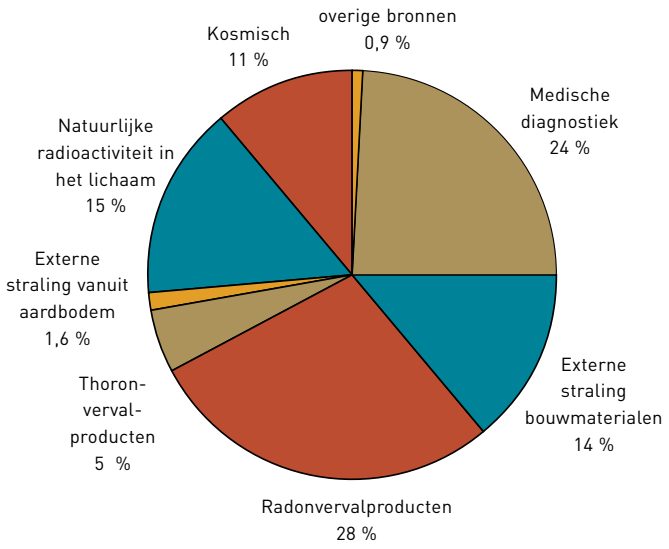
1 Stoop P, Glastra P, Hiemstra Y, De Vries L, Lembrechts J – Results of the second Dutch national survey on radon in dwellings, RIVM report 610058006, Bilthoven (1998)
2 Blaauboer RO, Vaas LH, Leenhouts HP – Stralingsbelasting in Nederland in 1988, uitgave in de Publikatiereeks Stralenbescherming van VROM/DGM, nr. 1992/56
3 Vaas LH, Kal, HB, De Jong P, Slooff W (eds.) – Basisdocument radon, RIVM rapport 710401014, Bilthoven (1991)
4 Eleveld H – Ionising radiation exposure in the Netherlands, RIVM rapport 861020002, Bilthoven (2003)

steenachtige bouwmaterialen. De verdeling van deze dosisbijdragen is afhankelijk van de verhouding van de radionucliden in de bouwmaterialen en de toepassing daarvan.

Aandeel in stralingsbelasting
Ioniserende straling en stoffen die deze uitzenden, zijn van nature in het milieu aanwezig, maar ze worden ook door de mens gemaakt of geconcentreerd. In ons land vertegenwoordigen kunstmatige bronnen van straling, zoals röntgenstraling voor medisch onderzoek en fall-out van atoombomproeven, gemiddeld ongeveer 25 % van de totale stralingsbelasting. Deze bedraagt gemiddeld 2,5 mSv per persoon per jaar (zie figuur).[4 5] Aan bouwen en wonen gerelateerde bronnen ('externe straling vanuit bouwmaterialen' en 'radon') zijn verantwoordelijk voor bijna de helft van de doorsnee blootstelling aan straling.

Verdere afbakening van het probleem
Veelal wordt onder het binnenmilieu de kwaliteit van de binnenlucht in de woning verstaan. Hier worden echter zowel de woningen als zogenaamde niet-woongebouwen (zoals winkels, kantoren, scholen, fabrieken) meegenomen in de beschouwing. Wat verblijfsduur betreft, vormt de woning echter het binnenmilieu waarin men gemiddeld het meest vertoeft[6]. Veel van het in de loop der tijd uitgevoerde onderzoek is dan ook gericht op woningen. Overigens is vastgesteld dat de radonconcentraties in utiliteitsbouw niet significant verschillen van die in woningen en ook de voorgestelde maatregelen zijn in lijn met die voor woningen[7].
De blootstelling wordt daarbij, zoals gezegd, bepaald door inhalatie van radioactieve vervalproducten van radon/thoron (de kortlevende radondochters) en externe bestraling vanuit bouwmaterialen.
In het huidige voorgenomen beleid worden voor de berekening van de externe straling de bijdragen van alle radionucliden in beschouwing genomen en niet alleen die van radon en vervalproducten.

Gemiddelde stralingsdosis per bron in Nederland voor het jaar 2000. De bijdrage door 'bouwen en wonen' bedraagt circa 47 %[4].



5 Milieucompendium 2003, RIVM, Bilthoven (2003)
6 Breedveld K, Van den Broek A et al. – Trends in de tijd, een schets van recente ontwikkelingen in tijdsbesteding en tijdordening, Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag (2001)
7 Lembrechts J – Straling in het binnenmilieu: bronnen en maatregelen, RIVM overzichtpublicatie STRATEGO projectprogramma, Bilthoven (2002)

1. Omvang van de gezondheidseffecten

1.1 Hoeveel mensen worden er blootgesteld?

De gehele bevolking wordt blootgesteld aan radon, dus circa 16 miljoen mensen in Nederland. In nieuwbouwwoningen worden over het algemeen hogere concentraties radon gevonden dan in oudere woningen (zie verder). In de nieuwbouw ligt de gemiddelde radonconcentratie rond de 30 Bq m^{-3}. In de woningvoorraad tot aan de zeventiger jaren ligt dit gemiddelde op circa 20 Bq m^{-3}. Voor het totale woningbestand op 23 à 24 Bq m^{-3} [1]. Voor de blootgestelde bevolking geldt een zelfde verandering voor de blootstelling aan thoron. Daar ligt in het binnenmilieu de verwachte concentratie van het belangrijkste vervalproduct (212Pb) wel lager, volgens UNSCEAR [8] in het bereik 0,2-12 Bq m^{-3}, met in West-Europa als beste schatting 0,3-0,8 Bq m^{-3}. Voor Nederland wordt hier de lage kant aangehouden, oftewel 0,3 Bq m^{-3} [4].

Er zijn voor Nederland geen specifieke hoge-concentratie gebieden (bijvoorbeeld door geologische omstandigheden) bekend waar de concentratie bijvoorbeeld meer dan een factor 10 hoger is dan gemiddeld.

Ook aan externe straling vanuit bouwmaterialen wordt de gehele bevolking blootgesteld. Als gemiddelde blootstelling tijdens een survey in Nederland is in 1985 [9] een effectieve dosis door bouwmaterialen bepaald van circa 0,31 mSv a^{-1} bij een verblijf binnen een woning gedurende 80 % van de tijd. Voor werklocaties werd een gemiddeld iets lagere dosis (-5 %) bepaald.

Afhankelijk van de toegepaste bouwmaterialen, kunnen gebouwen ook bescherming bieden tegen straling (vooral externe straling vanuit de bodem). Deze bijdrage valt afhankelijk van het bodemtype in het bereik 0,06-0,38 mSv a^{-1} [10 11], met een gemiddelde van 0,2 mSv a^{-1}. De gemiddelde afscherming hiervan in het binnenmilieu bedraagt 90 % [9], oftewel tijdens het verblijf binnen (80 % van de tijd) ongeveer 0,14 mSv a^{-1}. Ook de kosmische straling wordt deels afgeschermd, voor gemiddeld ongeveer 0,06 mSv a^{-1} [4].

1.2 Hoeveel mensen lopen het risico om ziek te worden of klachten te krijgen en hoeveel worden er daadwerkelijk ziek?

Het risico wordt gelopen door alle leden van de bevolking. De Gezondheidsraad schat dat er ieder jaar tussen de 100 en 1200 personen – met een beste schatting van 800 personen – longkanker krijgen als gevolg van blootstelling aan radon [12]. Gezien het beperkte overlevingspercentage (11 à 12 % na 5 jaar [13] voor longkankerpatiënten is het aantal mensen dat daadwerkelijk overlijdt niet veel kleiner. De bijdrage door blootstelling aan thoron kan, op basis van de risicobeoordeling door UNSCEAR [8] geschat worden op een kleine 100 extra gevallen van longkanker per jaar. De dosis door externe straling zorgt, in combinatie met een sterfterisico van 5 % per sievert [14] voor een aantal extra gevallen van kanker van circa 250 per jaar. In dit geval gaat het echter om alle mogelijke kankertypen, omdat het lichaam gelijkelijk bestraald wordt. Via de afscherming door bouwmaterialen (zie 1.1) is er echter wat dat betreft een reductie in het aantal extra gevallen van kanker te verwachten van circa 160 per jaar. Het netto resultaat is dus circa 90 extra gevallen van kanker.

1.3 Zijn er redenen om aan te nemen dat het aantal blootgestelden in de toekomst zal veranderen of dat schattingen van het gezondheidseffect moeten worden bijgesteld?

In de huidige nieuwbouwwoningen worden over het algemeen hogere radonconcentraties aangetroffen dan in oudere woningen [1]. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door verbeteringen in de woningisolatie sinds de zeventiger jaren, wat resulteerde in een vermindering van de luchtdoorlatendheid van de bouwschil met een factor vier, en, in mindere mate, door een stijging in het gebruik van andere en meer steenachtige materialen.

Dit betekent dat bij ongewijzigd beleid en bouwpraktijk de gemiddelde blootstelling per individu naar verwachting langzaam zal toenemen. Omdat uitgegaan wordt van een lineaire dosis-effect relatie (zie 1.5) zullen ook de aan de blootstelling toegeschreven effecten toenemen. Er is een aantal zaken dat op termijn de blootstelling kan verminderen.

8 UNSCEAR – Sources and Effects of Ionizing Radiation, Unites Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, Volume I: Sources, United Nations, New York (2000)

9 Julius HW, Van Dongen R – Radiation doses to the population in the Netherlands, due to external natural sources, Science of the Total Environment 45: 449-458 (1985)

10 Van Dongen R, Potma CJM, Stoute JRD – Natuurlijke achtergrondstraling in Nederland. Deel 1: Vrije veld metingen, RIVM rapport 248108001, Bilthoven (1984)

11 Blaauboer RO, Smetsers RCGM – Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands, Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen (1996)

12 Gezondheidsraad – Radon: toetsing rapport 'BEIR VI', Gezondheidsraad publicatie 2000/05, Den Haag (2000)

13 Cijfers volgens Nationaal Kompas Volksgezondheid, versie 2.4, 18 september 2003, RIVM, Bilthoven (2003)

14 ICRP – 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP-publication 60, Oxford, Pergamon Press (1991)

- Er is de laatste jaren meer aandacht voor ventilatiesystemen die de ventilatie in nieuwe, goed-geïsoleerde woningen moeten verbeteren. Wanneer deze systemen gemeengoed zouden worden (en naar behoren zouden werken) kunnen de gemiddelde radonconcentraties in nieuwbouwwoningen lager worden (zie ook antwoorden onder IV betreffende maatregelen).
- De bouwtoeleverende branches en bedrijven hebben aangegeven dat zij zich, onder bepaalde voorwaarden, zullen inspannen dat er geen significante toename van de stralingsbelasting optreedt, tengevolge van gewijzigde stralingseigenschappen van bouwmaterialen[15].
- Tevens wijzen zij erop dat er onderzoek wordt gedaan naar mechanismen die verantwoordelijk zijn voor de radonexhalatie uit bouwmaterialen, met als doel de mogelijkheden te verkennen om de gemiddelde radonexhalatie uit de meest relevante bouwmaterialen te reduceren.

1.4 Ligt het gezondheidsrisico boven het niveau dat (in het milieubeleid) wordt aangeduid met toelaatbaar?

Ja, het gezondheidsrisico ligt boven het niveau dat in het milieubeleid wordt aangeduid met toelaatbaar. Voor carcinogene stoffen komt het MTR (Maximaal Toelaatbaar Risico) overeen met het blootstellingsniveau dat 1 extra sterfgeval (eigenlijk geval van kanker) per 1.000.000 mensen per jaar veroorzaakt. Het risico van radon komt volgens de Gezondheidsraad (zie vraag 1.2) overeen met naar beste schatting 50 gevallen van longkanker (bereik 6 – 75) op 1.000.000 mensen per jaar.
Het gezondheidsrisico voor de blootstelling aan thoron ligt op circa 6 op 1.000.000 mensen per jaar. Het risico door de blootstelling aan externe straling vanuit bouwmaterialen ligt op circa 16 per 1.000.000 mensen per jaar. De gebouwde omgeving beschermt echter ook (zie 1.1). Het netto resultaat is een extra risico voor externe straling van circa 6 per 1.000.000 mensen per jaar.

1.5 Hoe zeker is het verband tussen blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten?

Voor de Nederlandse bevolking levert een beste schatting voor de radon-sterfterisico's jaarlijks 800 doden, met een geschat 95% betrouwbaarheidsinterval van 100-1200. Deze in een Gezondheidsraadrapport[12] aangegeven risicogetallen zijn opgesteld mede naar aanleiding van de BEIR VI rapportage over radongerelateerde stralingsrisico's[16].
De onderbouwing van de risicoschatting voor de radon gerelateerde risico's stoelt op een combinatie van radiobiologisch mechanistische studies, proefdieronderzoek, epidemiologisch onderzoek en biofysische modellering. Er zijn vrijwel geen carcinogene agentia waarvoor betere schattingen bekend zijn. Hieronder wordt daar meer in detail op ingegaan.
Het verband tussen blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten is afgeleid uit resultaten van epidemiologisch onderzoek onder mijnwerkers en gebaseerd op een lineair verband tussen blootstelling aan de straling van ingeademde radonvervalproducten en de kans op longkanker [16]. Daarbij wordt een drempel van de blootstelling waaronder geen gevolgen optreden, afwezig geacht [16]. De werkgroep van de Gezondheidsraad die het rapport van de BEIR VI commissie toetste, meent dat deze veronderstelling plausibel is en het hanteren ervan de minste kans op een onderschatting van het risico geeft [12].
BEIR VI baseerde zijn analyse op de uitkomsten van 11 onderzoeken onder totaal 68000 mijnwerkers, bij wie 2700 sterfgevallen ten gevolge van longkanker werden geconstateerd. BEIR VI bekeek ook de resultaten van acht patiëntcontrole onderzoeken naar het risico van blootstelling aan radon in woningen, maar concludeerde dat de risicoschatting op basis van die onderzoeken zeer onnauwkeurig is. Die grote onnauwkeurigheid komt enerzijds doordat bij blootstelling in woningen een meerderheid van de longkankers wordt veroorzaakt door het levenslange rookgedrag, en een relatief beperkt gedeelte door de levenslange radon-blootstelling, en anderzijds door onzekerheden in het reconstrueren van deze risicobepalende factoren (de levenslange omvang van het rookgedrag en de radonblootstelling). Wel ligt het uit dit type onderzoek afgeleide 'excess risk' dicht bij dat wat te verwachten is op grond van mijnwerkergegevens. Een recente meta-analyse van zeven case-control studies in Noord Amerika en twee in China bevestigt het risico van longkanker door blootstelling aan radon ook binnenshuis [17]. Het resultaat van een Europese meta-analyse van 14 studies zal naar verwachting tot hetzelfde resultaat leiden [18]. De mening van de werkgroep van de GR[12] dat de resultaten van epidemiologisch onderzoek naar blootstelling in woningen in BEIR VI onderbelicht zijn gebleven wordt door deze meta-analyses achterhaald.

15 Brief van VNO/NCW projectgroep Radon aan Staatsecretaris van VROM d.d. 18 maart 2003
16 BEIR VI – Health effects of exposure to radon, Committee on Health Risks of Exposure to Radon, Board on Radiation Effects Research, Commission on Life Sciences, National Research Council; National Academy Press, Washington, DC (1999)

In BEIR VI is de kanttekening gemaakt dat het bestaan van een drempel – een niveau van blootstelling waaronder er geen extra risico op longkanker is – niet is uit te sluiten, maar dat de grootte ervan niet valt af te leiden uit het beschikbare epidemiologische materiaal. Daar tegenover staan de ervaringen met het zogenaamde 'bystander' effect: de inductie van biologische effecten in cellen die niet direct getroffen zijn door een geladen deeltje (bijv. alfa-straling)[19]. De bystander studies impliceren dat de target voor biologische effecten van straling groter is dan de cel en dat een lineaire extrapolatie van stralingsrisico's van hoge naar lage doses tot een onderschatting kan leiden.
Gezien deze onzekerheden gaat de werkgroep van de GR mee in de conclusies van het BEIR VI rapport van een positief lineair verband tussen blootstelling aan radon en de kans op longkanker en de afwezigheid van een drempel van blootstelling waaronder geen gevolgen optreden.

1.6 Hoe groot is de bijdrage van de blootstelling aan het totaal aantal ziektegevallen?

In 2001 was, volgens het CBS[20], longkanker de primaire doodsoorzaak bij 8742 mensen. Volgens het RIVM[13] was de incidentie (het aantal nieuwe gevallen) in 1998 gelijk aan 8776. De cijfers van de Gezondheidsraad betekenen dat zo'n 9 % (bereik 1–13 %) van het jaarlijks aantal nieuwe gevallen aan radon kan worden toegeschreven. Indien de thoron gevallen hierbij worden opgeteld komt men op circa 10 %. Het aantal van circa 90 extra kankergevallen ten gevolge van blootstelling aan externe straling is het beste te vergelijken met het totale aantal nieuwe gevallen van kanker dat in Nederland jaarlijks optreedt (circa 66.000 in 1998).

2. Ernst van de gezondheidseffecten

2.1 Over welke ziekte(s) gaat het, of, wat is er bekend over de gezondheidseffecten van deze vorm van blootstelling?

Het belangrijkste gezondheidseffect van radon en thoron is longkanker, een ziekte met een zeer slechte prognose. De kans op longkanker neemt toe met oplopende duur en hoogte van de blootstelling. Er is, net zoals bij andere vormen van kanker, sprake van een latentieperiode tussen de blootstelling en het optreden van de ziekte. De meeste longkankers worden gevonden na het vijftigste levensjaar. Na beëindiging van de blootstelling (zo dit al mogelijk zou zijn) blijft er een kans op longkanker bestaan als gevolg van eerdere blootstelling.
Longkanker door radon kan niet worden onderscheiden van longkanker door andere oorzaken. Mogelijk kunnen zich andere effecten dan longkanker voordoen. Volgens BEIR VI zijn er echter geen redenen om aan te nemen dat andere effecten dan longkanker worden geïnduceerd bij de huidige blootstellingsniveaus van de bevolking.[16]
Het effect van blootstelling aan externe straling vanuit bouwmaterialen is kanker, maar door de gelijkmatige absorptie van de straling in het lichaam is er geen specifiek type kanker aan te wijzen.

2.2 Welke aandoeningen of klachten brengen de omwonenden of gedupeerden in verband met dit agens of met deze vorm van blootstelling?

Een publieke perceptie van het risico van radon en thoron bestaat in Nederland vrijwel niet. Voor zover bekend schrijven de gedupeerden hun ziekte in het algemeen niet toe aan radon (maar eerder aan tabaksrook).
Ook voor de blootstelling aan externe straling vanuit bouwmaterialen geldt dat de bevolking daar niet of nauwelijks van op de hoogte is. De combinatie met een vorm van kanker zal al helemaal niet worden gelegd.

17 Lubin JH Studies of radon and lung cancer in North America and China, Radiat. Prot. Dosim. 104(4): 315-319 (2003)
18 Darby SC, Hill DC – Health effects of residential radon: a European perspective at the end of 2002, Radiat. Prot. Dosim. 104(4): 321-329 (2003)
19 Hall EJ - The bystander effect, Health Phys 85: 31-35 (2003)
20 CBS – Primaire doodsoorzaken, sterfte door kanker aan bronchus en long van 1996-2001, Statline, Voorburg (2002)

2.3 Worden de gezondheidseffecten vooral bij bepaalde (risico)groepen gezien?

Beneden de dertig jaar komt longkanker nauwelijks voor. In de daarop volgende leeftijdsklassen neemt het aantal patiënten snel toe. Longkanker is dus een ziekte die zich vooral op latere leeftijd openbaart. Daarmee is niet gezegd dat de blootstelling van kinderen van ondergeschikt belang is. Net zoals bij roken gaat het, naar wordt aangenomen niet alleen om de hoogte maar ook om de duur van de blootstelling. Verder staat vast dat de combinatie van blootstelling aan radon en roken tot extra hoge risico's leidt, d.w.z. $\dagger_{roken + radon} > \dagger_{roken} + \dagger_{radon}$.
Het is niet aannemelijk dat er voor de effecten van blootstelling aan externe straling risicogroepen bestaan.

2.4 Wanneer treden de gezondheidseffecten op? Periodiek (bijvoorbeeld dagelijks), incidenteel, permanent.

De kans op longkanker is afhankelijk van de hoogte en de duur van de blootstelling. De ziekte treedt in de regel pas op tientallen jaren na aanvang van de blootstelling. De kans op longkanker wordt door beëindiging van de blootstelling niet weggenomen, maar zal lager liggen dan bij gecontinueerde blootstelling. Hetzelfde geldt voor kanker als gevolg van externe straling.

2.5 Welke zijn de behandelingsmogelijkheden?

Longkanker kan worden behandeld. Soms vindt operatie plaats, maar bijna altijd bestaat de behandeling uit radiotherapie en/of chemotherapie. De kans op genezing is tot op heden echter zeer gering (11 à 12 % overleving na 5 jaar [13]. Vaak is er sprake van uitzaaiingen, voordat de tumor bestreden is. Er bestaan grote verschillen tussen de behandelings- en genezingskans van andere vormen van kanker.

3. Waardering van effecten of risico's

3.1 Bedreigt het risico het gevoel van veiligheid?

Voor zover wij hebben kunnen nagaan, staan de meeste mensen niet stil bij de gevaren van de blootstelling aan radon, thoron of externe straling in huis of elders in de bebouwde omgeving.

3.2 Hoe zit het met de vrijwilligheid en de beheersbaarheid van het risico?

In Nederland is men zich doorgaans niet bewust van blootstelling aan radon of externe straling. Er kan dan ook moeilijk gesproken worden van vrijwilligheid, immers vrijwilligheid impliceert een keuze of een afweging van voor- en nadelen. Bewustmaking van het probleem en het aanbieden van mogelijke tegenmaatregelen, zou individuen wél de mogelijkheid bieden een keuze te maken om het risico (gedeeltelijk) te beheersen. Dan doet zich echter het probleem voor dat de effectiviteit van deze maatregelen afhankelijk is van bijvoorbeeld type woning, gebruikte bouwmaterialen en gedrag van de bewoners.

In studies is aangetoond dat roken en blootstelling aan radon elkaars effect versterken. Stoppen met roken beïnvloedt dus ook de kans op longkanker door radon.

3.3 Zijn er andere redenen waarom het risico (door sommigen) als onacceptabel wordt beschouwd?

Onbekend.

4. Noodzaak, mogelijkheden en effectiviteit van interventie-maatregelen

4.1 Noodzaken (Europese) normen of voorschriften tot interventie?

Het Europese radonbeleid richt zich vooral op probleemsituaties. Door geologische omstandigheden kunnen soms hoge infiltraties vanuit de bodem optreden. Deze omstandigheden doen zich in Nederland nauwelijks voor. De door 'Europa' gestelde interventie-adviezen maken onderscheid tussen bestaande bouw en nieuwbouw. Voor bestaande bouw worden maatregelen geadviseerd bij concentraties boven 400 Bq m^{-3}. Voor nieuwbouw worden lagere maxima voorgesteld, namelijk tot 200 Bq m^{-3}. Beide grenzen worden in Nederland niet of nauwelijks overschreden en waar dat het geval is, zijn ze moeilijk op te sporen.
Naar Europese maatstaven is er dus in Nederland geen noodzaak tot interventie. Overigens berusten de Europese advieswaarden op een combinatie van risico-evaluatie en praktische haalbaarheid. Voor de blootstelling aan externe straling vanuit bouwmaterialen is er geen Europese richtlijn, bestaat alleen een aanbeveling welke is opgesteld door de artikel 31 werkgroep (EURATOM). [21] [22]

4.2 Zijn er mogelijkheden om maatregelen te nemen op Europees, nationaal en regionaal of lokaal niveau? Niet alleen juridische maar ook bedrijfs-economische, technische en ruimtelijke maatregelen, alsmede voorlichting en subsidies kunnen worden overwogen.

Met betrekking tot de **technische** maatregelen zijn diverse mogelijkheden beschreven. Deze kunnen als volgt worden ingedeeld:

a beïnvloeding van de bronterm (andere bouwmaterialen, of bouwmaterialen met andere stralingseigenschappen, opstorten zand, verhoging grondwaterniveau)
b verlaging van de radontoetreding tot de woning (afdichting begane grondvloer, ventilatie van de kruipruimte, het aanbrengen van coatings op muren en vloeren)
c verhoging van het ventilatievoud en beperking van het recirculatievoud
d toepassing van circulatie/ filtertechnieken ter reducering van radondochterconcentraties bij een gegeven radonconcentratie.

Met betrekking tot de uitvoering kan worden gekozen voor het treffen van maatregelen in individuele gebouwen/woningen of voor een meer collectief gerichte aanpak.

Tot **individuele** maatregelen kan worden besloten wanneer het toegevoegde risico of de radonconcentratie een bepaalde (nader te definiëren) waarde overschrijdt. In dat geval zal worden gekozen voor de maatregel die in de gegeven situatie het meeste effect sorteert (maatwerk).
Een **collectieve** aanpak zal zich (bijvoorbeeld) richten op nieuw te bouwen woningen of op woningen die toe zijn aan een grootschalige renovatie. Beide mogelijkheden hebben voor- en nadelen. Samenhangend met de technische mogelijkheden om de radonconcentratie te verlagen zijn er verschillende wettelijke maatregelen denkbaar. Een voorbeeld daarvan is een maatregel gebaseerd op de SPN (Stralingsprestatienorm). Deze conceptmaatregel is collectief gericht. Men kan dan bij nieuw te bouwen woningen eisen stellen aan de dosis die de bewoners ontvangen als gevolg van externe straling van bouwmaterialen gecombineerd met de dosis door inhalatie van radonvervalproducten. Dit wordt aangeduid als de stralingsprestatie van de woning en deze zou moeten voldoen aan een bepaalde grenswaarde. De maatregelen (toepassing van bepaalde typen bouwmateriaal en het treffen van ventilatievoorzieningen) moeten echter al tijdens het ontwerp en de bouw van de woning worden getroffen.
De beslissing over de noodzaak tot het invoeren van wettelijke maatregelen (zoals de SPN, zie verder) is in juni 2002 uitgesteld en doorgeschoven naar het volgende kabinet.

Europa
Bij de notificatie van de SPN is vanwege de beoogde afwijkende normstelling van Nederland bezwaar aangetekend door Duitsland, Italië en het Verenigd Koninkrijk. In die landen bestond er enige vrees voor een handelsbarrière voor de import van bouwmaterialen naar Nederland.

21 Radiation Protection 112, Radiological protection principals concerning the natural radioactivity of building material
Markkanen M - Challenges in harmonising controls on the radioactivity of building materials within the European Union, The Science of The Total Environment 272(1-3): 3-7 (2001)

22 Radiation Protection 112, Radiological protection principals concerning the natural radioactivity of building material Markkanen M - Challenges in harmonising controls on the radioactivity of building materials within the European Union, The Science of The Total Environment 272(1-3): 3-7 (2001)

De Nederlandse autoriteiten hebben hierop geantwoord dat voor een dergelijke vrees geen reden bestaat omdat de prestatie-eis zich richt op de woning en niet op de materialen en in de praktijk door de SPN geen bouwmaterialen worden verboden. **Bewoners** kunnen zonder ingrijpende maatregelen aan de eigen woning niet veel meer doen dan goed – respectievelijk beter - ventileren.

Ter stimulering van mogelijke oplossingen kan overwogen worden om:

- Een voorlichtingscampagne te starten gericht op het belang van de kwaliteit van de binnenlucht
- De metingen van radon te subsidiëren, zodat bewoners inzicht krijgen in de concentratie in hun woning
- Een regeling te treffen om subsidie te verkrijgen op de uitvoering van tegenmaatregelen
- In woningen bij voorkeur stralingsarme producten toe te passen.

4.3 Welke instanties zijn verantwoordelijk voor eventuele interventiemaatregelen? Welke interventies worden bepleit?

Voor de regelgeving is de overheid verantwoordelijk. Ook via voorlichting – bijv. over ventilatie – kan zij proberen een ombuiging te bewerkstelligen van de toename in radon-concentraties. Voor uitvoering van technische maatregelen zijn de toeleverancier, bouwer en/of de eigenaar verantwoordelijk, en voor het gebruik van de ventilatievoorzieningen de bewoners.

4.4 Hoe effectief zijn deze maatregelen (in theorie) in het voorkomen of beperken van de blootstelling resp. in het voorkomen of beperken van de hier beschreven gezondheidseffecten?

De maatregelen zijn niet voor elk van de drie stralingscomponenten even effectief. Zo zal verhoging van het ventilatievoud aanleiding geven tot een reductie van de dochter-concentraties maar geen invloed hebben op het niveau van de externe straling. De effectiviteit van een maatregel kan daarnaast van gebouw tot gebouw verschillen en hangt onder meer samen met de uitgangssituatie, het bewonersgedrag en de lokale omstandigheden.
Voor zowel bestaande bouw als nieuwbouw zijn er mogelijkheden om de radonblootstelling met enkele tientallen procenten te verminderen door het beter benutten en onderhouden van de bestaande, en het aanbrengen van aanvullende ventilatievoorzieningen. De bestaande systemen schieten nog wel eens tekort door gebrek aan onderhoud of onjuist gebruik. De effectiviteit van aanvullende ventilatievoorzieningen (bijv. in de kruipruimte, of 'zelfdenkende' systemen) is echter sterk afhankelijk van onderhoud, type woning, gebruikte bouwmaterialen, lokale omstandigheden en gedragsfactoren. Bij nieuwbouw kan de blootstelling ook worden verminderd door de keuze van de bouwmaterialen. In beginsel zijn maatregelen voor nieuwbouw goedkoper dan die voor bestaande bouw.
De op ventilatie gerichte maatregelen zijn vooral effectief wanneer de concentratie radon vóór de maatregel hoog is.
Theoretisch gezien zou ook de gemiddelde radonconcentratie in Nederlandse bestaande en nieuwbouw woningen sterk verlaagd kunnen worden, maar er moet ook rekening worden gehouden met diverse andere eisen die aan woningen in Nederland worden gesteld, zoals het wooncomfort en de energieprestatie.

Een verlaging van de blootstelling vertaalt zich op termijn (bij nieuwbouw wordt deze bepaald door de vervangingssnelheid) in een reductie van het aantal slachtoffers (zie vraag 1.5 en 2.1.

4.5 Hoe effectief zijn de maatregelen in de praktijk, op welke termijn zijn ze realiseerbaar, hoe groot is de fraudedruk en is handhaving mogelijk?

Daadwerkelijke reductie van de radonconcentratie vraagt in de bestaande woningbouw in eerste instantie om een betere ventilatie van de woning, met de bijbehorende extra energiekosten.
In de nieuwbouw zijn de maatregelen die zijn voorgesteld op basis van de SPN gericht op het niet verder toenemen van de stralingsbelasting. Dit betekent in de praktijk een verlaging van 30 Bq/m³ (bestaande nieuwbouw) tot circa 24 Bq/m³ (nieuwbouw met SPN). Verdere maatregelen ter reductie van de blootstelling, en dus op termijn verlagingen van het risico, werden nog niet voorzien, maar zouden direct effect (dus lagere blootstelling) sorteren in de betreffende woningen. Bij bestaande bouw is een deel van de potentiële maatregelen voor nieuwbouw niet mogelijk (bijvoorbeeld: andere keuze van bouwmateriaal, wijze van bevestiging vloer op fundament).
Voor een reductie van de externe straling vanuit bouwmaterialen zouden andere bouwmaterialen of bouwmaterialen met andere stralingseigenschappen toegepast kunnen worden. Dit stuit mogelijk op bezwaren, omdat daardoor het gebruik van reststoffen (zoals vliegas, hoogovenslakken) in de betonproductie in het gedrang zou kunnen komen. Verder dient ook bij

brongerichte maatregelen de ventilatie te worden gewaarborgd omdat anders de radon-concentraties toch nog kunnen oplopen. Er dient dus aandacht te worden besteed aan ventilatievoorzieningen en aan het ventilatiegedrag van de bewoners. Enkele voorlichtingsprojecten hebben overigens laten zien dat beïnvloeding van het ventilatiegedrag in de praktijk niet zo eenvoudig is [23].

De technische uitvoerbaarheid van de diverse voorgestelde maatregelen in nieuwbouw vormt geen probleem. Pas bij aanzienlijke verscherping van de eisen die aan woningen worden gesteld zullen technische problemen optreden. Dan zijn ook tegenstellingen met andere eisen (bijvoorbeeld volgens de EPN) te verwachten.
Handhaving moet plaatsvinden door enerzijds controle (bv. van woningen in de ontwerpfase en tijdens de bouw op basis Bouwbesluit en via radonsurveys in het land als controle op de effectiviteit van maatregelen) en anderzijds voorlichting (om te voorkomen dat burgers en of lokale overheden de maatregelen (on)bewust ongedaan maken).
Fraude is zeer wel mogelijk, en controle (op toepassing Bouwbesluit) moet door de gemeenten zelf plaatsvinden en daar ontbreekt op stralingsgebied de kennis. Bovendien is de werkbelasting daar al groot. Een rapport van DHV (zie voetnoot 26) meldt daarentegen dat de handhaafbaarheid voor een goed toegerust gemeentelijk bouwtoezicht geen probleem hoeft te zijn.

4.6. Is er maatschappelijke of politieke beroering of is die te verwachten?

Op dit moment beraadt de rijksoverheid zich over de noodzaak of wenselijkheid van maatregelen om de blootstelling aan radon te verlagen. De bouwwereld reageert over het algemeen terughoudend. Men vreest onder meer gevolgen voor de betonproductie en een kostenverhoging van de materialen en van de administratieve lasten. Bovendien zou er, aldus de VNO-NCW projectgroep radon: 'een social disorder worden gecreëerd die niet in verhouding staat tot het modelmatig berekende risico'. De mensen zouden: 'zenuwachtig worden gemaakt, terwijl zij gevangen zitten in hun woning'. De BNA (Bond van Nederlandse Architecten) heeft negatief geadviseerd over de introductie van de SPN en heeft onder andere als standpunt dat de SPN 'weinig voorspellende waarde heeft over de effecten van radon op de gezondheid in de Nederlandse situatie'.
De BNA heeft zijn standpunt verwoord in de nota 'Vitale Architectuur'.

Bij milieubewegingen is een scala aan standpunten te vinden, van niet geïnteresseerd tot sterk voor verlaging van de radonconcentratie. De burger voelt zich in het algemeen niet sterk betrokken bij het risico van radon (zie ook eerdere vragen).

23 Evaluatie van de effectiviteit van voorlichting over een gezond binnenmilieu; nr. 97050: TNO Preventie en Gezondheid (1997)

5. Kosten en baten

5.1 Is vast te stellen wat de kosten (ziekte + behandeling) zijn bij ongewijzigd beleid?

Het is mogelijk om een berekening te maken hoeveel geld gemoeid is met het behandelen van de eerder genoemde aantallen patiënten. Dit doet echter geen recht aan het feit dat nagenoeg alle patiënten met longkanker, ondanks deze behandeling, overlijden en houdt evenmin rekening met de niet-materiële kosten. Daarom wordt deze vraag niet beantwoord.

5.2 Is bekend hoeveel men over heeft voor maatregelen?

Nee, het is niet bekend hoeveel men over heeft voor maatregelen om straling in het binnenmilieu te vermijden. Bij kernenergie [24] is er wél een lange geschiedenis van verbeteringen op stralingsgebied, resulterend in de monetaire waarde van de collectieve dosis. Deze bedraagt in Europa gemiddeld US$ 1000 per 10^{-3} mensSievert in een bereik van US$ 17-US$ 5300 [25]. Dit komt overeen met een sterfterisico van 5 % per sievert met gemiddeld US$ 20.000.000 per mensenleven (in een bereik van US$ 340.000 tot US$ 106.000.000 per mensenleven).

5.3 Wat kosten maatregelen om het risico te beperken of te vermijden, wie is voor deze kosten verantwoordelijk?

Volgens het DHV-rapport: Regeleffecttoets SPN [26], bedragen de kosten van het evalueren van de SPN en het aanpassen van het ventilatievoud € 330 – 620 per nieuwe aangepaste woning (uitgaande van aanpassing bij 30 % van de woningen). Dat zijn eenmalige kosten. De toename in stookkosten door de toegenomen ventilatie bedraagt zo'n € 15 - 38 per jaar. Deze getallen hebben betrekking op nieuwe woningen en zorgen voor een afname van de radon-concentratie in die woningen met zo'n 6 Bq/m³. Het RIVM heeft daaruit een prijs per radon gerelateerd sterfgeval berekend van zo'n € 600.000 – 1.400.000 bij een gebruiksduur van woningen van 75 jaar.
Een berekening van de VNO-NCW projectgroep Radon, met andere uitgangspunten, komt op een bedrag dat varieert tussen € 1.175.000 - € 14.000.000. De grote spreiding in deze berekening is het gevolg van het feit dat hier de hoge en de lage schatting van het aantal slachtoffers is gebruikt. Overigens maken de verschillen duidelijk dat de getallen niet meer zijn dan een benadering van de werkelijkheid.
Mogelijk liggen de kosten van maatregelen bij de utiliteitsbouw anders, ook al gezien de andere kostenomslag per individu voor utiliteitsbouw t.o.v. woningen.

Niet alleen de verhoging van het ventilatievoud kan leiden tot een lagere radon concentratie. Wanneer er namelijk in de bouwfase al wordt besloten tot het gebruik van bouwmaterialen met lagere activiteitsconcentraties (en dus ook een lagere bijdrage aan de externe straling) of tot een andere bouwwijze, dan is het mogelijk om de radon concentratie te reduceren zonder veel extra kosten. [26]

5.4 Hoe verhoudt zich dat tot het behalen van andere vormen van gezondheidswinst?

Daarover is in Nederland onvoldoende bekend. In 'Nuchter omgaan met risico's' [27] worden wel getallen genoemd bijvoorbeeld in relatie tot de zogenaamde QUALY (naar kwaliteit gewogen levensjaar). Reductie van radon door ventilatievoorzieningen in nieuwbouw valt dan in dezelfde kosteneffectiviteitscategorie als bijvoorbeeld harttransplantatie, heupvervanging, pneumo-kokken-vaccinatie en uitstrijkje. Uit deze tabel kunnen ook de gezondheidsbeschermende maatregelen worden geselecteerd. Reductie van radon in nieuwbouwwoningen valt dan in dezelfde categorie als het instellen van een verbod op asbest in remblokken en het invoeren van airbags.

5.5 Hebben de maatregelen gewenste gevolgen (opbrengsten) of ongewenste gevolgen op andere beleidsterreinen?

Ventilatie heeft een negatief effect op het energiegebruik. Meer ventilatie van een verblijfsruimte heeft echter ook voordelen, namelijk een betere vochthuishouding en een reductie van ongewenste stoffen. Hierdoor verbetert het binnenklimaat, niet alleen voor Rn maar ook voor andere agentia. Dit wordt ook door meerdere partijen onderkend.
Andere maatregelen betreffen o.a. de bouwwijze, de samenstelling van bouwmaterialen, maar ook de wandafwerking. [28] [29]
Hierbij moet rekening worden gehouden met de nationale en

24 Wat betreft de 'dread factor' niet erg goed vergelijkbaar met straling binnenshuis.
25 NEA-OECD – ISOE Information System on Occupational Exposure, 10 years of experience, OECD, Parijs (2002)
26 Wichers Hoeth AW – Regeleffecttoets SPN, DHV rapport, Amersfoort (2001)
27 De Hollander AEM, Hanemaaijer AH – Nuchter omgaan met risico's, RIVM rapport 251701047, Bilthoven (2003)
28 Gao XF, Tam CM, Gao WZ - Polymer cement plaster to prevent radon gas contamination within concrete building structures, Building and Environment 37(4): 357-361 (2002)
29 Jiranek M, Hulka J - Applicability of various insulating materials for radon barriers, Science of the Total Environment 272(1-3): 79-84 (2001)

Europese regelgeving. Sommige maatregelen kunnen een positief effect hebben op de eerder genoemde branches door ontwikkeling van specifieke materialen en/of constructies.

2. Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen

Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (RIVM 609026003/2003)

Redactie: RIVM

De tekst in deze bijlage is overgenomen uit RIVM rapport 609026003/2003 'Beoordelingskader Gezondheid en Milieu'

1 Omvang van de gezondheidseffecten

1.1 Hoeveel mensen worden blootgesteld?

Het gaat om blootstelling in woningen aan magnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen met een sterkte van meer dan 0,2 microtesla. Bij deze lijnen bevinden zich in Nederland op plaatsen waar de magnetische veldsterkte 0,2 microtesla of hoger is ongeveer 40.000 woningen[a b c]. Daar wonen naar schatting 100.000 mensen, waarvan 20.000 kinderen tot 15 jaar[#]

1.2 Hoeveel mensen lopen risico om ziek te worden of klachten te krijgen? Is er sprake van personen of groepen die extra gevoelig zijn?

Een verhoogd risico op leukemie bij blootstelling aan magnetische velden in de woonomgeving is alleen voor kinderen tot 15 jaar gevonden. Het risico begint toe te nemen bij magnetische veldsterkten in het gebied van 0,2 tot 0,5 microtesla. Het aantal kinderen dat door bovengrondse hoogspanningslijnen wordt blootgesteld aan veld-sterkten boven 0,4 microtesla bedraagt ongeveer 10.000.

Het onderzoek bij volwassenen in de woonomgeving is ontoereikend om over een mogelijk toegevoegd risico aldaar een uitspraak te doen[d]. Wel zijn bij volwassenen vele studies uitgevoerd naar de effecten van beroepsmatige blootstelling. Er zijn zwakke aanwijzingen voor een relatie tussen beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden en chronische lymfatische leukemie (CLL) en hersenturmoren bij volwassenen. Er zijn aanwijzingen voor een verhoogd risico op ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis) door beroepsmatige blootstelling, maar deze relatie zou mogelijk door het optreden van elektrische schokken in de beroepssituatie kunnen worden verklaard.[e]

1.3 Hoeveel mensen worden daadwerkelijk ziek of krijgen klachten?

In 2001 heeft het RIVM geschat dat er bij kinderen als gevolg van de blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen jaarlijks maximaal 1 extra geval van leukemie zal optreden. Volgens meer recente schattingen zou dit maximaal 0,5 zijn[f]. Een aanname bij deze schattingen was dat de relatie tussen de blootstelling en het effect oorzakelijk is (zie verder 1.6).

1.4 Zijn er redenen om aan te nemen dat het aantal blootgestelden in de toekomst zal veranderen of dat schattingen van het gezondheidseffect moeten worden bijgesteld?

Door de nieuwbouw van woningen in de buurt van hoogspanningslijnen en de toenemende vraag naar elektriciteit (meer en zwaardere lijnen) is het aannemelijk dat, zonder specifieke maatregelen, de blootgestelde groep groter zal worden[g].

1.5 Ligt het gezondheidsrisico boven het niveau dat (in het milieubeleid) wordt aangeduid met toelaatbaar?

Het toegevoegde individuele risico op het krijgen van leukemie in gebieden waar de veldsterkte hoger is dan 0,4 microtesla, is voor kinderen gemiddeld circa 3.10^{-5} per jaar[d]. Dit risico neemt toe bij oplopende blootstelling. Wanneer wordt verondersteld dat mensen boven de 15 jaar geen extra risico lopen, bedraagt het toegevoegde risico voor de gehele populatie gemiddeld circa 6.10^{-6} per jaar. In beide gevallen ligt het risico boven het maximaal toelaatbaar risico (MTR) van 1.10^{-6} per jaar. Er wordt verschillend gedacht over de toepasbaarheid van het maximaal toelaatbaar risico voor subgroepen blootgestelden.

1.6 Hoe zeker is het verband tussen blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten?

De relatie tussen het wonen nabij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen wordt op grond van een groot aantal epidemiologische onderzoeken door de Gezondheidsraad aangeduid als een redelijk consistente associatie[h]. Dit statistisch verband wijst op een verhoging van het risico met ongeveer een factor 2.

De waarde van 2,6 voor het gemiddeld aantal personen per woning is afgeleid uit het woningenbestand dat ook voor de tellingen van het aantal woningen rond de hoogspanningslijnen is gebruikt en dat per woning een schatting van het aantal inwoners bevat. Volgens het CBS bestaat de Nederlandse bevolking voor bijna 19 % uit kinderen tot 15 jaar. (Centraal Bureau voor de Statistiek. Werken en leren 2001 - 2002. Feiten en cijfer over de arbeidsmarkt en het onderwijs in Nederland. Kluwer, Alphen aan den Rijn, 2001)

Er is echter uit experimenteel onderzoek geen biologisch mechanisme naar voren gekomen dat deze associatie zou kunnen verklaren. Het is zodoende niet zeker of de gevonden relatie causaal is. Voor de overige bestudeerde aandoeningen bij kinderen of bij andere leeftijdsgroepen is voor blootstelling aan elektromagnetische velden in de woonomgeving geen consistente relatie aangetoond.

In de afgelopen 20 jaren zijn talloze epidemiologische onderzoeken naar de effecten van magnetische velden verricht. De kwaliteit van deze studies is in de loop van de tijd sterk verbeterd. Momenteel lopen er in diverse landen nog epidemiologische studies, die zich niet alleen op leukemie, maar ook op andere gezondheidseindpunten richten. De komende jaren zullen zodoende nieuwe resultaten van studies beschikbaar blijven komen.

Regelmatig worden door nationale of internationale commissies de stand van de wetenschappelijke kennis op het gebied van effecten van magnetische velden beschreven en eventuele beleidsadviezen gegeven. Recente voorbeelden zijn rapportages van National Institutes of Environmental Health Sciences Working Group (NIEHS, 1998)[i], de Gezondheidsraad (2000)[i], International Agency for Research on Cancer (IARC, 2001[j], de Britse National Radiological Protection Board (AGNIR, 2001)[k], het International Committee on Non-ionizing Radiation (ICNIRP, 2001)[e], en het California EMF Program (2002)[l]. Door het beschikbaar komen van nieuwe informatie in de loop van de tijd en door verschillen in procedures en personele bezettingen van de commissies, kunnen verschillen in opvatting over het risico van magnetische velden ontstaan. Er is een grote mate van consensus dat in de woonomgeving voor de relatie tussen magnetische velden met leukemie bij kinderen er voldoende aanwijzingen zijn om te kunnen spreken van een consistente relatie, met daarbij de kanttekening dat de causaliteit niet zeker is. Recent is in Californië gesuggereerd om ook een verhoogd risico op hersentumoren, ALS en miskramen bij volwassenen te betrekken in de discussie over maatregelen ter vermindering van de blootstelling aan magnetische velden. In deze rapportage is deze suggestie niet opgevolgd omdat zij afwijkt van het standpunt van de andere commissies en omdat er onvoldoende kwantitatieve informatie over mogelijke blootstelling-respons-relaties aanwezig is om een schatting van de eventuele effecten te maken.

NB door afwijkende meningen (zie ook 3.1) kan wel de onrust groter worden; als er 'nieuwe' effecten in verband worden gebracht met de blootstelling, kan de vraag om het toepassen van het voorzorgprincipe sterker worden.

1.7 Hoe groot is de bijdrage van de blootstelling aan het totaal aantal ziektegevallen?

Het mogelijke aantal extra gevallen van leukemie bij kinderen door blootstelling aan magnetische velden rondom bovengrondse hoogspanningslijnen wordt geschat op maximaal 1 per jaar. Dit is bepaald door de kans op ziekte, die uit buitenlandse epidemiologische studies is afgeleid, op de Nederlandse blootstellingssituatie toe te passen. Met informatie over het hoogspanningsnet zijn de veldsterkten rond de lijnen berekend (daarbij is aangenomen dat de stroom door de lijnen gelijk is aan de helft van hetgeen technisch maximaal door de lijnen mag gaan). Het aantal woningen dat zich bij een magnetische veldsterkte boven 0,2 microtesla bevindt, is met behulp van een landelijk woningenbestand geteld.

Het totaal aantal nieuwe gevallen van leukemie bij kinderen bedraagt 110 per jaar. Maximaal 1 % van het aantal gevallen van leukemie bij kinderen kan dus mogelijk aan blootstelling aan magnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen worden toegeschreven.

2 Ernst van de gezondheidseffecten

2.1 Over welke ziekte(s) gaat het, of wat is er bekend over de gezondheidseffecten van deze vorm van blootstelling?

Leukemie is een kwaadaardige aandoening die zonder behandeling tot de dood leidt. Wanneer de aandoening eenmaal is ontstaan, verdwijnt deze niet na stoppen van de blootstelling. Omdat de ziekte tot tekorten aan rode en witte bloedcellen en bloedplaatjes leidt, zijn de patiënten moe en krijgen zij last van infecties, koorts en spontane bloedingen.

2.2 Welke aandoeningen of klachten brengen de omwonenden of gedupeerden in verband met dit agens of met deze vorm van blootstelling?

Omwonenden van hoogspanningslijnen hebben in de loop der tijd allerlei aandoeningen met de lijnen in verband gebracht: leukemie en hersentumoren bij kinderen en leukemie, hersentumoren, borsttumoren en de ziekte van Alzheimer bij volwassenen[i]. Ook wordt door omwonenden melding gemaakt van aspecifieke gezondheidsklachten zoals hoofdpijn, duizeligheid en vermoeidheid[m].

2.3 Bij wie treedt het gezondheidseffect op?

Een consistente samenhang tussen de blootstelling aan magnetische velden in de woonomgeving en leukemie is alleen voor kinderen aangetroffen (zie ook 1.6).

2.4 Is behandeling mogelijk?

Behandeling bestaat uit chemokuren en/of beenmergtransplantatie. Deze behandeling is zwaar en kan lang duren. Ondanks behandeling overlijdt ongeveer 30 % van de kinderen met leukemie aan deze ziekte.

3 Waardering van effecten of risico's

3.1 Bedreigt het risico het gevoel van veiligheid?

Hoogspanningslijnen worden ervaren als een bedreiging van de veiligheid. Ze zijn zichtbaar en men is zich ervan bewust blootgesteld te zijn aan 'straling'. Dit woord op zich heeft al een bedreigende klank. Blootstelling is onvermijdelijk, wanneer men in de buurt woont. Soms maken de draden ook een 'zoemgeluid' (vooral bij nat weer) dat onheilspellend kan overkomen.

Zo nu en dan verschijnen krantenartikelen waarin wordt besproken of er wel of geen effecten van hoogspanningslijnen te verwachten zijn. Tegenstrijdige berichten verhogen mogelijk de onzekerheid van omwonenden. Zelfs een kop als 'geen kanker door hoogspanning' (de Volkskrant, september 2001) kan toch het gevoel van veiligheid bedreigen.

3.2 Hoe zit het met de vrijwilligheid en de beheersbaarheid van het risico?

Wanneer mensen eenmaal in de buurt van een hoogspanningslijn wonen, is de blootstelling niet vrijwillig en niet vermijdbaar. Gedrag beïnvloedt de blootstelling niet. Verhuizing is een wel heel ingrijpende manier om jezelf aan blootstelling te onttrekken.

3.3 Zijn er andere redenen waarom het risico (door sommigen) als onacceptabel wordt beschouwd?

- De betrokkenen zijn kinderen en deze vergen extra aandacht (zie recente brief van de Staatssecretaris van VROM aan de Tweede Kamer)[n].
- Onevenwichtige verdeling van de blootstelling zou een rol kunnen spelen (of het 'opofferen' van kinderen aan de elektriciteitsvoorziening).
- Bij een eventuele brand kan zich de situatie voordoen dat de brandweer niet kan blussen omdat veiligheidsafstanden voor brandweerlieden worden overschreden.
- De masten zijn een vorm van 'horizonvervuiling'.

4 Noodzaak, mogelijkheden en effectiviteit van interventiemaatregelen

4.1 Worden er wettelijke normen of voorschriften overschreden?

Het door de EU aanbevolen referentieniveau bedraagt 100 microtesla[o]. De Gezondheidsraad heeft 120 microtesla geadviseerd[h]. Deze waarden worden beiden niet overschreden.
Op de hier beschreven situatie zijn de waarden echter niet van toepassing omdat het referentieniveau is afgeleid voor korte-termijn-effecten; leukemie behoort tot de langetermijn-effecten.

De geadviseerde afstand tussen lijnen en bebouwing - meestal de zakelijke rechtstrook van 2 maal 35 meter die in verband met vallende ijsafzettingen, mogelijke draadbreuk en dergelijke beter vrij gehouden kan worden - wordt soms overschreden[p].

Zie ook 1.5 over de overschrijding van het maximaal toelaatbaar risico.

NB In een recente brief van de minister van VROM aan de Gemeente Utrecht[q] wordt geadviseerd om '..., totdat het nadere rijksbeleid is geformuleerd en in aanvulling op de VROM-circulaire inzake extreem laagfrequente elektromagnetische velden uit 1995, zo veel mogelijk te voorkòmen dat nieuwe situaties ontstaan waarbij sprake is van langdurige blootstellingen van kinderen aan magnetische velden van bovengrondse hoogspanningslijnen van meer dan 0,4 microtesla. ...' en '... Op basis van de thans beschikbare informatie acht ik het niet nodig om vooruitlopend op de formulering van het nadere beleid, voor bestaande situaties aanvullende adviezen te formuleren. ...'

4.2 Zijn er mogelijkheden om maatregelen te nemen bij de bron op Europees niveau, nationaal niveau, regionaal en lokaal niveau?

Wegnemen van de bron is niet mogelijk omdat het gebruik van elektriciteit zeer sterk in de samenleving verankerd is.
Transport van elektriciteit is daarom niet uit te bannen. Wel is het mogelijk om de magnetische velden te verlagen door onder meer de volgende vier technische maatregelen aan de bronkant:

1 Optimaliseren van klokgetallen (veranderen van de volgorde van de draden).
2 Fasesplitsing (vervangen van de drie draden aan elke kant van de mast door vier draden aan elke kant).
3 Verplaatsen van de lijn.
4 Ondergronds leggen van de lijn (verkabelen).

4.3 Zijn er mogelijkheden om aan de blootstellingskant maatregelen te nemen: Europees niveau, nationaal niveau, regionaal of lokaal niveau?

Maatregelen zijn het gemakkelijkste te nemen op lokaal niveau. Wél kan de landelijke overheid daarin sturen, door bijvoorbeeld te eisen dat er geen nieuwe woningen onder oude lijnen mogen worden geplaatst en geen nieuwe lijnen over oude woningen mogen worden aangelegd. Kinderdagverblijven en scholen zouden beschouwd kunnen worden als 'gevoelige objecten'.
Mogelijke ruimtelijke maatregelen aan de blootstellingskant zijn:

1 Geen nieuwbouw op bepaalde afstanden van hoogspanningslijnen.
2 Verplaatsen van woningen.

4.4 Welke interventiemaatregelen worden door de verschillende actoren bepleit en wat is ieders rol?

Betrokken partijen en bepleite maatregelen of rollen zijn:

- verontruste bewoners: verplaatsen of ondergronds brengen van de lijnen
- landelijk netbeheerder TenneT en de regionale netbeheerder vertegenwoordigd door EnergieNed: geen maatregelen
- rijksoverheid: nieuwe situaties voorkomen, nog nadenken over bestaande situaties Gezondheidsraad heeft 'geen maatregelen' geadviseerd
- provinciale en gemeentelijke overheden: divers
- gemeentelijke gezondheidsdiensten: voorlichting en klachtenbehandeling
- Stichting Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu: klachtenregistratie.

4.5 Hoe effectief zijn deze maatregelen (in theorie)?

Omdat niet zeker is dat het bij kinderen aangetroffen verband ook daadwerkelijk causaal is, is niet duidelijk of het beperken van de blootstelling aan magnetische velden iets verandert aan de kans op leukemie in de buurt van hoogspanningslijnen.
Omdat de ziekte op landelijke schaal in 99 % van de gevallen een andere oorzaak heeft – immers maximaal 1 op 110 gevallen per jaar wordt veroorzaakt door hoogspanningslijnen – is het waarschijnlijk onmogelijk om de effectiviteit (in vermeden

leukemiegevallen) van blootstellingsbeperking vast te stellen.

Ongerustheid onder omwonenden zal door bijvoorbeeld het verplaatsen van lijnen of het ondergronds leggen wel verminderen. De technische maatregelen waarbij het uiterlijk van de lijnen niet of nauwelijks verandert, hebben waarschijnlijk minder effect op de ongerustheid.

Verkabelen is in theorie het meest effectief om blootstelling terug te dringen, gevolgd door verplaatsen, optimaliseren van klokgetallen en fasesplitsen (zie verder onder de vragen over kosten).

NB Verkabelen leidt, vergeleken met de overeenkomstige lijn bovengronds, tot een aanzienlijk hogere veldsterkte vlak boven de kabel. De veldsterkte daalt daarentegen wel sneller (dan bij de bovengrondse lijn) als je je van de kabel vandaan begeeft. Het komt erop neer dat de 0,2 ... 0,5 microtesla-contouren voor een ondergrondse kabel dichter bij de hartlijn liggen dan voor een bovengrondse lijn.

4.6 Hoe effectief zijn deze maatregelen in de praktijk, hoe groot is de fraudedruk en is handhaving mogelijk?

De maatregelen zijn technisch uitvoerbaar. Omdat het uitvoeren ervan leidt tot een permanent veranderde situatie, is de handhaving niet het probleem. De blootstelling op leefniveau wordt daadwerkelijk (en direct) verminderd. Het voorkómen van nieuwe situaties kan via vergunningverlening worden gehandhaafd.

NB Er blijft een achtergrondblootstelling aan magnetische velden bestaan door elektrische apparaten en bekabeling in en om het huis.

4.7 Is de beoogde interventie een goede manier om de beschreven gezondheidseffecten te voorkomen?

Onder de aanname dat er een causaal verband bestaat, wordt met de maatregelen maximaal één geval per jaar – overeenkomend met 1 % van de nieuwe gevallen – van kinderleukemie voorkomen.
Tot er meer bekend is over het ontstaan van leukemie bij kinderen, lijken er – op dit moment – niet veel mogelijkheden te zijn om deze ziekte terug te dringen.

5 Kosten en baten

5.1 Is vast te stellen wat de kosten (ziekte + behandeling) zijn bij ongewijzigd beleid?

Het is alleen mogelijk om de kosten van de medische behandeling te schatten. De kosten van zorg in Nederland bedragen voor lymfe- en andere bloedkankers bij kinderen tussen 1 en 15 jaar 6,8 miljoen Euro per jaar[r]. Als dit bedrag als het maximumbedrag voor leukemie-behandelingen wordt aangenomen en daarbij in ogenschouw wordt genomen dat er maximaal één geval per jaar aan hoogspanningslijnen zou kunnen worden toegeschreven, dan kost de huidige situatie maximaal ruim 60.000 Euro per jaar. Voor alle duidelijkheid: het gaat hier niet om de maatschappelijke kosten, om verlies, verdriet etc.

5.2 Is bekend hoeveel men over heeft voor maatregelen?

In een WHO-studie uit 1999 gaat men uit van een waarde van 1,4 miljoen Euro voor een statistisch leven. Dat is gebaseerd op de WTP[31] voor het vermijden van een sterfgeval door verkeersongelukken. Omdat de gemiddelde leeftijd van de kinderen lager ligt dan de gemiddelde leeftijd van verkeersslachtoffers, zou deze waarde hoger kunnen zijn. Hoeveel, is niet te zeggen. Misschien is een WTP van 2 miljoen Euro een redelijke schatting voor het voorkomen van een statistisch leukemiegeval. (Er zou ook voor gepleit kunnen worden de waarde aan te passen voor het feit dat de overlevingskans 70 % is.)

Een grote onbekende is hoeveel de samenleving wil uitgeven om ongerustheid te voorkómen of om een of meer personen gerust te stellen. Een andere onbekende is hoeveel er per geval van leukemie geclaimd zou gaan worden, als in de toekomst mocht blijken dat er toch een oorzakelijk verband bestaat.

Verder blijkt uit een praktijkvoorbeeld dat de lokale overheid geld overheeft voor maatregelen. De gemeente Utrecht heeft in de plannen voor nieuwbouwwijk Leidsche Rijn opgenomen de zakelijk rechtstrook (27,5 m) vrij te houden en het traject van de hoogspanningslijn in het plangebied (3,5 km) op 1,3 m ondergronds te leggen. Hiervoor is 20 miljoen Euro gereserveerd.

WTP= willingness to pay (bedrag dat men bereid is te betalen om een bepaald risico te vermijden/verlagen).

NB 1 In de discussie over kosten/baten wordt wel eens gerefereerd aan de verlaging van de verkoopprijs van huizen in de buurt van hoogspanningslijnen als gevolg van mogelijke gezondheidseffecten. In Nederland is daar geen onderzoek naar gedaan, wel in de Verenigde Staten, waar de invloed minder dan 10 % bleek te zijn.

NB 2 In verband het gevoel van rechtvaardigheid is het van belang om bij het overwegen van maatregelen aandacht te besteden aan de toerekening van kosten in relatie tot de baten. Er zijn drie partijen te onderscheiden met verschillende belangen en verantwoordelijkheden:

- opwekkers, transporteurs en gebruikers van elektriciteit;
- blootgestelde personen; en
- gemeentelijke, provinciale en rijksoverheid.

In dit verband is de indeling in vier policy frameworks die in het kader van het California EMF program is ontwikkeld, behulpzaam[s]:

1 'utilitarian' framework[t]: 'zoveel mogelijk goeds voor voor de zoveel mogelijk mensen tegen zo laag mogelijk kosten', meestal aangehangen door economen en beleidsmakers;
2 'social justice' framework: 'bescherming van het meest kwetsbare, ongeacht de kosten', meestal de wens van omwonenden;
3 'virtual-certainty-required' framework: eerst zekerheid over het probleem voordat er maatregelen worden genomen, meestal de wens van de 'vervuiler'; en
4 'non-interventionist' framework: geeft de voorkeur aan vrijwillige, niet door de overheid gestuurde benaderingen van milieurisico's, ongeacht de mate van onzekerheid over het wel of niet bestaan van het milieuprobleem.

5.3 Wat kosten maatregelen om het risico te beperken of te vermijden?

NB De gepresenteerde kostenraming zijn afkomstig uit een vooronderzoek[a]. De geschatte kosten zijn voor een generieke, landelijke aanpak. Bij een aanpak op maat - bijvoorbeeld door eerst die delen van lijnen aan te pakken waarlangs veel woninge staan - wordt de kosteneffectiviteit aanzienlijk verhoogd. Daarin kunnen de kosten lokaal lager uitvallen omdat er geen rekening is gehouden met de afschrijving van (delen) van het hoogspanningsnet. Onder deze voorwaarden is, uitgaande van de circa 23.000 woningen die nu bij een veldsterkte boven 0,4 microtesla staan, per maatregel berekend hoeveel het eenmalig kost om dit aantal woningen te reduceren door toepassen van brongerichte maatregelen genoemd onder IV2 (NB: voor het verplaatsen van woningen of het voorkòmen van nieuwbouw binnen bepaalde afstanden, zijn nog geen kosten berekend).[a] Er is een schatting gemaakt van de landelijk totale kosten en het aantal woningen dat overblijft waar het veld boven de 0,4 microtesla blijft[a] (zie tabel).

maatregel	kosten (miljard Euro)	aantal resterende woningen (boven 0,4 microtesla)
optimaliseren klokgetallen	0,15	15.000
fasesplitsing	0,5	15.000
verplaatsen	2,6	2.700
verkabelen	14	800

5.4 Hoe verhouden deze kosten zich tot de kosten die nodig zijn om andere vormen van gezondheidswinst te behalen?
Andere maatregelen om sterfte bij kinderen te voorkomen, hetzij op het gebied van omgevingsfactoren, hetzij op ander gebied, zijn goedkoper per gewonnen leven.

5.5 Hebben de maatregelen ongewenste gevolgen op andere beleidsterreinen?
Het anders leggen van lijnen heeft invloed op het ruimtelijke ordeningsbeleid en het eventueel aanpassen van bouwplannen op het woningbouwbeleid.

Een mogelijk ongewenst gevolg van verkabelen is dat het onderhoud aan de lijnen lastiger wordt. Verder kan graven in de grond voor andere doeleinden nadelige gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van het elektriciteitsnet. Daarom is als argument tegen ondergronds brengen ook wel eens naar voren gebracht dat het wellicht beter is een strook rond de ondergrondse kabels vrij te houden en die met hekken te markeren of af te sluiten. Deze strook is dan niet meer voor andere doeleinden te gebruiken, zoals dat bij bovengrondse lijnen wel mogelijk blijft (bijvoorbeeld gebruik als landbouwgrond en weiland en voor (aanleg van) water-, spoor- en autowegen).

Maar er zijn meer bezwaren tegen ondergronds brengen. Het blijkt vaak, vooral in bewoond gebied, moeilijk om een tracé voor de ondergrondse kabels te vinden dat voldoende ver van andere kabels en buizen in de grond verwijderd blijft. Ook kleven er elektrotechnische bezwaren aan het verkabelen van grote stukken hoogspanningslijnen: elke 10 à 20 km moet de lijn bovengronds komen om bepaalde 'bewerkingen' te ondergaan alvorens weer onder de grond te verdwijnen. Het hele hoogspanningsnet verkabelen heeft grote (deels onbekende) gevolgen voor de betrouwbaarheid van het net.

Het aanpassen van klokgetallen en het splitsen van één van de drie fasedraden kan nadelige gevolgen hebben voor de betrouwbaarheid van het net en dus de elektriciteitsvoorziening. Verder zijn er visuele gevolgen: aanpassen van klokgetallen vergt in sommige gevallen zware (lelijke) zogenaamde fasewisselmasten waarin de draden worden omgeplugd; bij fasesplitsen worden de drie draden aan elke kant van de mast vervangen door vier draden.

5.6 Hebben de maatregelen gewenste gevolgen op andere beleidsterreinen, resp. kan er worden gesproken van opbrengsten van deze maatregelen?

- Er wordt oppervlakte 'gewonnen' voor woningbouw in de zin dat er minder gebied zal zijn waar de waarde voor het magnetisch veld boven bijvoorbeeld 0,4 microtesla uitkomt. Er kunnen bijvoorbeeld weer woningen gebouwd worden op het gebied dat eerst de zakelijke rechtstrook was.
- Bij het ondergronds leggen van de kabels zal er een positieve invloed zijn op het landschap (minder horizonvervuiling).

5.7 Is er maatschappelijke of politieke beroering of is die te verwachten?
Gezien vragen van omwonenden (Leidsche Rijn, Leiderdorp, Helmond, Veenendaal enz.) zal een zekere vorm van maatschappelijke druk blijven bestaan. Ook omdat zo nu en dan berichten in de media verschijnen, bijvoorbeeld bij het publiceren van resultaten van onderzoek in binnen- buitenland.
In enkele gevallen is er sprake van georganiseerd protest van verontruste omwonenden.

Referenties

a Kelfkens G, Van Wolven J, Pennders R, Stuurman C , Van Aernsbergen L, Delfini G and Pruppers M. Costs and benefits of the reduction of magnetic fields due to overhead power lines. Proceedings of the 2nd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, 7 - 11 October 2002, Aldemar Paradise Royal Mare Hotel, Rhodos, Griekenland.

b Stuurman CS en Van Wolven JF. Kostenanalyse van de technische maatregelen ter beperking magnetische velden nabij bovengrondse hoogspanningslijnen (vooronderzoek), Deel 1: samenvatting, KEMA T&D consulting rapport nr. 40130074-TDC 02-25766A, oktober 2002.

c Kelfkens G, Pennders RMJ and Pruppers MJM. Woningen bij bovengrondse hoogspanningslijnen in Nederland, RIVM rapport 610150001. RIVM, Bilthoven, 2002.

d Van der Plas M, Houthuijs DJM, Dusseldorp A, Pennders RMJ en Pruppers MJM. Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen, RIVM-rapport 610050007, RIVM, Bilthoven, april 2001.

e Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D and Swerdlow A. ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. Review of the epidemiologic literature on EMF and Health. Environ Health Perspect. 2001 Dec; 109 Suppl 6:911-33.

f Pruppers MJM. 'Blootstelling aan extreem laag frequente elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen' - Herberekening naar aanleiding van het KEMA/RIVM-onderzoek naar de kosten en baten van maatregelen ter beperking van magnetische velden bij hoogspanningslijnen. RIVM-briefrapport 032/2003 (in voorbereiding).

g Kelfkens G, Pennders RMJ en Pruppers MJM. Plannen voor nieuwbouwwoningen bij bovengrondse hoogspanningslijnen. RIVM rapport 610150004/2003 (in voorbereiding).

h Commissie ELF elektromagnetische velden. Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 MHz). Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; 2000/6.

i Portier CJ, Wolfe MS, red. Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. NIEHS Working Group report. Research Triangle Park, NC: National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, 1998; (publicatie NIH 98-3981).

j IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Static and Extremely Low-Frequency Electric and Magnetic Fields Vol. 80, June 2001.

k Advisory Group on Non-ionising Radiation. ELF electromagnetic fields and the risk of cancer. Chilton, Didcot: National Radiological Protection Board, 2001.

l Neutra RR, DelPizzo V and Lee GM. An evaluation of the possible risks from electric and magnetic fioels (EMFs) from power lines, internal wiring, electrical occupations, and appliances. California EMF Program of the California Department of Health Service (DHS), Final report, June 2002 (www.dhs.ca.gov/ehib/emf).

m Gezondheidsraad. Ongerustheid over lokale milieufactoren; risicocommunicatie, blootstellingsbeoordeling en clusteronderzoek. Den Haag: Gezondheidsraad, 2001; publicatie nr 2001/010 (pagina 10).

n Brief van de Staatssecretaris van VROM aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal betreffende 'Hoogspanningslijnen, toezending onderzoeksrapport KEMA/RIVM', 13 januari 2003.

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

p VROM. Circulaire inzake extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF velden). Den Haag: Ministerie van VROM, publicatie nr 94661/h/1-95, 1 januari 1995.

q Brief minister J.P. Pronk aan het College van burgemeester en wethouders van de gemeente Utrecht, gedateerd 13 november 2001, kenmerk SAS/2001140036.

r Polder JJ, Takken J, Meerding WJ, Kommer GJ en Stokx LJ. Kosten van Ziekten in Nederland - De zorgeuro ontrafeld. RIVM en Erasmus Medisch Centrum, Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg. RIVM-rapport 270751005. ISSN:903133961X. RIVM, Bilthoven, 2002.

s Policy options in the face of possible risk from power frequency electric and magnetic fields (EMF). California EMF Program of the California Department of Health Service (DHS), Final report, June 2002 (www.dhs.ca.gov/ehib/emf).

3. Basisstations voor mobiele telefonie (GSM en UMTS)

Beoordelingskader Gezondheid en Milieu (december 2003)

Redactie: RIVM en Fast Advies

Met bijdragen van:
- Ministerie van VROM
- Ministerie van VWS
- Ministerie van Economische Zaken
- Agentschap Telecom (Economische Zaken)
- Nationaal Antennebureau (Economische Zaken)
- RIVM
- Gezondheidsraad
- GGD Regio IJssel Vecht
- Bureau Medisch Milieukundigen GGD-en Brabant/Zeeland
- TNO-FEL/TUE
- Natuurkundewinkel Rijksuniversiteit Groningen
- KPN Mobile
- Vodafone
- Orange
- Telfort
- T-Mobile

Achtergrond
Mobiele telefonie is niet meer uit onze samenleving weg te denken. Waren er in het begin van de jaren negentig nog enkele mobiele bellers, tegenwoordig is in bijna elk huishouden een mobiele telefoon aanwezig. De voordelen zijn zondermeer duidelijk. Veel gebruikers zouden zich een leven zonder mobiele telefoon niet meer kunnen voorstellen. Ongelukken en noodsituaties kunnen direct gemeld worden, zodat hulpdiensten sneller ter plaatse zijn. Velen voelen zich op straat veiliger met een mobiele telefoon.
De toename van het gebruik van de mobiele telefoon leidde tot een toename van het aantal basisstations. De veiligheid van de apparatuur is via Europese regelgeving geregeld.

Berichten in de media over mogelijke nadelige effecten op de gezondheid als gevolg van de blootstelling aan elektromagnetische velden die voor de communicatie tussen mobiele telefoons en de bijbehorende vast opgestelde basisstations nodig zijn, leiden regelmatig tot ongerustheid. Het plaatsen van nieuwe basisstations leidt nog regelmatig tot tegenstand van omwonenden. De ongerustheid bij de bevolking zorgt dat de mobiele telefonie telkens weer op de beleidsagenda terugkeert. Het is dit beleidsmatige probleem dat de aanleiding vormt voor het invullen van bijgaand beoordelingskader.

Netwerken voor mobiele telefonie in Nederland zijn GSM (Global System for Mobile Communications; frequentie rond 900 MHz) en DCS-1800 (Digital Cellular System; 1800 MHz) en UMTS (Universal Mobile Telecommunication System; 2100 MHz) dat nu in opbouw is. Een netwerk voor mobiele telefonie is meestal gestructureerd als een honingraat. Basisstations hebben contact met het vaste telefoonnet of zijn via straalverbindingen met andere basisstations verbonden die op het vaste telefoonnet zijn aangesloten. Met een basisstation wordt meestal een mast bedoeld waaraan zich drie antennes (sectoren) bevinden, die elk in een andere richting zenden. Situaties waarin meer dan drie antennes op één mast zijn geplaatst, komen ook voor (site sharing). Ook komt het voor dat er meer dan één operator op één antenne is aangesloten (antenne sharing). Soms staan er diverse masten bij elkaar op hetzelfde dak. Momenteel staan er in Nederland in de GSM- en DCS-1800-netwerken antennes op ongeveer 11.000 unieke locaties (opstelpunten). De meeste antennes bevinden zich op een hoogte tussen 20 en 40 meter, met een gemiddelde van 28 meter.

Het beoordelingskader beperkt zich tot de vast opgestelde basisstations. De mobiele telefoons zelf en de mogelijke nadelige effecten hiervan op de gezondheid blijven derhalve buiten beschouwing. In tegenstelling tot de situatie nabij een basisstation geldt voor mobiele telefoons wat de feitelijke blootstelling betreft dat:
- de velden over het algemeen sterker zijn,
- er sprake is van blootstelling van delen van het lichaam (en niet het totale lichaam),
- het gepulste karakter van de velden anders is, en
- de blootstellingsduur veelal korter is (blootstelling vooral tijdens het bellen).

Daarnaast heeft de gebruiker van een mobiele telefoon direct voordeel en kan hij zelf bepalen of hij de mobiele telefoon wil gebruiken (en dus blootgesteld wordt).

De straalzenders die in sommige gevallen worden gebruikt om verbinding met een naburig basisstation te onderhouden, blijven buiten beschouwing. Om de verbinding te garanderen, zijn deze zodanig opgesteld dat er zich geen voorwerpen of personen tussen twee straalzenders kunnen bevinden.

De blootstellingssituatie beperkt zich tot de 'woonomgeving' en de voor het algemene publiek vrij toegankelijke ruimten. De blootstelling van werknemers die op daken in de buurt van een basisstation werkzaamheden verrichten zoals onderhoudmonteurs, dakdekkers en glazenwassers blijft dus buiten beschouwing.

Het begrip 'gezondheid' wordt in dit beoordelingskader breed opgevat. Hierbij wordt aangesloten bij de definitie van gezondheid van de WHO die stelt dat gezondheid een toestand is van compleet fysiek, mentaal en sociaal welbevinden en niet alleen de afwezigheid van ziekte.

De storing van apparatuur blijft in het beoordelingskader buiten beschouwing. Deze storing kan wel bijdragen aan het ontstaan van het idee onder omwonenden dat de elektromagnetische velden nadelige gevolgen voor de gezondheid kunnen hebben.
De elektromagnetische velden die met basisstations samenhangen, zijn een onderdeel van een grotere groep van elektromagnetische velden met uiteenlopende frequenties en veldsterkten, die in de woonomgeving kunnen voorkomen. Hoewel de blootstelling aan elektromagnetische velden afkomstig van basisstations niet los gezien kan worden van de blootstelling aan velden met soortgelijke eigenschappen afkomstig van andere bronnen (draadloze telefoons binnenshuis en radio- en televisiezenders), worden alleen de basisstations hier behandeld.

1 Omvang van de gezondheidseffecten

1.1 Hoeveel mensen worden er blootgesteld?

In principe is iedereen in Nederland blootgesteld. De operators van mobiele telefoondiensten moeten conform hun vergunning een landelijke dekking verzorgen. Voor de werking van een mobiele telefoon is een elektrische veldsterkte van naar schatting 10 microvolt per meter (0,00001 V/m) minimaal nodig. Om betrouwbare verbindingen te realiseren, streven de operators naar een veldsterkte in de woonomgeving van minimaal ongeveer 1 millivolt per meter (0,001 V/m).

De hoogste veldsterkten kunnen voorkomen op daken dicht in de buurt van basisstations en in hoge gebouwen ter hoogte van de primaire bundel van de antenne. Het is niet bekend of er zich op deze locaties mensen (anders dan werknemers) kunnen bevinden. Resultaten van systematische metingen van de veldsterkte als gevolg van GSM-basisstations in Nederland zijn niet voorhanden. TNO[a] en de operators voeren wel incidenteel metingen uit; het Agentschap Telecom voert steekproefsgewijs metingen uit in het kader van het wettelijk geregelde toezicht.

Uit de meetresultaten blijkt dat in de buurt van GSM-basisstations op enkele locaties in de woonomgeving een elektrische veldsterkte van maximaal 0,5 à 1 V/m voorkomt. Op een gering aantal locaties in trein- en metrostations en in overdekte winkelcentra, kunnen dicht bij antennes (waaraan mensen slechts kortstondig zullen worden blootgesteld) veldsterkten tot 3 V/m voorkomen. In de buurt van (toekomstige) UMTS-basisstations zal de veldsterkte naar verwachting niet hoger zijn dan bij de GSM-basisstations.

Er zijn geen resultaten gepubliceerd van metingen van de veldsterkten op locaties waar zich meerdere basisstations dicht bij elkaar bevinden en cumulatie kan optreden.

Het referentieniveau voor het elektrische veld dat door de EU wordt aanbevolen, bedraagt 41 V/m bij een frequentie van 900 MHz (GSM), 58 V/m bij 1800 MHz (DCS-1800 of ook wel GSM-1800 genaamd) en 61 V/m bij 2100 MHz (UMTS)[b]. Zie ook de uitleg over basisrestricties en referentieniveaus in 4.1. Als deze referentieniveaus niet worden overschreden, mag men (afgezien van bijzondere omstandigheden) ervan uitgaan dat ook de basisrestricties niet worden overschreden. Als aan de basisrestricties wordt voldaan, wordt volgens de EU de bescherming

tegen gezondheidsschade ten gevolge van thermische effecten voldoende gewaarborgd.

1.2 Om welke ziekten of klachten gaat het, wat is bekend over de effecten van deze vorm van blootstelling?

De Gezondheidsraad heeft in 2000 een advies betreffende de GSM-basisstations uitgebracht[a]. In dit advies worden naast de thermische effecten, drie categorieën niet-thermische effecten, te weten biologische effecten, ontstaan of bevorderen van kanker en aspecifieke klachten behandeld.

De thermische effecten zijn korte termijneffecten die het gevolg zijn van opwarming als gevolg van absorptie van elektromagnetische energie in het lichaam.

De niet-thermische biologische effecten, waarvan onduidelijk is of ze optreden en of ze tot nadelige effecten op de gezondheid leiden, worden hier niet verder besproken. De klachten, die de nadelige effecten op het welbevinden omvatten, worden hier samen met de effecten op cognitieve functies gerekend tot de groep van aspecifieke effecten. In het resterende deel van deze vragenlijst worden per vraag drie groepen van effecten onderscheiden, namelijk thermische effecten, ontstaan of bevorderen van kanker, en aspecifieke effecten.

A. Thermische effecten

Blootstelling met een Specific Absorption Rate[#] (SAR, de dosismaat voor de opgenomen energie in W/kg) van meer dan 4 W/kg veroorzaakt effecten zowel op korte als op lange termijn, die ook zijn gerapporteerd bij mensen die in een warme omgeving werken of langdurig koorts hebben. De goed begrepen korte termijneffecten zijn gedragsveranderingen, moeilijkheden bij het uitvoeren van fysieke en mentale taken, storing van de spermaproductie, verstoring van de ontwikkeling van het ongeboren kind, hersenaantasting door verhoogde permeabiliteit van de bloed-hersen-barrière en aantasting van het zenuwstelsel[d e f]. Een lange termijngevolg is bijvoorbeeld staar.

Bij de in 1.1 genoemde blootstellingsniveaus rond GSM-basisstations treden er echter geen thermische effecten op die nadelig voor de gezondheid zijn.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker

Veel van de ongerustheid over mogelijke gezondheidseffecten van mobiele telefonie heeft betrekking op het ontstaan of bevorderen van kanker zoals lymfomen en leukemie. Het gebruik van de mobiele telefoon wordt wel in verband gebracht met hoofd- en halskanker.

Anders dan bij ioniserende straling afkomstig van radioactieve stoffen en röntgentoestellen ontbreekt het bij niet-ioniserende straling, zoals elektromagnetische velden ook wel worden aangeduid, echter aan een plausibel biologisch mechanisme dat het ontstaan van kanker zou kunnen verklaren. De Gezondheidsraad concludeert op basis van de resultaten van genotoxisch en epidemiologisch onderzoek dat bij de lage veldsterkten in de omgeving van GSM-900- en DCS-1800-basisstations er geen aanwijzingen zijn voor een mogelijk verband tussen de blootstelling aan de uitgezonden radiofrequente elektromagnetische velden en kanker[c]. Daarbij dient te worden aangetekend dat netwerken voor mobiele telefonie nog slechts een relatief korte periode in gebruik zijn ten opzichte van de periode die voor de meeste tumoren ligt tussen blootstelling en het openbaar worden van de tumor. De WHO heeft het tot een van haar prioriteiten binnen het ElectroMagneticFields (EMF)-onderzoek gemaakt om de genotoxiciteit en carcinogenese van radiofrequente velden van mobiele telefoons te onderzoeken. Op dit moment lopen er ook diverse epidemiologische onderzoeken, waaronder INTERPHONE van de IARC dat het verband tussen radiofrequente velden vooral als gevolg van het gebruik van een mobiele telefoon en hoofd-, nek- en hersentumoren onderzoekt[g].

De resultaten van deze lopende onderzoeken moeten worden afgewacht voor een meer definitievere conclusie over het al of niet bestaan van een oorzakelijk verband tussen de blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en kanker bij gebruik van een mobiele telefoon. Bij een bevestigend ant-

[#] '... Het specifieke energieabsorptietempo gemiddeld over het gehele lichaam of over lichaamsdelen, is het tempo waarin de energie per massa-eenheid biologisch materiaal wordt geabsorbeerd; het wordt uitgedrukt in watt per kilogram (W/kg). De lichaams-SAR is een algemeen aanvaarde maatstaf voor het relateren van schadelijke thermische effecten aan de blootstelling aan radiofrequente velden. Naast de gemiddelde lichaams-SAR zijn lokale SAR-waarden noodzakelijk voor het evalueren en beperken van te grote energiecon-centraties in kleine delen van het lichaam als gevolg van bijzondere blootstellingomstandigheden. Voorbeel-den van dergelijke omstandigheden zijn: geaarde personen die aan radiofrequente velden in het lage MHz-gebied worden blootgesteld en personen die aan het nabije veld van een antenne worden blootgesteld. ...', aldus de EU-aanbeveling.

woord is het overigens de vraag of dat ook van toepassing zou zijn voor omwonenden van een basisstation.

C. Aspecifieke effecten
Er zijn mensen die klachten over hun welbevinden wijten aan blootstelling aan elektromagnetische velden afkomstig van hoogspanningslijnen, elektrische apparatuur en zendmasten. Uit epidemiologisch en vrijwilligersonderzoek is een groep mensen bekend die vermoeden dat hun klachten samenhangen met het gebruik van een mobiele telefoon, zoals duizeligheid, ongemak, concentratieverstoring, geheugenverlies, vermoeidheid, hoofdpijn, warmtegevoel op en achter het oor, brandend gevoel op het gezicht, tintelingen, beïnvloeding van cognitieve vaardigheden en vertroebeld gezichtsvermogen[h i j].

Ook bij het Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu (MNGM) worden dergelijke klachten gemeld[k]. Het gaat dan vooral om hoofdpijn en slaapstoornissen, maar ook tintelingen en duizeligheid en in mindere mate geheugen- en concentratiestoornissen, angst, depressiviteit, prikkelbaarheid en gespannenheid. Uit eigen waarneming van het MNGM blijkt dat de meeste melders behoren tot de categorie van mensen die klachten krijgen en zich vervolgens afvragen wat de oorzaak kan zijn. Sommigen melders zijn ongerust en merken dat zij geen invloed op de situatie kunnen uitoefenen, hetgeen stress veroorzaakt, waarna ze uiteindelijk klachten gaan vertonen. De Gezondheidsraad gaf in het advies in 2000 aan dat er sterke aanwijzingen zijn dat mensen die vrezen dat zij worden blootgesteld aan voor de gezondheid schadelijke invloeden bovenstaande klachten kunnen krijgen die zij toeschrijven aan de gevolgen van deze blootstelling.

Mede naar aanleiding van advies van de Gezondheidsraad en de motie Wagenaar heeft TNO recent de relatie onderzocht tussen blootstelling aan velden met een sterkte van 1 V/m afkomstig van een basisstation en het ervaren welbevinden en de invloed op diverse cognitieve tests[l]. Er is gevonden dat het ervaren welbevinden statistisch significant vermindert bij blootstelling aan UMTS-achtige signalen. De vermindering van het ervaren welbevinden treedt bij twee groepen blootgestelde vrijwilligers op: zowel mensen die zeggen last te hebben van elektromagnetische velden als mensen die zeggen dit niet te hebben. Voor GSM-900- en DCS-1800-signalen is de vermindering van het ervaren welbevinden niet gevonden. Uit de resultaten van de cognitieve tests is gebleken dat enkele cognitieve functies bij blootstelling statistisch significant kunnen verbeteren. Omdat er twee beperkte groepen zijn onderzocht, blootstelling bij één veldsterkte heeft plaatsgevonden en het slechts een eerste onderzoek betreft, is het nog te vroeg om definitieve conclusies te trekken over de betekenis van deze resultaten voor het ervaren welbevinden en cognitieve prestaties van mensen in de buurt van basisstations.

1.3 Hoeveel mensen worden ziek of krijgen klachten?
A. Thermische effecten
Geen.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend: geen.

C. Aspecifieke effecten
In Nederland is niet systematisch onderzocht hoeveel mensen hun klachten met mobiele telefonie in verband brengen.
Bij het MNGM kwamen, naar eigen zeggen, de afgelopen jaren honderden klachten binnen van mensen die stellen dat zendinstallaties schade aan hun gezondheid berokkenen[k].
De gegevens in de MNGM-databank hebben een signaleringsfunctie en kunnen een onderschatting geven van het werkelijk aantal mensen met klachten waarvan zij vermoeden dat er een verband is met mobiele telefonie.

1.4 Kan dit aantal in de toekomst veranderen?
Het aantal personen dat boven het huidige niveau wordt blootgesteld, kan toenemen vanwege meer toepassingen van mobiele communicatiesystemen, zoals de in opbouw zijnde UMTS-netwerken. Vanwege toenemende capaciteitsvraag kunnen er meer antennes nodig zijn. Extra antennes kunnen (tot op zekere hoogte) op bestaande opstelpunten bijgeplaatst worden. Zo niet dan zullen er meer opstelpunten nodig zijn. Het gevolg is dat het netwerk dan dichter wordt (de cel/het verzorgingsgebied wordt kleiner) en het uitgezonden vermogen lager. De verdeling van de blootstelling (veldsterkte) over de bevolking zal vermoedelijk veranderen. Bij gebrek aan gegevens over de plaatsing van de basisstations is dit nu niet te schatten.

Afgezien van een mogelijk andere blootstelling is het ook mogelijk dat er meer of minder klachten zullen komen of aspecifieke effecten zullen optreden, als gevolg van een verandering in gevoelens van onzekerheid en angst.

1.5 Ligt het risico boven het maximaal toelaatbaar geachte niveau?
In het milieubeleid geldt een individueel risico op overlijden of krijgen van kanker van 1 op de 1.000.000 (10^{-6}) per jaar als maximaal toelaatbaar.

A. Thermische effecten
Niet van toepassing.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend is er geen sterfte.

C. Aspecifieke effecten
Niet van toepassing.

1.6 Hoe zeker is het verband tussen blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten?
A. Thermische effecten
Het is vrij goed bekend welke effecten bij hoge blootstelling kunnen optreden (zie onder andere hoofdstuk 2 van het Gezondheidsraadrapport uit 1997 [d]. Een dergelijke blootstelling is in de woon- en leefomgeving niet te verwachten. De relatie is wetenschappelijk vastgesteld en er is een kwantitatieve dosis-effectrelatie, dat wil zeggen dat bekend is boven welke blootstelling effecten optreden en hoe de ernst en de omvang van deze effecten veranderen bij toenemende blootstelling.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend bestaat er geen verband (zie ook onderdeel B in 1.2). Er ontbreekt een verklarend biologisch mechanisme.

C. Aspecifieke effecten
Er zijn wel aanwijzingen voor het bestaan van een relatie tussen het wonen in de buurt van een basisstation en het optreden van klachten, maar tot nu toe is er geen oorzakelijk verband aangetoond. Verschillen in gevoeligheid voor elektromagnetische velden tussen personen kunnen van belang zijn. De commissie Elektromagnetische Velden van de Gezondheidsraad gaf in het advies in 2000 aan dat het aannemelijk is dat angst voor elektromagnetische velden hierbij een rol speelt[e]. Soms wordt een link met ioniserende straling gelegd.

In 2003 is door TNO gevonden dat het ervaren welbevinden statistisch significant minder wordt bij blootstelling aan UMTS-

achtige signalen ten opzichte van de situatie zonder blootstelling[12]. Voor GSM-900- en DCS-1800-signalen is de vermindering van het ervaren welbevinden niet gevonden. Het is nog te vroeg om definitieve conclusies te trekken over de betekenis van deze resultaten voor het ervaren welbevinden van mensen in de buurt van basisstations.

De Gezondheidsraad was in 2000 van mening dat voor geen van de drie in het advies behandelde categorieën niet-thermische effecten – biologische effecten, carcinogenese en aspecifieke klachten – een redelijk vermoeden van een gezondheidsrisico is.

I.6 Hoe groot is de bijdrage van de blootstelling aan het totale aantal ziektegevallen?

A. Thermische effecten
Geen bijdrage.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend is er geen bijdrage.

C Aspecifieke effecten
Onbekend. Het is niet bekend welk deel van de klachten aan alleen de basisstations wordt toegeschreven. Ook is niet bekend hoeveel klachten er in Nederland zijn over aspecifieke klachten zoals hoofdpijn.

2 Ernst van de gezondheidseffecten

2.1 Welke gezondheidseffecten brengen omwonenden of gedupeerden zélf in verband met de blootstelling?
Vooral de onder 2.2C genoemde 'aspecifieke effecten' en ook de onzekerheid over het 'ontstaan en bevorderen van kanker'.

2.2 Bij wie (risicogroepen?) treden de gezondheidseffecten op?
A. Thermische effecten:
Bij niemand.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend: bij niemand.

C. Aspecifieke effecten
Er is in Nederland geen onderzoek uitgevoerd naar de kenmerken van de mensen die deze klachten hebben of effecten vertonen (zie ook 2.1, onder C).

2.3 Wanneer treden gezondheidseffecten op (periodiek, incidenteel, permanent)?
A. Thermische effecten:
Nooit.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend: niet.

C. Aspecifieke effecten
Onbekend. Er is in Nederland geen wetenschappelijk document voorhanden dat dit beschrijft.

2.4 Is behandeling mogelijk?
A. Thermische effecten:
Niet van toepassing.

B. Ontstaan of bevorderen van kanker
Voor zover nu bekend: niet van toepassing.

C. Aspecifieke effecten
Niet bekend. Voor zover de klachten (mede) ontstaan door gevoelens van angst en onzekerheid, lijkt het mogelijk een deel van de klachten te voorkomen door betere voorlichting aan melders en aan klachtbehandelaars zoals huisarts, GGD of behandelende specialisten.

3 Waardering van effecten of risico's

3.1 Bedreigt het risico het gevoel van veiligheid?

In de regionale kranten zijn regelmatig meldingen over tegenstand tegen het plaatsen van basisstations (en andere zendmasten) te vinden. Er zijn in Nederland geen gegevens over de omvang en de oorzaken van deze ongerustheid noch over de effecten van voorlichting.

De angst voor elektromagnetische velden vermindert het gevoel van veiligheid, mede doordat mensen deze velden zelf niet kunnen waarnemen. De soms huiveringwekkende informatie die eenieder via internet kan raadplegen, draagt bij aan de beeldvorming (zie bijvoorbeeld home.planet.nl/~teuleger/). Daar staat tegenover dat er ook mensen via 'wetenschappelijk verantwoorde' websites hun best doen om het onveilige gevoel weg te nemen (zie bijvoorbeeld www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html).

3.2 Is het risico vrijwillig en/of beheersbaar?

Iedereen wordt blootgesteld aan velden afkomstig van de basisstations. Er is hiermee sprake van een onvrijwillige en niet door leden van de bevolking te beheersen blootstelling.

Het plaatsen van basisstations zonder duidelijke communicatie vooraf met bewoners heeft in het verleden de gevoelens van onvrijwilligheid en onbeheersbaarheid versterkt. Het vertrouwen in de operators en regulerende overheid is daardoor negatief beïnvloed. Inmiddels is er een convenant dat door de rijksoverheid, de VNG en de vijf operators is ondertekend en daarin zijn afspraken gemaakt over onder andere de procedure bij plaatsing van basisstations[m]. Er is een regeling voor de noodzakelijk instemming van bewoners van het gebouw waarop de antenne-installatie wordt geplaatst. Uit de lopende evaluatie van het convenant moet blijken of de inspraak van bewoners is verbeterd. Het MNGM en de GGD hebben wel eens vragen en klachten ontvangen waaruit blijkt dat het bij het plaatsen van basisstations nog niet altijd bewonersvriendelijk toegaat.

3.3 Zijn er andere redenen waarom het risico door sommigen als onacceptabel wordt beschouwd?

Er heerst bij een aantal mensen het gevoel dat de uitbreiding van de milieubelasting almaar door blijft gaan, zodat er niet alleen specifiek op een basisstation wordt geageerd, maar ook op een volgende stap in die uitbreiding.

De basisstations kunnen een vorm van horizonvervuiling zijn. Operators passen diverse mogelijkheden toe om basisstations aan het zicht te onttrekken.

4 Noodzaak, mogelijkheden en effectiviteit van interventiemaatregelen

4.1 Noodzaken (Europese) normen en voorschriften tot interventie?

Het bestaande beleid met betrekking tot de mobiele telefonie wordt vormgegeven door het ministerie van EZ (onder andere frequentievergunningen; Telecommunicatiewet) in samenwerking met onder andere de ministeries van VROM (effecten buiten zendinrichtingen; Wet milieubeheer) en VWS (volksgezondheid en veiligheid van consumententoepassingen; Warenwet). Het beleid met betrekking tot plaatsing van basisstations is opgenomen in het Nationaal Antennebeleid (december 2000) en nader uitgewerkt in een convenant tussen de rijksoverheid, de VNG en de vijf operators van mobiele telefonie. Het convenant bevat een instemmingsprocedure, die de bewoners van het gebouw waarop een antenne-installatie wordt gebouwd de mogelijkheid geeft om voor of tegen te stemmen. Instemming hoeft niet expliciet gegeven te worden: 'wie zwijgt, stemt toe'. Als 50 % +1 tegenstemt gaat de plaatsing niet door.

De veiligheidseisen voor basisstations voor mobiele telecommunicatie zijn vastgelegd in Europese normen. De productnorm EN 50385 is geharmoniseerd onder de R&TTE richtlijn[n]. De normen prEN 50400 (meten en berekenen bij putting into service) en prEN 50401 (productnorm met daadwerkelijke eisen) zullen begin 2004 als geharmoniseerde norm in het Publicatieblad van de EU gepubliceerd worden.

In navolging van de ICNIRP[#] hanteert de EU de begrippen basisrestricties en referentieniveaus[b]. Basisrestricties zijn hierbij restricties op de blootstelling aan tijdsafhankelijke elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen. Als aan de basisrestricties wordt voldaan, wordt in de visie van de EU de bescherming tegen gezondheidsschade voldoende gewaarborgd. Onder meer omdat de basisrestricties niet altijd direct te meten of te berekenen zijn, heeft men voor de praktijk referentieniveaus afgeleid. Deze niveaus dienen bij de blootstellingevaluaties in de praktijk om vast te stellen of de basisrestricties waarschijnlijk zullen worden overschreden[b]. Als deze referentieniveaus niet worden overschreden, mag men normaal gesproken ervan uitgaan dat ook de basisrestricties niet worden overschreden. Omgekeerd geldt niet automatisch dat wanneer een referentieniveau wordt overschreden, er ook één of meer basisrestricties worden overschreden. Er dient dan een aanvullende evaluatie te worden gemaakt om vast te stellen of aan de basisrestricties is voldaan.

De ICNIRP heeft een SAR van 4 W/kg, gemiddeld over het hele lichaam, gekozen als uitgangspunt voor het vaststellen van blootstellingslimieten in het frequentiegebied van 10 MHz tot 300 GHz om hiermee nadelige thermische effecten te voorkomen. Op grond van de korte termijneffecten door opwarming beveelt de ICNIRP (en deze aanbeveling is door de EU overgenomen) voor leden van de bevolking voor het frequentiegebied dat voor basisstations relevant is de volgende basisrestricties aan: een SAR van 0,08 W/kg voor het totale lichaam[#], 2 W/kg voor hoofd en romp en 4 W/kg voor ledematen. Voor hoofd, romp en ledematen wordt over 10 g. weefsel gemiddeld. Het aanbevolen referentieniveau voor het elektrische veld bedraagt 41 V/m bij 900 MHz, 58 V/m bij 1800 MHz en 61 V/m bij 2100 MHz.

De EU-aanbeveling vermeldt verder: '... voor de voorgestelde blootstellingrestricties zijn uitsluitend bewezen gevolgen als basis gebruikt. Dat langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden kanker veroorzaakt, wordt niet bewezen geacht. Omdat tussen de grenswaarden voor acute effecten en de basisrestricties een veiligheidsfactor van ongeveer 50 ligt, bestrijkt deze aanbeveling impliciet eventuele langetermijneffecten in het gehele frequentiegebied. ...'[b].

De EU-aanbeveling zelf heeft geen wettelijke status. Maar door aan de Europese normalisatie-instellingen de opdracht te verstrekken om geharmoniseerde normen onder de R&TTE richtlijn te ontwikkelen waarvan de toepassing het vermoeden van overeenstemming met de essentiële eisen impliceren en bij de ontwikkeling van genoemde normen de limieten van de EU-aanbeveling te gebruiken, heeft deze aanbeveling via de omweg van de R&TTE richtlijn wel een wettelijke status gekregen. De R&TTE richtlijn is volledig in de Telecommunicatiewet geïmplementeerd.

De referentieniveaus zijn opgenomen in het convenant tussen rijksoverheid, VNG en de vijf operators[m]. In artikel 6 over blootstellingslimieten is opgenomen dat de operators er zorg voor dragen dat op vrij toegankelijke plaatsen in ieder geval de refe-

ICNIRP = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

rentieniveaus volgens de EU-aanbeveling door de velden van bouwvergunningsvrije installaties niet worden overschreden.

4.2 Zijn er mogelijkheden om maatregelen te nemen op Europees, nationaal en regionaal of lokaal niveau? Niet alleen juridische maar ook bedrijfseconomische, technische en ruimtelijke maatregelen, alsmede voorlichting en subsidies kunnen worden overwogen.

De interventiebevoegdheid van de nationale overheid en de Europese Commissie zijn vastgelegd in de R&TTE richtlijn[n] en de Laagspanningsrichtlijn[o]. Onder de R&TTE richtlijn dient een product dat niet voldoet aan de essentiële eisen direct van de markt geweerd te worden. Lidstaten mogen geen aanvullende eisen stellen aan producten die aan de essentiële eisen van de R&TTE richtlijn voldoen. Op het terrein van milieu en ruimtelijke ordening kan de overheid aanvullend beleid en regelgeving formuleren. Uit hoofde van veiligheid zijn er echter beperkingen aan deze vrijheid van de overheid.
Dit is in lijn met het advies van de Landsadvocaat van 26 juli 2001. Dit advies geeft mogelijkheden tot interventie via het ontwikkelen van beleid met betrekking tot het gebruik van antenne-inrichtingen in het algemeen.
Dit is ook in lijn met de opvatting van de Europese Commissie zoals verwoord in de beantwoording van vragen van het Europese Parlement: '... De wetgeving van de Unie betreffende radioproducten, waaronder mobiele-telefoon-masten[n], verplicht de producenten ervoor te zorgen dat de producten veilig zijn wanneer zij voor het daartoe bestemde doel worden gebruikt, maar de nationale of lokale autoriteiten kunnen extra verplichtingen inzake het gebruik van radioproducten opleggen, bijvoorbeeld door het voorschrijven van minimumafstanden voor het publiek, zodat ervoor kan worden gezorgd dat de telefoonmasten naar behoren worden geïnstalleerd... ' . Verder wordt daarin verwezen naar de EU-aanbeveling[b]. Vertaald naar de basisstations betekent dit dat een eenmaal geplaatst station dat voldoet aan de essentiële eis voor veiligheid, veilig is zolang er geen sprake is van veranderingen aan de situatie. Dit impliceert tevens dat nadat een basisstation is geplaatst alle geplande veranderingen aan de essentiële eis voor veiligheid getoetst moeten worden.
De mobiele telecommunicatie is inmiddels in de westerse samenleving niet meer weg te denken. Maatregelen gericht op het totaal wegnemen van de bron zijn dan ook niet realistisch. Maatregelen kunnen zich dan ook alleen richten op het plaatselijk reduceren van de blootstelling.

Er zijn in het convenant afspraken gemaakt over onder andere de procedure bij plaatsing van basisstations. Er is een instemmingsprocedure voor de bewoners van het gebouw waarop het basisstation wordt geplaatst. Volgens de GGD heeft het feit dat voor een rij koopwoningen de instemmingsprocedure niet van toepassing is, al eens in de praktijk tot problemen geleid. In het kader van de instemmingsprocedure wordt met behulp van een informatiepakket geborgd dat mensen over de plaatsing worden geïnformeerd.

In het kader van het Nationale Antennebeleid is gestart met maatregelen zoals site sharing en het benutten van rijksgebouwen en –objecten voor plaatsing van basisstations conform de in de nota Nationaal Antennebeleid opgenomen 'Gedragslijn antennes op rijksobjecten'.

Het verplaatsen van opstelpunten van woongebouwen naar andere gebouwen kan alleen in overleg gebeuren en zou de veldsterkte in de woningen dichtbij het opstelpunt kunnen verlagen.

Het hanteren van veilige afstanden (in het licht van de richt-\ lijnen van de ICNIRP) van enkele meters in de onmiddellijke nabijheid van antennes is gericht op het voorkomen van blootstelling aan hogere veldsterkten bij aanwezigheid op het dak[q] . Risicocommunicatie ondersteund met een meting van de veldsterkte door een onafhankelijke instelling is gericht op het verminderen van de ongerustheid over mogelijke gezondheidseffecten van de elektromagnetische velden van basisstations.

4.3 Welke instanties zijn verantwoordelijk voor interventiemaatregelen? Welke worden bepleit?

Het ministerie van Economische Zaken is verantwoordelijk voor wet- en regelgeving en heeft de taak toezicht te houden op de naleving van de essentiële eisen onder de warenwet en de telecommunicatiewet (Laagspannings- en R&TTE richtlijn). De bevoegdheid van nationale overheden om te interveniëren zijn vastgelegd in de warenwet en de telecommunicatiewet conform deze twee richtlijnen.

De operators hanteren bij het gezamenlijk gebruik van opstelplaatsen een code of practice. Zij doen dit in navolging van de

Zijnde een (veiligheids-)factor 50 lager dan het uitgangspunt van 4 W/kg, om rekening te houden met verschillen in individuele gevoeligheid, afwijkende thermoregulerende systemen e.d.

Europese regelgeving op dit gebied r. Sommige producten zoals eindapparatuur voor telecommunicatie kunnen alleen worden gebruikt na te zijn geassembleerd, te zijn geïnstalleerd of nadat een andere manipulatie is uitgevoerd. Wanneer deze handelingen van invloed kunnen zijn op de vraag of het product aan de eisen blijft voldoen, moet de persoon die verantwoordelijk is voor zulke handelingen, ervoor zorgen dat deze er niet toe leiden dat het product niet meer aan de essentiële eisen voldoet.

Betrokken partijen en bepleite maatregelen of rollen zijn:

- Verontruste bewoners: geen plaatsing van basisstations in de directe woon- en leefomgeving.
- Operators: maatregelen conform de Telecommunicatiewet in harmonie met de Europese regelgeving; meer communicatie en goede voorlichting door de overheid (Nationaal Antennebureau).
- Rijksoverheid: site sharing; benutten van rijksgebouwen en –objecten conform de 'Gedragslijn antennes op rijksobjecten'; blootstellingslimieten in de wetgeving; hanteren van veilige afstanden (in het licht van de richtlijnen van de ICNIRP) in de onmiddellijke nabijheid van het basisstation.
- Gezondheidsraad: duidelijkheid over de toedeling van verantwoordelijkheden voor controle van de inrichting van de basisstations en van de door de antennes uitgezonden veldsterktes en voor de handhaving van de betreffende regelgeving; voor het publiek duidelijk maken tot welke instantie het zich met vragen kan wenden.
- GGD'en: risicocommunicatie, klachtenregistratie en –behandeling.
- Stichting Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu: klachtenregistratie; binnen een straal van 200 meter van woonhuizen, scholen en andere verblijflocaties geen masten plaatsen; overheid moet zorgen voor meer mogelijkheden tot inspraak voor de burger bij de plaatsing van antennes in hun leefomgeving; betere voorlichting; bijstelling van de normen; verplaatsen van opstelpunten.
- Stichting Natuur en Milieu: blootstellingsnormen een factor 100 strenger en een beter plaatsingsbeleid gericht op minimalisering van de blootstelling.

4.4 Hoe effectief zijn deze maatregelen in theorie met betrekking tot verlaging van blootstelling of voorkomen van ziekte?

Daar de fabrikant of de gebruiker die een product modificeert direct verantwoordelijk is voor de veiligheid van de gebruiker en anderen, zijn de interventiemaatregelen zeer effectief. De maatregelen (productveiligheidseisen) zijn erop gericht te voorkomen dat de gebruiker en anderen in geen geval blootgesteld kunnen worden boven de basisrestricties.

Maatregelen zoals het niet plaatsen, niet in gebruik nemen of verplaatsen van basisstations en het hanteren van veilige afstanden (in het licht van de richtlijnen van de ICNIRP) in de onmiddellijke nabijheid van basisstations kunnen effectief zijn in het verminderen van de blootstelling aan de hoogste veldsterkten. Het kan echter ook voorkomen dat verplaatsing elders tot hogere veldsterkten leidt.

Over de effectiviteit van maatregelen om aspecifieke effecten te verminderen, valt nog weinig te zeggen, omdat een oorzakelijk verband niet is aangetoond. De Gezondheidsraad concludeerde dat angst voor blootstelling aan 'straling' hierbij een belangrijke rol speelt. Gerichte risicocommunicatie kan dan een effectieve maatregel zijn.

4.5 Hoe effectief zijn deze maatregelen in de praktijk, op wat voor termijn zijn er resultaten, is handhaving mogelijk?

De interventiemaatregelen conform de R&TTE richtlijn zijn in de praktijk zeer effectief. In Nederland zijn in principe geen GSM-basisstations te vinden die niet voldoen aan de essentiële eisen.

Aan het niet plaatsen en niet in gebruik nemen kleven grote (maatschappelijke) bezwaren.

Het verplaatsen van opstelpunten kan effectief zijn in het verlagen van de hogere veldsterkten naar gemiddelde veldsterkten voor woningen in de directe nabijheid van het opstelpunt. Maar door deze verplaatsing kan elders de veldsterkte ook toenemen.

Ervaringen van de Natuurkundewinkel van de Rijksuniversiteit Groningen, waar bewoners (geijkte) meetapparatuur opgestuurd kunnen krijgen om zelf een meting van de veldsterkte bij hoogspanningslijnen te verrichten, geven aan dat het pro-

bleem 'tastbaarder' wordt en de ongerustheid over het algemeen afneemt. Echter, het meten van velden afkomstig van basisstations en het goed interpreteren van de resultaten is specialistenwerk.

4.6 Is er maatschappelijke of politieke druk of is die te verwachten?

Er is reeds maatschappelijke beroering: hoe meer masten er zichtbaar zijn, des te meer mensen bezorgd kunnen raken. De gevoelens van onrust worden door berichten in de media aangewakkerd.

Politieke beroering kan ontstaan door tegenstrijdige belangen van enerzijds de telecommunicatiebranche en anderzijds (verontruste) burgers.

5 Kosten en baten

5.1 Is vast te stellen wat de kosten (ziekte + behandeling) zijn bij ongewijzigd beleid?

De kosten van ziekten als gevolg van 'thermische effecten' en 'ontstaan en bevorderen van kanker' zijn nihil omdat deze (voor zover nu bekend) niet voorkomen.

De kosten van ziekten en aandoeningen die verband houden met 'aspecifieke effecten' zijn moeilijk vast te stellen.

5.2 Is bekend hoeveel men over heeft voor maatregelen?

Nee.

5.3 Wat kosten maatregelen om het risico te beperken of te vermijden?

Hierover zijn geen betrouwbare uitspraken te doen (zie ook 5.1).

5.4 Hoe verhouden deze kosten zich tot de kosten die nodig zijn om andere vormen van gezondheidswinst te behalen?

Onbekend.

5.5 Hebben de maatregelen ongewenste gevolgen op andere beleidsterreinen?

Belemmeringen bij het plaatsen basisstations hebben negatieve effecten op het realiseren van netwerken die door de overheid gewenst zijn (doelstellingen op telecommunicatiegebied worden niet gehaald) met gevolgen voor de bruikbaarheid van netwerken door bedrijven en particulieren.

5.6 Hebben de maatregelen gewenste gevolgen op andere beleidsterreinen, resp. kan er worden gesproken van opbrengsten van deze maatregelen?

Nee.

Referenties

1 TNO. Veldsterktemetingen GSM 1800-steunpunt. TNO: 's Gravenhage, 1999; TNO-rapport: FEL-99-C072.

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

3 Gezondheidsraad: GSM-basisstations. Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr. 2000/16.

4 Gezondheidsraad. Commissie Radiofrequente straling. Radiofrequente elektromagnetische velden (300 Hz - 300 GHz). Rijswijk: Gezondheidsraad, 1997; publicatie nr. 1997/01.

5 International Commision on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 1998; 74(4):494-522.

6 NRPB. Board statement on restrictions on human exposure to static and time varying electromagnetic fields and radiation. NRPB: Chilton, Didcot, Oxon, 1993; Documents of the NRPB: Vol 4 No 5.

7 IARC-site: The INTERPHONE Study. www.iarc.fr/pageroot/UNITS/RCA4.html, geraadpleegd 3 oktober 2003.

8 Hocking B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. Occup. Med. 1998; 48: 357.

9 Hietanen M, Hamalainen AM and T Husman. Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: No causal link. Bioelectromagnetics, 2002; 23 (4): 264 – 270.

10 Wilén J, Sandström M, Hansson Mild K. Subjective symptoms among mobile phone users – A consequence of absorption of radiofrequency fields? Bioelectromagnetics, 2003; 24:152-159.

11 Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu, MNGM. Persbericht: Pas voorzorgprincipe toe! (naar aanleiding van het verschijnen van het TNO-onderzoek, zie Zwamborn et al., 2003). MNGM, Bunnik, 1 oktober 2003.

12 Zwamborn APM, Vossen SHJA, Van Leersum BJAM, Ouwens MA and Mäkel WN. Effects of global communication system radiofrequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO-report FEL-03-C148. TNO Physics and Electronic Laboratory, september 2003.

13 Rijksoverheid. Convenant in het kader van het Nationaal Antennebeleid inzake vergunningvrije antenne-instalaties voor mobile telecommunicatie. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, namens de Rijksoverheid, 2002.

14 Richtlijn 1999/5/EG van het Europees Parlement en de Raad van 9 maart 1999 betreffende radioapparatuur en telecommunicatie-eindapparatuur en de wederzijdse erkenning van hun conformiteit (R&TTE Directive). Publicatieblad van de EG, L 91, 7 april 1999, p. 10-28.

15 Richtlijn 73/23/EEG van de Raad van 19 february 1973 betreffende de onderlinge aanpassing van wettelijke voorschriften de Lid-Staten inzake elektrisch materiaal bestemd voor gebruik binnen bepaalde spanningsgrenzen (Low Voltage Directive). Publicatieblad van de EG, L 77, 26 maart 1973, p. 29-33.

16 Schriftelijke vraag E-3246/02 van Charles Tannock aan de Commissie + Antwoord van de heer Byrne namens de Commissie. Publicatieblad van de Europese Unie, C137E/179-180 van 12 juni 2003.

17 Website Nationaal Antennebureau,www.antennebureau.nl/start.htm, geraadpleegd op 25 november 2003.

18 Gids voor de tenuitvoerlegging van de op basis van de nieuwe en globale aanpak tot stand gekomen richtlijnen. Europese Commissie. Brussel, september 1999. (http://europa.eu.int/comm/enterprise/newapproach/legislation/guide/legislation.htm, geraadpleegd op 25 november 2003).

Colofon

Contactadres
Dit is een publicatie van het Ministerie van VROM.

Meer informatie
Voor meer informatie kunt u terecht op www.vrom.nl of bellen met de afdeling publieksvoorlichting, telefoon: 070 339 50 50.
Bij deze publicatie hoort het hoofddocument Nuchter omgaan met risico's.

Bestelgegevens
Deze publicatie en het hoofddocument zijn te bestellen via de Postbus 51 Informatielijn: 0800 8051 (gratis) en te downloaden via www.vrom.nl

Datum publicatie
Maart 2004

Dit is een publicatie van: **Ministerie van VROM**
Rijnstraat 8 → 2515 XP Den Haag → www.vrom.nl

040090/03-04 VROM 4016

Ministerie van VROM →
staat voor ruimte, wonen, milieu en rijksgebouwen, Beleid maken, uitvoeren en handhaven.
Nederland is klein. Denk groot.