



## TNO Bouw en Ondergrond



Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)  
[wegwijzer@tno.nl](mailto:wegwijzer@tno.nl)

### Een gezamenlijk rapport van TNO en RIVM

**TNO-034-UT-2010-01344 / RIVM 607647001**

## Praktische consequenties van het advies van de Gezondheidsraad inzake asbest 2010

**RIVM**  
Lab. voor Bodem- en  
Grondwater  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)  
[info@rivm.nl](mailto:info@rivm.nl)

Datum	10 augustus 2010
Auteur(s)	J. Tempelman (TNO) P.C. Tromp (TNO) F.A. Swartjes (RIVM) A.B. Knol (RIVM)
Opdrachtgevers	Ministerie van VROM-DG Milieu Directie Risicobeleid, Afdeling Stoffen en Normstelling  Ministerie van SZW-DG Werk Directie Gezond en Veilig Werken Afdeling Gezond Werken
Projectnummer	034.22215.01.01
Aantal pagina's	74 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	9

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.



## Samenvatting

Asbest is een delfstof die in de vorige eeuw vaak gebruikt is, onder andere in remblokken van auto's en als isolatiemateriaal in gebouwen, installaties en constructies. Daarnaast werd afval van asbest-cement soms toegepast als wegverharding. In de jaren zestig van de vorige eeuw werd duidelijk dat blootstelling aan asbestvezels kan leiden tot mesothelioom (long- en buikvlieskanker), asbestose (stoflongen) en longkanker. Vooral arbeiders in de asbestverwerkende industrie, de scheepsbouw en de bouw zijn in de vorige eeuw blootgesteld aan hoge concentraties asbest. Vanwege de lange tijd die verstrijkt tussen blootstelling en het optreden van mesothelioom, leiden deze hoge blootstellingen in het verleden nu tot slachtoffers. In 2007 stierven in Nederland zo'n 400 mensen aan een mesothelioom. Het gebruik van asbest is vrijwel verboden sinds 1993. Echter, ook nu worden mensen nog incidenteel blootgesteld aan verhoogde concentraties asbest, bijvoorbeeld door ondeskundige of illegale sanering van asbest in gebouwen of schepen, of door het belopen of berijden van zwaar verontreinigde bodems (asbestwegen en -erven).

In juni 2010 heeft de Gezondheidsraad een advies uitgebracht waarin de gezondheidsrisico's van asbest opnieuw worden geëvalueerd. Voorliggend rapport beschouwt de praktische consequenties van dat advies voor het asbestbeleid.

### Gezondheidsraadrapport

Het huidige beleid in Nederland met betrekking tot het omgaan met asbest in het milieu is voor een groot deel gebaseerd op het Basisdocument Asbest 1987. Hierin zijn, op basis van wetenschappelijke studies naar de gezondheidseffecten van asbest, asbestconcentraties behorende bij verschillende door de overheid gehanteerde risiconiveaus afgeleid. Recent heeft de Gezondheidsraad op verzoek van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) de gezondheidsrisico's van asbest opnieuw onderzocht. Hiertoe hebben zij zowel oude als nieuwe wetenschappelijke studies op het gebied van asbestblootstelling en mesothelioom en longkanker geëvalueerd. De Gezondheidsraad heeft kwaliteitscriteria opgesteld waarmee een selectie van deze studies gemaakt is. Op basis van de resultaten van die studies zijn asbestconcentraties in de lucht afgeleid die overeenkomen met de verschillende door de overheid gehanteerde risiconiveaus. Deze risiconiveaus geven een bepaalde sterftekans ten gevolge van asbestblootstelling.

Voor milieublootstelling heeft de Gezondheidsraad de volgende risiconiveau-concentraties<sup>1</sup> afgeleid (jaargemiddeld, bij levenslange blootstelling):

- een concentratie van 28 chrysotiel vezels/m<sup>3</sup>, 3 amfibool asbestvezels/m<sup>3</sup> of 13 vezels gemengd asbest (<20% amfibool) /m<sup>3</sup> komt overeen met het 10<sup>-6</sup> risiconiveau, ofwel een sterftekans van 1 per miljoen *bij levenslange blootstelling*;
- een concentratie van 2.800 chrysotiel vezels/m<sup>3</sup>, 300 amfibool asbestvezels/m<sup>3</sup> of 1.300 vezels gemengd asbest (<20% amfibool) /m<sup>3</sup> komt overeen met het 10<sup>-4</sup> risiconiveau, ofwel een sterftekans van 1 per 10.000 *bij levenslange blootstelling*.

---

<sup>1</sup> In dit rapport zal de term 'risiconiveau-concentraties' gehanteerd worden voor concentraties behorende bij bepaalde door de overheid vastgestelde risiconiveaus

In het milieubeleid zijn risiconiveaus gekoppeld aan respectievelijk het Verwaarloosbaar Risico (VR -  $10^{-6}$ ) en het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR -  $10^{-4}$ ). De risiconiveau-concentraties die door de Gezondheidsraad zijn afgeleid voor milieublootstelling liggen – afhankelijk van het soort asbest – een factor 30 tot 40 lager dan het momenteel gehanteerde VR (1.000 chrysotielvezels/ $m^3$  of 100 amfibool asbestvezels/ $m^3$ ) en MTR (100.000 chrysotielvezels/ $m^3$  of 10.000 amfibool asbestvezels/ $m^3$ ).

Het VR en MTR werden in het verleden gebruikelijk gedefinieerd als respectievelijk een  $10^{-8}$  en  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar*, bij een jaargemiddelde blootstelling. Echter, berekend voor *levenslange* blootstelling (jaargemiddeld) worden VR en MTR tegenwoordig veelal gedefinieerd als respectievelijk  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$ . Dit verschil wordt dus veroorzaakt door een andere periode van blootstelling. Ook de verschillen bij arbeidsgerelateerde blootstelling komen voort uit een andere periode van blootstelling.

Voor arbeidsgerelateerde blootstelling is de huidige Nederlandse grenswaarde 10.000 vezels/ $m^3$  (alle typen asbest, gemeten over 8 uur). Deze waarde is niet gebaseerd op een bepaalde risiconiveau-concentratie, maar is een bijstelling (een factor 10 lager) van de EU-norm. Naast de grenswaarde wordt door het beleid voor arbeidsgerelateerde blootstelling onderscheid gemaakt tussen een verbodsniveau (gekoppeld aan het  $10^{-4}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*;  $4 \times 10^{-3}$  indien berekend voor *een volledig arbeidsleven*) en een streefniveau (gekoppeld aan het  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*;  $4 \times 10^{-5}$  indien berekend voor *een volledig arbeidsleven*). In de praktijk wordt voor alle asbestsoorten een grenswaarde gehanteerd van 10.000 vezels/ $m^3$  (=0,01 vezels/ $cm^3$ ).

Voor arbeidsgerelateerde blootstelling heeft de Gezondheidsraad de volgende risiconiveau-concentraties afgeleid (jaargemiddeld, bij blootstelling *gedurende het arbeidsleven*: 40 jaar, 8 uur per dag, vijf dagen per week):

- een concentratie van 2.000 chrysotielvezels/ $m^3$ ; 420 amfibool asbestvezels/ $m^3$  of 1.300 vezels gemengd asbest (<20% amfibool)/ $m^3$  komt overeen met een sterftekans van  $4 \times 10^{-5}$  (ofwel  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*): het streefniveau.
- een concentratie van 200.000 chrysotielvezels/ $m^3$ ; 42.000 amfibool asbestvezels/ $m^3$  of 130.000 vezels gemengd asbest (<20% amfibool)/ $m^3$  komt overeen met een sterftekans van  $4 \times 10^{-3}$  (ofwel  $10^{-4}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*): het verbodsniveau.

De door de Gezondheidsraad geadviseerde streefniveaus zijn lager dan de huidige Nederlandse grenswaarde; de waarden voor het verbodsniveau liggen juist hoger.

De Gezondheidsraad merkt in haar advies op dat een omrekenfactor van twee gehanteerd kan worden als metingen die zijn uitgevoerd met Fase-Contrast Microscopie (FCM) vergeleken worden met metingen die zijn uitgevoerd met Transmissie Elektronen Microscopie (TEM). Deze factor is gebruikt bij de beoordeling van historische epidemiologische gegevens maar sluit niet meer aan bij de huidige meetpraktijk met SEM/RMA en wordt in de praktijk al jaren niet meer verdisconteerd in de werkmethode voor de beheersing van arbeidsgerelateerde blootstelling aan asbest. Bij het weergeven van concentratiewaarden voor arbeidsgerelateerde blootstelling hanteren wij deze factor daarom verder niet.

### **Blootstelling aan achtergrondconcentraties in het milieu**

In de jaren tachtig van de vorige eeuw lagen de concentraties asbest in de buitenlucht in Nederland gemiddeld tussen de 100 en 1.000 vezels/m<sup>3</sup>, oplopend tot enkele tienduizenden vezels/m<sup>3</sup> in de buurt van asbestbronnen. Vanaf 1993 is het gebruik van asbest in Nederland vrijwel verboden. Sindsdien zijn de concentraties asbest in de lucht sterk gedaald. Terwijl vroeger het verkeer (asbest in remvoeringen) de belangrijkste bron vormde, wordt de achtergrondconcentratie asbest in de buitenlucht momenteel vooral veroorzaakt door emissies vanuit verweerde asbestcementproducten en door incidenten in gebouwen die asbest bevatten. De laatste keer dat de achtergrondconcentraties in de buitenlucht systematisch gemeten zijn, was in 1987. Sindsdien zijn er geen systematische meetgegevens meer verzameld. Op basis van incidentele metingen wordt echter geschat dat de huidige achtergrondconcentratie asbest in de Nederlandse buitenlucht tussen de 20 - 40 vezels/m<sup>3</sup> ligt. Deze concentratie ligt beneden het huidige VR-niveau. Aangezien de door de Gezondheidsraad geadviseerde concentraties behorende bij de 10<sup>-6</sup> risiconiveaus voor het algemene milieu mogelijk lager liggen dan de huidige achtergrondconcentratie in de buitenlucht, kunnen deze niveaus overschreden worden.

### **Blootstelling rondom specifieke bronnen**

Mensen kunnen incidenteel aan verhoogde concentraties asbest worden blootgesteld rondom specifieke bronnen van asbest. Er is geen kwantitatieve beoordeling te geven van de bijdrage van verschillende bronnen aan de asbestblootstelling. De belangrijkste specifieke bronnen voor blootstelling zijn (verweerde) asbestcement-daken en andere asbestcement-producten in gebouwen. Vanuit deze bronnen kan, bijvoorbeeld bij asbestbranden of ondeskundige sloop, incidenteel overschrijding van het huidige VR (of sporadisch het MTR) niveau plaatsvinden. Daarnaast kunnen in bepaalde panden verhoogde asbestconcentraties aanwezig zijn doordat asbesthoudend materiaal in slechte staat verkeert. Dit is specifiek relevant voor scholen, aangezien blootstelling op jonge leeftijd een hoger risico oplevert op het ontwikkelen van asbestgerelateerde gezondheidseffecten.

### **Asbest in de bodem**

Ook sterk verontreinigde bodems kunnen bij bepaalde gebruikscondities en weersomstandigheden tot verhoogde blootstelling leiden, vooral in de omgeving van Goor en Harderwijk. De interventiewaarde bodem wordt veelal ook als terugsaneerwaarde (saneringsdoelstelling) gebruikt. Deze waarde ligt momenteel op 100 mg/kg<sub>ds</sub> (ds = droge stof) uitgedrukt als de optelsom van de concentratie aan chrysotiel en tien maal de concentratie aan amfibool asbest (gewogen norm). De asbestconcentratie in de lucht bij een bodemconcentratie van 100 mg/kg<sub>ds</sub> (gewogen) ligt tussen de door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-4</sup> en 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties, indien uitgegaan wordt van praktijkmetingen om concentraties in bodem om te rekenen naar concentraties in lucht. Deze concentratie ligt boven de door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentratie, indien uitgegaan wordt van 'worst case' simulatiemetingen voor de omrekening.

Bij invoering van de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu in het beleid zouden de huidige normstellingen en bijbehorende protocollen voor bodem daarop moeten worden aangepast. Een overeenkomstige verlaging van de interventiewaarde bodem zou leiden tot maximaal een verdubbeling van het aantal gevallen dat gekenmerkt wordt als 'ernstige bodemverontreiniging'. Daarnaast zouden bij het meten van de zeer lage bodemconcentraties gebaseerd op de door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties de kosten voor asbestanalyses in bodemonsters met een factor 5 - 50 kunnen toenemen.

## **Arbeidsgerelateerde blootstelling**

Jaarlijks sterven enkele honderden mensen aan asbestgerelateerde aandoeningen, meestal als gevolg van beroepsmatige blootstelling aan hoge asbestconcentraties in het verleden. Gezien de lange tijd die verstrijkt tussen blootstelling aan asbest en het optreden van kanker (bij mesothelioom tot meerdere decennia) zijn de gevolgen van blootstelling in de vorige eeuw nu zichtbaar in de gezondheidsstatistieken. Door gebruik van voorschriften en protocollen is asbestblootstelling tijdens werkzaamheden op dit moment lager. Wel is een verschuiving waar te nemen wat betreft risicogroepen. Waar eerst mensen uit de asbestverwerkende industrie aan de hoogste asbestconcentraties werden blootgesteld, gaat het nu meer om werknemers die onbewust blootgesteld kunnen worden aan asbesthoudende materialen, zoals monteurs, onderhoudspersoneel en installateurs in gebouwen. Ook kan passieve blootstelling optreden van bewoners of gebruikers van gebouwen waarin niet-hechtgebonden asbesthoudende producten zijn verwerkt. Dit doet zich met name voor tijdens verstoringen (b.v. verbouwingen of incidenten) in gebouwen waarin amosiethoudende materialen zijn verwerkt, zoals spuitasbest of brandwerende beplating. Het is moeilijk in te schatten hoeveel slachtoffers er in de toekomst zullen zijn ten gevolge van de huidige arbeidsgerelateerde blootstelling. Wel is duidelijk dat het aantal slachtoffers op den duur zal dalen. Indien de door de Gezondheidsraad aangescherpte risiconiveau-concentraties uitgangspunt worden voor een nieuwe normstelling voor arbeidsomstandigheden, zal dit tevens consequenties hebben voor de verscheidene protocollen en normvoorschriften waarin wordt uitgegaan van deze normstelling, alsmede de indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen conform het Arbeidsomstandighedenbesluit.

## **Meetbaarheid van asbest en handhaving van beleid**

### *Milieu (lucht)*

Van de verschillende meetmethoden voor asbestconcentraties in de lucht is scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA) de best bruikbare. Bij optimalisatie van deze techniek is een bepalingsgrens van circa 40 vezels/m<sup>3</sup> lucht haalbaar. Voor routinematig uitgevoerde metingen geldt een praktische bepalingsgrens van circa 100 vezels/m<sup>3</sup> lucht. Een concentratieniveau van 3 vezels/m<sup>3</sup> lucht, het jaargemiddelde concentratieniveau dat in het Gezondheidsraad advies correspondeert met een sterftekans van 10<sup>-6</sup> bij levenslange blootstelling aan amfibool asbest in het milieu, is in de praktijk met geen enkele techniek routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar. Ook de concentratie behorende bij het 10<sup>-6</sup> risiconiveau voor chrysotiel (28 vezels/m<sup>3</sup>) is niet redelijkerwijs meetbaar. Dit betekent dat de concentraties die door de Gezondheidsraad zijn gekoppeld aan de risiconiveaus voor milieublootstelling geen praktisch hanteerbare waarden zijn om gemeten concentraties in de lucht direct aan te toetsen.

### *Milieu (bodem)*

Voor routinematig uitgevoerde metingen in bodemmonsters volgens NEN 5707 geldt een praktische bepalingsgrens van 2 mg/kg<sub>ds</sub>. De risicogrensconcentraties voor chrysotiel en amfibool asbest in de bodem die corresponderen met een sterftekans van 10<sup>-6</sup> bij levenslange blootstelling zijn niet routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar. Dit betekent dat interventiewaarden op basis van de door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties bij levenslange milieublootstelling geen praktisch hanteerbare waarden zijn om gemeten concentraties in de bodem direct aan te toetsen. De door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentraties voor milieublootstelling zijn in de bodem wel goed meetbaar.

#### *Arbeidsgerelateerde blootstelling (lucht)*

De door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties voor arbeidsgerelateerde blootstelling zijn meetbaar met SEM/RMA. Lichtmicroscopie met fase-contrast belichting (FCM), een methode die momenteel nog wel eens wordt toegepast voor het meten van arbeidsgerelateerde asbestconcentraties, is niet meer bruikbaar voor het meten van dergelijke lage concentraties.

#### *Vezelequivalenten*

De Gezondheidsraad heeft risiconiveau-concentraties afgeleid voor blootstelling aan een mengsel van asbestsoorten met <20% amfibool. Indien de eenheid 'vezelequivalent' gehandhaafd zou blijven om het verschil in carcinogene potentie tussen chrysotiel en amfibool asbestvezels tot uitdrukking te brengen, kan voor iedere samenstelling van verschillende typen asbestvezels een dergelijke risiconiveau-concentratie afgeleid worden. Toepassing van vezelequivalenten is in de praktijk beter te hanteren, aangezien de samenstelling van een mengsel van verschillende asbestsoorten in de lucht pas uit de analyse van de luchtmonsters is af te leiden.

De thans gehanteerde equivalentiefactor van 10 voor amfibool asbesttypen en 1 voor chrysotiel komt vrijwel overeen met de door de Gezondheidsraad voorgestelde verhouding tussen de carcinogene potentie van amfibool asbest en chrysotiel.

#### **Vervolgonderzoek**

Vertaling van de door de Gezondheidsraad geadviseerde concentraties naar in de praktijk hanteerbare toetsingswaarden behoeft nader onderzoek. Gezamenlijke toetsingswaarden voor zowel milieu- als arbeidsgerelateerde blootstelling is daarbij een te onderzoeken optie. Eventuele aanpassing van het normstelsel vergt aanpassingen van protocollen, normvoorschriften en richtlijnen voor zowel milieubeleid als arbeidsomstandighedenbeleid. De specifieke werkvoorschriften die binnen de bestaande protocollen van het arbeidsomstandighedenbeleid aangepast moeten worden om aan de grenswaarde te kunnen voldoen (voor zowel asbestsaneerders als beroepsgroepen die indirect met asbesthoudende materialen in aanraking kunnen komen) behoeven nader onderzoek. Voor inventarisatie van beleidsopties om asbestblootstelling zo effectief mogelijk te reduceren, kan in vervolgonderzoek een maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA) worden uitgevoerd. Tenslotte zou vervolgonderzoek zich kunnen richten op:

- de huidige asbest achtergrondconcentraties in het milieu;
- het verloop van asbestblootstelling over de tijd en het ontwikkelen van mesothelioom en longkanker. Dit is relevant aangezien er in de praktijk nooit sprake is van continue (levenslange) blootstelling aan eenzelfde asbestniveau, zoals uitgangspunt is bij de milieu-toetsing.

## Summary

Asbestos is a mineral that was frequently used in the last century. It has, for example, been applied in asbestos cement products, such as roofs; in buildings and other constructions for fire proof protection and insulation; and in brake linings of cars. In addition, asbestos cement has been used to improve the structure of unsealed roads. In the 1960s, it became clear that exposure to asbestos fibres could cause mesothelioma (lung and peritoneal cancer), lung cancer and asbestosis (brown lung disease). Especially workers in asbestos manufacturing, shipbuilding and construction industries in the last century have been exposed to high concentrations of asbestos. Due to the long time span between exposure to asbestos and the manifestation of mesothelioma (up to 40 years), the high asbestos exposures in the past lead to mesothelioma cases in the present. In 2007, about 400 people died due to mesothelioma in the Netherlands. The use of asbestos has been practically forbidden since 1993. Even nowadays, however, people are still occasionally exposed to elevated levels of asbestos. High exposures can, for example, be caused by improper or illegal removal of asbestos from buildings or ships, or by asbestos emissions from heavily contaminated soils or asbestos covered roads and yards.

In June 2010, the Health Council published a report in which health risks of asbestos were re-evaluated. The present report evaluates the practical consequences of the Health Council report for the asbestos policy in the Netherlands.

### **Report by the Health Council**

In the Netherlands, the current policy on management of asbestos in the environment is largely based on the Baseline Document Asbestos (Basisdocument Asbest 1987). This report provides scientifically-based asbestos concentrations in air that relate to specific risk levels. At the request of the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) and the Ministry of Social Affairs and Employment (SZW), the Health Council has recently re-evaluated the health risks of asbestos. To this purpose, they have evaluated both old and new scientific studies on the relationships between asbestos exposure and mesothelioma and lung cancer. The Health Council has established a set of quality criteria, which they used to make a selection of the available epidemiological studies. These studies were used to derive asbestos concentrations related to the risk levels as established by the Government. Risk levels indicate a specific mortality risk.

For environmental exposure to asbestos, the Health Council has derived the following risk level concentrations (annual averages, lifetime exposure):

- a concentration of 28 chrysotile fibres/m<sup>3</sup>, 3 amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup>, and 13 mixed asbestos (<20% amphibole asbestos) fibres/m<sup>3</sup>. These concentrations correspond to a mortality risk of 1 per million (10<sup>-6</sup>) for lifetime exposure;
- a concentration of 2.800 chrysotile fibres/m<sup>3</sup>, 300 fibres amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup>, or 1300 mixed asbestos (<20% amphibole asbestos) fibres/m<sup>3</sup>. These concentrations correspond to a mortality risk of 1 per 10,000 (10<sup>-4</sup>) for lifetime exposure.

In environmental policy, these risk levels relate to the Negligible Risk (NR - 10<sup>-6</sup>) and the Maximum Permissible Risk (MPR - 10<sup>-4</sup>). The risk level concentrations for environmental exposure that were derived by the Health Council are - depending on the type of asbestos - a factor of 30 to 40 lower than the currently used NR (1,000 chrysotile fibres/m<sup>3</sup> or 100 amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup>) and MPR (100,000 chrysotile fibres/m<sup>3</sup> or 10,000 amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup>).



Until recently, the NR and MPR were often defined as the  $10^{-8}$  en  $10^{-6}$  mortality risk per year *for annual exposure*. Nowadays, the NR and MPR are often calculated per year for *lifetime exposure*, and expressed as  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$ . The difference in the respective values is thus caused by the different exposure period.

For occupational exposure, the current Dutch limit value is 10,000 fibres/m<sup>3</sup> for all types of asbestos, measured over 8 hours. This value is not based on a specific risk level, but is an adjustment of the EU limit value (10 times lower). In addition to the limit value, occupational policy distinguishes the prohibition level (linked to the  $10^{-4}$  risk level per year exposure,  $4 \times 10^{-3}$  if calculated for a full working lifetime) and the target level (linked to a  $10^{-6}$  risk level per year exposure,  $4 \times 10^{-5}$  if calculated for a full working lifetime). In practice, only the limit value of 10.000 fibres/m<sup>3</sup> (=0,01 vezels/cm<sup>3</sup>) is used.

For occupational exposure, the Health Council derived the following risk level concentrations (annual average concentration for exposure during a full working lifetime: 40 years, eight hours a day, five days per week):

- a concentration of 2,000 fibres chrysotile/m<sup>3</sup>, 420 amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup> or 1,300 mixed asbestos (<20% amphibole) fibres/m<sup>3</sup>. These concentrations correspond to a mortality risk of (or  $10^{-6}$  per year of exposure): the target level.
- a concentration of 200,000 chrysotile fibres/m<sup>3</sup>, 42,000 amphibole asbestos fibres/m<sup>3</sup> or 130,000 mixed asbestos (<20% amphibole) fibres/m<sup>3</sup>. These concentrations correspond to a mortality risk of (or  $10^{-4}$  per year of exposure): the prohibition level.

The target levels as proposed by the Health Council are lower than the current Dutch limit value; the prohibitions levels are higher.

In her advice, the Health Council remarks that a factor of 2 can be applied to compare measurements carried out with low resolution Phase Contrast Microscopy (PLM) with measurements carried out with high resolution Transmission Electron Microscope (TEM). However, nowadays this factor is regarded to be inaccurate and should only be applied when interpreting historic epidemiological data. In current work place measurement practice, SEM/RMA measurements are used without this conversion factor.

### **Exposure to background levels of asbestos in the environment**

In the 1980s, asbestos concentrations in outdoor air ranged on average from 100 to 1,000 fibres/m<sup>3</sup>, and up to tens of thousands of fibres/m<sup>3</sup> near specific asbestos sources. Since 1993, the use of asbestos has practically been banned in the Netherlands. Since then, asbestos concentrations in outdoor air have substantially decreased. While traffic (asbestos in brake linings) used to be the main source of asbestos in air, nowadays background concentrations are largely caused by emissions from weathered asbestos-cement products and from incidents in buildings containing asbestos. In 1987, asbestos concentrations in ambient air were systematically measured. Since then, no systematic measurements have been performed in the Netherlands. Based on incidental measurements, current background concentrations of asbestos in outdoor air are estimated to range from 20 to 40 fibres/m<sup>3</sup>.

This is below the current NR level. Since the  $10^{-6}$  risk level concentrations as derived by the Health Council lie in the same order of magnitude as the current background concentration, these risk level concentrations may be exceeded.

### **Exposure around specific sources**

People may occasionally be exposed to elevated concentrations of asbestos around specific asbestos sources. It is not possible to quantitatively assess the relative contribution of various asbestos sources to overall exposure, or to calculate the expected health impacts. Improper asbestos removal or incidents in buildings containing asbestos may occasionally lead to exceeding the current NR (or occasionally MPR). In addition, elevated asbestos concentrations may occur in buildings in which asbestos containing materials are used that are in poor condition. This may be specifically relevant for schools, as there is evidence that young people have a higher risk to develop asbestos-related health effects.

### **Asbestos in soils**

Soils that are heavily contaminated with asbestos may, when intensely used under dry weather conditions, lead to elevated asbestos concentrations in air (especially in the regions around Harderwijk and Goor). For asbestos in soil, Dutch policy employs an Intervention Value to identify a "serious soil contamination". This Intervention Value, which is also often used as remediation target, is currently set at 100 mg/kg<sub>dm</sub> (dry matter), expressed as the sum of the chrysotile concentration and ten times the amphibole asbestos concentration (weighted norm). The asbestos concentration in air that corresponds to a concentration of asbestos in soil of 100 mg/kg<sub>dm</sub> (weighted) is in between the 10<sup>-4</sup> and 10<sup>-6</sup> risk level concentrations as proposed by the Health Council, when conversion between soil and air concentrations is based on field measurements. The concentration is above the Health Council 10<sup>-4</sup> level when conversion is based on 'worst-case' simulation measurements.

If the risk level concentrations as recommended by the Health Council are implemented in environmental policy, current standards and protocols for dealing with asbestos in soil would need to be adapted accordingly. A corresponding reduction of the Intervention Value for soil would lead to up to a doubling of the number of situations characterized as "serious soil contamination". In addition, the costs to measure asbestos in soil would increase due to the very low concentrations that would have to be measured.

### **Occupational exposure**

Several hundreds of people die annually due to asbestos-related diseases, usually caused by occupational exposure to high asbestos concentrations in the past. Given the long time span between exposure to asbestos and the occurrence of cancer (for mesothelioma up to several decades), the effects of past asbestos exposures can only now be observed in the health statistics. Due to the banning of asbestos and the use of several regulations and protocols about working with asbestos, occupational exposure is currently much lower than in the past. A shift can be observed with regard to the occupational groups that have the greatest risk. In the past, people working in the asbestos processing industry were exposed to the highest concentrations of asbestos. Nowadays, the highest asbestos exposures may occur among workers who are unwittingly exposed to asbestos-containing materials, such as mechanics, service personnel and installers in buildings. In addition, residents and users of buildings in which non-friable asbestos-containing products are used may be passively exposed, for example during renovations or incidents. In particular, demolition of products containing amosite such as sprayed asbestos and fireproofing plating, may pose high risks. It is difficult to estimate the number of victims in the future as a result of current occupational exposure. It is clear that this number will eventually decrease. If the risk level concentrations as advised by the Health Council will be used to formulate new policy norms and standards, the current prohibition level (linked to 10<sup>-4</sup> risk level per year of exposure during a full working life) and target level (linked to risk 10<sup>-6</sup> per year exposure during the working life) would need adaptation. This would also affect the various protocols which are based on these standards, as well as the classification of asbestos-related operations into risk categories according to the Working Conditions Decree.

## **Possibilities for asbestos measurement and policy enforcement**

### *Environment (air)*

There are various ways to measure asbestos concentrations in air. Of these, scanning electron microscopy combined with X-ray microanalysis (SEM/XRMA) is the most useful. When this technique is optimized, a detection limit of approximately 40 fibres/m<sup>3</sup> air is feasible. For routine measurements, the practical detection limit is approximately 100 fibres/m<sup>3</sup> air. A concentration level of 3 fibres/m<sup>3</sup> or 28 fibres/m<sup>3</sup>, as advised by the Health Council to correspond to a mortality risk of 10<sup>-6</sup> for lifetime exposure in the environment to amphibole asbestos and chrysotile respectively, is not measurable in practice. Therefore, the risk level concentrations as proposed by the Health Council for environmental exposure are not workable, as they cannot be enforced.

### *Environment (soil)*

For routine measurements according to NEN 5707, the practical detection limit is 2 mg/kg<sub>dm</sub>. Therefore, the risk limit concentrations for chrysotile and amphibole asbestos which correspond to a mortality risk of 10<sup>-6</sup> (lifetime exposure) are not practically measurable against reasonable costs. As a consequence, an Intervention Value based on the Health Council 10<sup>-6</sup> risk level concentration for environmental exposure would not be a practical standard to assess asbestos concentrations in soil. The risk limit concentrations related to the Health Council's 10<sup>-4</sup> risk level concentrations are properly measurable in soil.

### *Occupational exposure (air)*

For occupational exposure, asbestos concentration are measurable at all levels proposed by the Health Council when using SEM/XRMA. Light microscopy with phase-contrast illumination (FCM), a method that is still sometimes used to measure asbestos concentrations in occupational settings, is no longer usable to measure such low concentrations.

### *Fibre equivalents*

The Health Council has derived a risk level concentration for a mixture of different types of asbestos, containing less than 20% amphibole asbestos. However, the use of 'fibre equivalents', which are currently used to express the difference in carcinogenicity between chrysotile and amphibole asbestos, offers more flexibility. Fibre equivalents can be used to derive risk level concentrations for each type of mixture, independent of the composition of the mixture. Therefore, this unit is more practicable, as the composition of asbestos mixtures is seldom known. The currently used equivalence factor (10 for amphibole asbestos, 1 for chrysotile) for expressing asbestos mixtures in fibre equivalents is in line with the factors used by the Health Council.

## **Further research**

Application of the risk level concentrations as proposed by the Health Council in a practical system of norms and values requires further research. It can be considered to derive a common set of norms for both environmental and occupational exposure. Adaptations of the existing norms will require changes in related protocols and regulations. The exact adaptations of the related working decrees need further research. A cost-benefit analysis could furthermore be used to assess efficiency and effectiveness of possible policy options to reduce asbestos exposure. Scientific research could focus on measuring current background asbestos concentrations; or to investigate variations in asbestos exposure over time in relation to the development of mesothelioma and lung cancer.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>8</b>
<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>12</b>
<b>1. Inleiding en doelstelling</b> .....	<b>13</b>
1.1. Asbest – een introductie .....	13
1.2. Aanleiding en doel van dit rapport.....	15
1.3. Structuur van dit rapport .....	15
<b>2. Het rapport van de Gezondheidsraad en het huidige asbestbeleid</b> .....	<b>16</b>
2.1. De beleidscontext .....	16
2.2. Rapport van de Gezondheidsraad .....	18
2.2.1. Risiconiveau-concentraties voor milieublootstelling .....	19
2.2.2. Risiconiveau-concentraties voor arbeidsgerelateerde blootstelling.....	20
<b>3. Meten van asbest</b> .....	<b>23</b>
3.1. Meten van asbest in lucht .....	23
3.1.1. Bepalingsgrenzen .....	24
3.2. Meten van asbest in de bodem .....	25
3.3. Implicaties van GR risiconiveau-concentraties voor het meten van asbest .....	25
3.4. Vezelequivalenten.....	26
<b>4. Achtergrondblootstelling</b> .....	<b>28</b>
<b>5. Blootstelling rondom specifieke bronnen in het milieu</b> .....	<b>30</b>
5.1. Asbest in gebouwen.....	30
5.1.1. Asbestdaken .....	31
5.1.2. Overige bouwmaterialen .....	32
5.2. Bodem .....	33
5.2.1. Asbestwegen en erven.....	33
5.2.2. Overige bodemverontreiniginglocaties .....	34
5.2.3. Afleiding interventiewaarde bodem .....	35
5.2.4. Bodembeleid en de GR risiconiveau-concentraties .....	37
5.3. Ondeskundige verwijdering van asbest door particulieren .....	38
5.4. Illegale verwijdering door niet gecertificeerde bedrijven.....	39
5.5. Overige specifieke bronnen .....	39
<b>6. Arbeidsgerelateerde blootstelling</b> .....	<b>41</b>
6.1. Historische arbeidsgerelateerde blootstelling in gezondheidseffecten .....	41
6.2. Huidige arbeidsgerelateerde blootstelling .....	42
6.2.1. Werknemers in asbestsanering en gecontroleerde sloop .....	44
6.2.2. Overige arbeidsgerelateerde risicogroepen .....	45
<b>7. Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>46</b>
<b>8. Kwaliteitsborging</b> .....	<b>49</b>
<b>9. Referenties</b> .....	<b>50</b>
<b>10. Ondertekening</b> .....	<b>53</b>
<b>Bijlage A: Lijst van begrippen, definities en afkortingen</b> .....	<b>55</b>
<b>Bijlage B: Internationale concentratienormen of richtlijnen asbest</b> .....	<b>60</b>
<b>Bijlage C: Meetmethoden</b> .....	<b>61</b>
<b>Bijlage D: TNO Asbestmetingen in de buitenlucht, 1978</b> .....	<b>65</b>
<b>Bijlage E: Blootstellingrisico's rondom asbestwegen en -erven</b> .....	<b>67</b>
<b>Bijlage F: Procedure saneringsspoed (bodem)</b> .....	<b>68</b>
<b>Bijlage G: Asbestconcentraties in bodem</b> .....	<b>70</b>
<b>Bijlage H: Indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen</b> .....	<b>71</b>
<b>Bijlage I : Enkele opties voor het aanpassen van protocollen, normvoorschriften en de indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen</b> .....	<b>72</b>

# 1. Inleiding en doelstelling

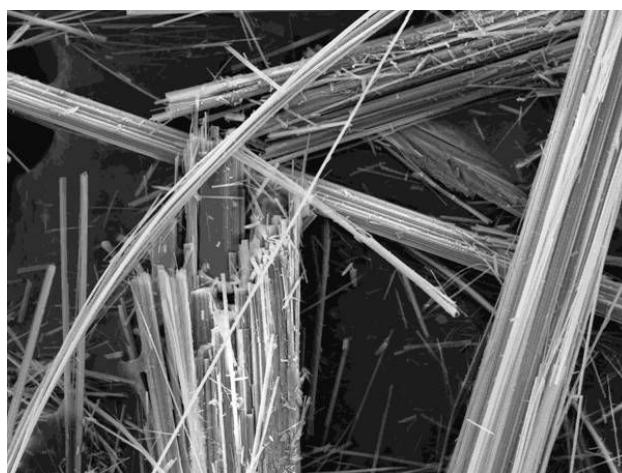
## Hoofdboodschappen

- Blootstelling aan asbest kan onder andere leiden tot mesothelioom (longvlies- en buikvlieskanker), asbestose (stoflongen) en longkanker. Amfibool asbesttypen hebben een hogere kanker-  
verwekkende potentie dan chrysotiel.
- Het Nederlandse asbestbeleid is voor een groot deel gebaseerd op risiconiveau-concentraties. Dit zijn asbestconcentraties behorende bij bepaalde door de overheid vastgestelde risiconiveaus (sterftekansen) die worden afgeleid uit wetenschappelijke studies. De Gezondheidsraad heeft deze studies op basis van kwaliteitscriteria geëvalueerd, en aan de hand daarvan nieuwe risiconiveau-concentraties afgeleid.
- Voorliggend rapport geeft, in aanvulling op het rapport “Asbest: Risico’s van milieu- en beroepsmatige blootstelling” van de Gezondheidsraad (2010/10), informatie over de praktische implicaties van de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties voor het asbestbeleid in Nederland.

## 1.1. Asbest – een introductie

Asbest is een natuurlijke delfstof die vanaf de industriële revolutie in gebruik is genomen. Vanaf de jaren dertig tot en met de jaren tachtig werd asbest gezien als een handig bouw- en isolatiemateriaal. Het is gemakkelijk te verwerken, goedkoop, slijtvast en hittebestendig. Daarom is asbest veel toegepast in bijvoorbeeld daken, gevels, vloeren, schoorstenen en leidingen, alsmede in de chemische industrie en in elektriciteitscentrales. Niet alleen in huizen en kantoren, maar ook in schuren, garages, stallen, schepen, trams en treinen is vaak gebruik gemaakt van asbesthoudende materialen. Vooral in de zestiger en zeventiger jaren werd asbest in Nederland op grote schaal toegepast. In totaal is in Nederland naar schatting acht miljoen ton asbesthoudende producten verbruikt [1], voornamelijk in asbestcement.

Asbest bestaat uit vezelbundels (zie Figuur 1-1) die gemakkelijk in de lengterichting opsplitsen tot dunne naaldvormige vezels van inadembare afmetingen. Als deze vezels stevig vastzitten in de matrix<sup>1</sup> (het dragermateriaal) en derhalve nauwelijks vrijkomen als dit materiaal in goede staat verkeert, spreken we van hechtgebonden asbest. Zijn de asbestvezels niet of nauwelijks gebonden, dan heet dit niet-hechtgebonden asbest. Niet-hechtgebonden asbest levert een groter gezondheidsrisico op, omdat de vezels makkelijker in de lucht vrijkomen.



**Figuur 1-1:** Asbestvezels van het type amosiet, 1.500 maal vergroot (SEM-opname).

<sup>1</sup> Onderstippelde woorden staan uitgelegd in de begrippenlijst (bijlage A).

Vanuit gezondheidskundig perspectief is het verder nuttig onderscheid te maken tussen twee verschillende typen asbest: chrysotiel (ofwel witte asbest) en amfibool asbest (alle overige asbestsoorten, zoals amosiet (bruin asbest) en crocidoliet (blauw asbest)<sup>1</sup>). Het is algemeen onderkend dat amfibool asbest een hogere kankerverwekkende potentie heeft dan chrysotiel. Chrysotiel is weliswaar het vaakst toegepast (ongeveer 90% van de gevallen), maar juist de 10% amfibool asbest bevindt zich meestal in niet-hechtgebonden producten zoals spuitasbest en brandwerende beplating en levert dus een relatief hoog risico op.

Al in de jaren dertig en veertig van de vorige eeuw werd in onder andere Groot-Brittannië, Duitsland en Nederland gewaarschuwd voor de gezondheidsgevaaren van asbest. De omvang van het probleem werd toen echter nog onderschat. In 1964 kwam een Amerikaanse studie uit, die aantoonde dat arbeiders in de isolatie-industrie een sterk verhoogd risico op mesotheliom (longvlies- en buikvlieskanker) hadden [2]. In Nederland toonde de arts Stumphius [3] in 1969 aan dat onder de werknemers van een scheepswerf relatief veel asbestgerelateerde ziekten, zoals mesotheliom, voorkwamen. In die tijd waren ook bijvoorbeeld remblokken van auto's voorzien van asbest, hetgeen rond verkeersknooppunten kon leiden tot zeer hoge asbestconcentraties. Behalve mesotheliom kan blootstelling aan asbestvezels asbestose (stoflongen) en bronchiaal carcinomen (longkanker) veroorzaken.

Vanaf de jaren tachtig is het gebruik van asbest sterk verminderd. Sinds 1993 is het be- en verwerken van asbest in Nederland vrijwel geheel verboden. Daarnaast zijn vele beleidsmaatregelen ingezet om de omgang met bestaand asbest te reguleren. Door deze maatregelen is de huidige blootstelling aan asbest van de algemene bevolking sterk afgenomen. Gezien de lange tijd die doorgaans verstrijkt tussen blootstelling aan asbest en het optreden van gezondheidseffecten (voor mesotheliom tot meerdere decennia) is deze vermindering van de blootstelling echter nog niet terug te vinden in de gezondheidsstatistieken. Er sterven in Nederland jaarlijks nog enkele honderden mensen aan de gevolgen van asbestblootstelling. De meeste slachtoffers zijn in het verleden beroepsmatig blootgesteld aan zeer hoge concentraties asbest [4]. Echter, ook nu worden mensen nog incidenteel blootgesteld aan verhoogde asbestconcentraties. Door ondeskundige of illegale sloop van gebouwen waarin asbest is verwerkt, of bijvoorbeeld rondom wegen en erven waarin asbestafval als wegverharding is gebruikt, kan een verhoogde blootstelling optreden. Ook in gebouwen waarin asbesthoudende bouwmaterialen zijn verwerkt kan passieve blootstelling optreden. Naast deze specifieke bronnen bevat ook de gewone buitenlucht een, weliswaar zeer lage, concentratie asbest.

Het asbestbeleid in Nederland geeft richtlijnen voor onder andere bodem- en gebouwensanering; voorlichting; en voorschriften wat betreft onderhoud en sloop van panden waarin zich asbest bevindt. Het milieubeleid wordt onderbouwd door milieukwaliteitsnormen, die veelal gerelateerd zijn aan risiconiveau-concentraties<sup>2</sup>. Een risiconiveau betreft een bepaalde sterftekans in de populatie ten gevolge van asbestblootstelling. De bijbehorende concentratie asbest wordt afgeleid van wetenschappelijke studies naar de gezondheidseffecten van asbest, voornamelijk onder arbeiders in de vorige eeuw. Het huidige beleid in Nederland is gebaseerd op risiconiveau-concentraties die zijn afgeleid in 1987 door het RIVM [5] op basis van een richtlijn van de Wereldgezondheidsorganisatie [6].

---

<sup>1</sup> Het is correcter om asbesttypen te onderscheiden op 1) vorm (serpentiin of amfibool asbest); of 2) kleur (wit, blauw, bruin, etc), of 3) chemische naam, zoals chrysotiel, crocidoliet en amosiet. Om aan te sluiten bij het GR rapport en de normaliter gebruikte termen zullen wij in dit rapport echter voornamelijk onderscheid maken tussen amfibool asbest en chrysotiel.

<sup>2</sup> Deze term zal in dit rapport gehanteerd worden voor concentraties behorende bij bepaalde door de overheid vastgestelde risiconiveaus

## 1.2. Aanleiding en doel van dit rapport

Recente onderzoeken [7-9] zijn reden geweest om de risiconiveau-concentraties die zijn afgeleid voor asbest [5] nader te beschouwen. Daarom heeft het Ministerie van VROM de Gezondheidsraad verzocht om deze risiconiveau-concentraties te herevalueren en indien nodig voorstellen te doen voor herziene waarden. Op verzoek van het Ministerie van SZW is tevens de in de praktijk gehanteerde grenswaarde voor de arbeidssituatie, zoals opgenomen in het Arbeidsomstandighedenbesluit, geëvalueerd.

In haar rapport [1] presenteert de Gezondheidsraad nieuwe risiconiveau-concentraties voor zowel milieu als arbeidsgelateerde blootstelling. Zoals in hoofdstuk 2 zal worden beschreven, liggen deze risiconiveau-concentraties veelal onder de huidige normen. Alleen het door de GR geadviseerde verbodsniveau voor het arbeidsomstandighedenbeleid ligt hoger dan de huidige waarde.

Deze nieuwe informatie was voor de Ministeries van VROM en SZW aanleiding om aan TNO en RIVM te vragen verdere informatie te verschaffen over de asbestsituatie in Nederland. De hoofdvraag die aan TNO en RIVM gesteld is, luidt:

*Wat zijn de praktische consequenties van het advies van de Gezondheidsraad inzake asbest voor het asbestbeleid in Nederland?*

Subvragen zijn onder andere:

- Wat is de huidige aard en omvang van asbestblootstelling in de algemene bevolking (zowel door blootstelling aan achtergrondniveaus als rondom specifieke bronnen)?
- Wat is de huidige aard en omvang van asbestblootstelling in de beroepsbevolking?
- Is het mogelijk om asbest te meten op de door de GR voorgestelde concentratieniveaus en deze concentraties te monitoren?
- Welke gevolgen zou implementatie van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties hebben voor het asbestbeleid in Nederland en de bijbehorende normen, richtlijnen en protocollen?

Dit rapport is gebaseerd op de opgebouwde expertise en de beschikbare onderzoeksgegevens van zowel TNO als RIVM. Op een aantal punten kan een concreet antwoord worden geformuleerd, terwijl andere onderwerpen bij gebrek aan gegevens slechts globaal kunnen worden beschreven. De rapportage en de risiconiveau-concentraties zoals opgesteld door de Gezondheidsraad zijn als uitgangspunt genomen.

## 1.3. Structuur van dit rapport

In hoofdstuk 2 worden de door de Gezondheidsraad afgeleide risiconiveau-concentraties, alsmede de normen die in het huidige beleid gebruikt worden, gepresenteerd. Meetmethoden voor asbestconcentraties en de voor- en nadelen van de verschillende technieken worden toegelicht in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 beschrijft de huidige asbest achtergrondconcentratie in Nederland en de op grond daarvan te verwachten blootstelling. In hoofdstuk 5 komen de verschillende specifieke bronnen van asbest aan bod, zoals asbest in gebouwen, wegen en de bodem. De arbeidsgelateerde blootstelling en bijbehorende risico's worden beschreven in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7, tot slot, worden enkele conclusies getrokken.

In Bijlage A is een lijst met begrippen, definities en afkortingen opgenomen. De overige bijlagen bevatten achtergrondinformatie waarnaar in de tekst verwezen wordt.

## 2. Het rapport van de Gezondheidsraad en het huidige asbestbeleid

### Hoofdboodschappen

- De Gezondheidsraad heeft aan de hand van verschillende kwaliteitscriteria een meta-analyse van epidemiologische studies op het gebied van asbest en gezondheid (mesothelioom en longkanker) uitgevoerd om concentraties behorende bij bepaalde door de overheid vastgestelde risiconiveaus voor asbestblootstelling af te leiden.
- Voor *milieublootstelling* heeft de Gezondheidsraad concentraties afgeleid die behoren bij het risiconiveau voor een sterftekans van  $10^{-4}$  (zoals gekoppeld aan het Maximaal Toelaatbaar Risico) en het risiconiveau voor een sterftekans van  $10^{-6}$  (zoals gekoppeld aan het Verwaarloosbaar Risico) bij levenslange blootstelling. Deze risiconiveau-concentraties liggen – afhankelijk van het soort asbestvezel – een factor 30 tot 40 lager dan de huidige VR en MTR.
- Voor *arbeidsgerelateerde* blootstelling heeft de Gezondheidsraad concentraties afgeleid die behoren bij het risiconiveau voor een sterftekans van  $10^{-4}$  per jaar blootstelling (zoals gekoppeld aan het verbodsniveau) en het risiconiveau voor een sterftekans van  $10^{-6}$  per jaar blootstelling (zoals gekoppeld aan het streefniveau). Het door de GR geadviseerde streefniveau ligt – afhankelijk van het soort asbestvezel – een factor 5 tot 20 lager dan de huidige publieke grenswaarde. Het verbodsniveau ligt juist hoger. De huidige grenswaarde wordt in de praktijk voor handhavingsdoeleinden gehanteerd en is niet direct aan een risiconiveau gekoppeld.

### 2.1. De beleidscontext

Het huidige asbestbeleid richt zich op zo groot mogelijke beperking van asbestblootstelling in zowel de algemene als de beroepsbevolking. Om het milieubeleid vorm te geven, bestaan er twee soorten wettelijke milieukwaliteitsnormen: grenswaarden en richtwaarden. Grenswaarden zijn gekoppeld aan een resultaatsverplichting; richtwaarden aan een inspanningsverplichting. Als grens- of richtwaarden wettelijk zijn vastgelegd, worden ze milieukwaliteitseisen genoemd. Daarnaast bestaan er niet-wettelijke milieukwaliteitsnormen. Voor het milieu zijn dat het Verwaarloosbaar Risico (VR) en het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Veel van deze milieukwaliteitsnormen hebben een relatie tot de risiconiveaus, maar in sommige gevallen zijn ze op andere wijze vastgesteld. Voor het arbeidsomstandighedenbeleid zijn een verbodsniveau en een streefniveau vastgesteld op basis van de door de overheid gehanteerde risiconiveaus. In de praktijk wordt echter alleen de grenswaarde gebruikt voor handhavingsdoeleinden. Deze grenswaarde is niet aan een bepaald risiconiveau gekoppeld. De verschillende typen risiconiveaus, normen en hun betekenis in de context van asbestbeleid staan samengevat in Tekstbox 2-1.



## **Tekstbox 2-1: Risiconiveaus en normen in het asbestbeleid.**

### **Risiconiveaus**

- Risiconiveau  $10^{-6}$ : kans op overlijden door blootstelling aan asbest van één per miljoen mensen
- Risiconiveau  $10^{-4}$ : kans op overlijden door blootstelling aan asbest van één per 10.000 mensen is.

De concentraties behorende bij deze risiconiveaus worden voor het milieu bij levenslange blootstelling vastgesteld. Voor arbeidsomstandigheden wordt de concentratie berekend voor blootstelling tijdens het arbeidsleven. Deze risiconiveau-concentraties worden vastgesteld aan de hand van wetenschappelijke studies, zoals recentelijk uitgevoerd door de Gezondheidsraad [1]. Ze hebben derhalve in beginsel geen beleidsmatige status.

### **Milieubeleid – milieukwaliteitsnormen voor lucht en bodem**

De  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$  risiconiveaus worden in het milieubeleid gekoppeld aan de volgende milieukwaliteitsnormen:

- *Verwaarloosbaar Risico (VR)*: gekoppeld aan sterftেকans  $10^{-6}$  bij levenslange blootstelling.
- *Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)*: gekoppeld aan sterftেকans  $10^{-4}$  bij levenslange blootstelling.

NB: Het VR en MTR werden in het verleden gebruikelijk gedefinieerd als respectievelijk een  $10^{-8}$  en  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar* bij een jaargemiddelde blootstelling. Echter, berekend voor levenslange blootstelling (jaargemiddeld) worden VR en MTR tegenwoordig veelal gedefinieerd als respectievelijk  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$ . Dit verschil wordt dus veroorzaakt door een andere periode van blootstelling. Ook de verschillen bij arbeidsgerelateerde blootstelling komen voort uit een andere periode van blootstelling (zie ook paragraaf 3.1.1 van het Gezondheidsraad rapport [1]).

### Milieukwaliteitseisen lucht

- *Grenswaarde buitenlucht*: geeft een concentratie aan die in principe niet mag worden overschreden. Deze waarde heeft voor het milieu op dit moment geen wettelijke status, maar het is wel beleid dat door de regering en de Tweede kamer besproken en geaccordeerd is. Alleen voor asbest is de grenswaarde gekoppeld aan het VR [10]. Voor andere stoffen is de grenswaarde gekoppeld aan het MTR. Wanneer voor asbest de grenswaarde wordt overschreden, geldt een inspanningsverplichting om de concentratie tot beneden het VR terug te brengen. Wanneer dat in de praktijk onuitvoerbaar is, dient expliciet te worden aangegeven waarom.
- *Grenswaarde binnenlucht*: De wettelijke grenswaarde voor binnenlucht (in voor mensen toegankelijke ruimtes) is vastgelegd in de regeling Bouwbesluit 2003. De norm is in deze regeling gegeven als een getalswaarde van het verschil tussen de concentratie van asbestvezels (in *vezelequivalenten/m<sup>3</sup>*) in de binnenlucht en de concentratie van asbestvezels in de buitenlucht uitgedrukt in *vezelequivalenten per kubieke meter*. Deze waarde mag niet hoger zijn dan 1.000 *vezelequivalenten/m<sup>3</sup>*.
- *Vrijgavegrens*: geeft de concentratie waarbij een ruimte na asbestverwijdering mag worden betreden door personen zonder adembescherming. Voor toetsing geldt de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gemeten concentratie; dat wil zeggen dat de concentratie met een zekerheid van 95% lager moet zijn dan de vrijgavegrens. De vrijgavegrens is momenteel gelijkgesteld aan de grenswaarde voor arbeidsgerelateerde blootstelling.

### Milieukwaliteitseis bodem

- *Interventiewaarde bodem*: geeft een concentratie aan waarbij in geval van overschrijding sprake is van een zogenaamde “ernstige bodemverontreiniging” met mogelijk onacceptabele gezondheidsrisico’s. In een dergelijk geval dient er in principe te worden gesaneerd en moet de spoed voor sanering worden bepaald. Voor de bodem wordt de interventiewaarde voor alle stoffen afgeleid op basis van het MTR, behalve voor asbest. Omdat de aanwezigheid van asbest in het leefmilieu van mensen vaak tot maatschappelijk gevoelige reacties leidt en omdat de hier uitgevoerde methode voor berekening van een interventiewaarde afwijkt van de traditionele procedure [11], is de interventiewaarde voor asbest gerelateerd aan het VR-niveau.

### **Vervolg Tekstbox 2-1: Risiconiveaus en normen in het asbestbeleid**

#### **Arbeidsomstandigheden beleid**

Voor kankerverwekkende stoffen zonder drempelwaarde voor humane effecten, zoals asbest, worden de volgende waarden onderscheiden:

- *Verbodsniveau*: is gekoppeld aan het  $10^{-4}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*. Omgerekend naar de arbeidssituatie (veertig jaar beroepsmatige blootstelling) komt dit neer op een risico van  $4 \cdot 10^{-3}$  bij blootstelling tijdens het arbeidsleven, ofwel 1 extra sterfgeval door kanker per 250 blootgestelden.
- *Streefniveau*: is gekoppeld aan het  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*. Omgerekend naar de arbeidssituatie (veertig jaar beroepsmatige blootstelling) komt dit neer op een risico van  $4 \cdot 10^{-5}$  bij blootstelling tijdens het arbeidsleven, ofwel 1 extra sterfgeval door kanker per 25.000 blootgestelden.
- *Grenswaarde*: geeft een concentratie aan die niet mag worden overschreden. De huidige Nederlandse grenswaarde voor arbeidsgelateerde blootstelling is niet gebaseerd op een bepaald risiconiveau, maar is een bijstelling (een factor 10 lager) van de EU-norm en geldt voor alle typen asbest. In de praktijk wordt voor handavingsdoeleinden uitsluitend deze grenswaarde van 0,01 vezels/cm<sup>3</sup> lucht (= 10.000 vezels/m<sup>3</sup> lucht) gehanteerd.

## **2.2. Rapport van de Gezondheidsraad**

Het huidige asbestbeleid is gebaseerd op het Basisdocument Asbest uit 1987 [5]. Aan de Gezondheidsraad is door de Ministeries van VROM en SZW advies gevraagd over de risico's van milieu- en arbeidsgelateerde blootstelling aan asbest. Specifiek is aan de Gezondheidsraad gevraagd om voor asbest de concentraties te berekenen die overeenkomen met de risiconiveaus die in het milieu- en arbeidsomstandighedenbeleid worden gehanteerd.

De commissie Gezondheid en Beroepsmatige Blootstelling aan Stoffen (GBBS) van de Gezondheidsraad (vanaf hier aangeduid als GR) heeft een nieuwe meta-analyse uitgevoerd van epidemiologische studies op het gebied van asbestblootstelling en gezondheidseffecten, om daarmee nieuwe risiconiveau-concentraties af te leiden. Deze analyse is voor longkanker en mesothelioom uitgevoerd [1].

Ten opzichte van eerdere analyses waren er niet veel nieuwe epidemiologische of toxicologische studies beschikbaar voor de afleiding van de nieuwe risiconiveau-concentraties. Echter, de analyse onderscheidt zich doordat de GR een selectie van de bestaande epidemiologische studies heeft gemaakt op basis van een aantal kwaliteitscriteria. De nieuw voorgestelde concentraties zijn derhalve gebaseerd op minder studies, maar wel studies van betere kwaliteit. Naast het gebruik van kwaliteitscriteria verschillen ook enkele andere uitgangspunten tussen de nu gehanteerde risiconiveau-concentraties en de concentraties zoals voorgesteld door de GR. De belangrijkste verschillen worden kort samengevat in Tabel 2-1. De achtergronden en onderbouwing van de nieuw voorgestelde risiconiveau-concentraties staan uitgebreid beschreven in het GR rapport [1].

Ondanks het gebruik van kwaliteitscriteria benadrukt de GR dat er nog veel onzekerheden overblijven, die de afleiding van precieze risiconiveau-concentraties bemoeilijkt [1]. Zo is bijvoorbeeld onduidelijk naar welke vezellengte en -diameter precies is gekeken in de onderliggende studies.

Daarnaast bestaat onzekerheid over de omrekening van asbestconcentraties die zijn gemeten met verschillende meetmethoden (zie hoofdstuk 3) en de lineaire extrapolatie van dosis-effectgegevens naar lage blootstellingniveaus. Echter, de GR stelt dat de nieuw afgeleide risiconiveau-concentraties aanzienlijk meer zekerheid bieden dan de in het basisdocument uit 1987 afgeleide waarden.

**Tabel 2-1:** *Verskillende uitgangspunten waarop de afleiding van de risiconiveau-concentraties is gebaseerd [1].*

Huidige risiconiveau-concentraties, op basis van Slooff et.al. [5]	Door de Gezondheidsraad voorgestelde risiconiveau-concentraties [1]
Alle beschikbare studies worden gebruikt voor de afleiding van de risiconiveau-concentraties	Een selectie van beschikbare studies, gemaakt aan de hand van kwaliteitscriteria, wordt gebruikt voor de afleiding van de risiconiveau-concentraties
De geadviseerde risiconiveau-concentraties worden gegeven als ranges; de hoogste waarde uit deze range is destijds gelijkgesteld aan de MTR-waarde [10]	De geadviseerde risiconiveau-concentraties worden als puntschattingen gegeven (meest waarschijnlijke waarde). Hierdoor is geen onzekerheid over welke waarde uit de range gebruikt moet worden voor normstelling
In de risicoschatting voor chrysotiel is mesothelioom gebruikt als meest bepalende effect	In de risicoschatting voor chrysotiel bleek uit de analyses dat longkanker het meest bepalende effect was
De risiconiveau-concentraties zijn afzonderlijk berekend voor chrysotiel en amfibool asbest. Met behulp van <u>equivalentiefactoren</u> kunnen risiconiveau-concentraties voor <u>asbestmengsels</u> worden berekend	De voorgestelde risiconiveau-concentraties zijn afzonderlijk berekend voor chrysotiel, amfibool asbest en een gemengde blootstelling (aan chrysotiel en maximaal 20% amfibolen)
De geadviseerde risiconiveau-concentraties zijn gebaseerd op de risicoschatting voor mesothelioom, aangezien deze tot een lagere waarde leidde dan die voor longkanker.	De uiteindelijk voorgestelde risiconiveau-concentraties zijn berekend voor de eindpunten mesothelioom en longkanker tezamen, op basis van levenstabellen waarin concurrerende doodsoorzaken zijn meegewogen <sup>5</sup> .

De huidige risiconiveau-concentraties en milieukwaliteitsnormen, alsmede de nieuw voorgestelde risiconiveau-concentraties van de GR, staan samengevat in Tabel 2-2. Deze waarden verschillen voor chrysotiel en amfibool asbest, vanwege het verschil in kankerverwekkende potentie van deze soorten. Ook verschillen ze voor de algemene bevolking (“milieublootstelling”) en arbeidsgerelateerde blootstelling. Dit komt omdat eerstgenoemde waarden ook gelden voor de meest kwetsbare groepen zoals bijvoorbeeld kinderen of COPD-patiënten, en omdat hierbij wordt uitgegaan van levenslange blootstelling. Niet alle door de GR afgeleide risiconiveau-concentraties bestonden al in het huidige stelsel, en *vice versa*. Zo heeft de GR concentraties afgeleid behorende bij een  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$  risiconiveau voor een mengsel van asbestsoorten, waarbij het amfibool-gehalte minder is dan 20%. In het huidige stelsel is er voor gekozen om dergelijke verschillen te verdisconteren via een omrekening naar vezelequivalenten, die op basis van het type asbest en de vezellengte de kankerverwekkende potentie uitdrukken (zie ook paragraaf 3.4).

### 2.2.1. Risiconiveau-concentraties voor milieublootstelling

De GR heeft twee risiconiveau-concentraties afgeleid voor milieublootstelling: één voor een overlidensrisico van één per miljoen (ofwel  $10^{-6}$ ) en één voor een overlidensrisico van één per 10.000 (ofwel  $10^{-4}$ ) bij *levenslange blootstelling*.

<sup>5</sup> Rekening houden met concurrerende doodsoorzaken betekent bijvoorbeeld dat personen met blootstelling aan asbest die overlijden aan longkanker niet meer ten gevolge van diezelfde blootstelling kunnen overlijden aan mesothelioom.

Uitgedrukt *per jaar* blootstelling komen deze waarden (ongeveer) overeen met de in het milieudomein veel gebruikte  $10^{-8}$  en  $10^{-6}$  risiconiveaus. In deze publicatie houden we, conform het GR rapport, voor milieu de waarden bij levenslange blootstelling aan (zie ook Tabel 2-2). De risiconiveaus komen overeen met het in het milieubeleid gebruikte Verwaarloosbaar Risico (VR) en het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) bij levenslange blootstelling (zie ook Tekstbox 2-1). Dit is in lijn met de uitgangspunten zoals beschreven in Omgaan met Risico's (TK89) [12] en VROM-INS brochure 2004 voor genotoxisch carcinogene stoffen [13]. In voorliggend rapport wordt van deze definities uitgegaan.

De door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties (zie Tabel 2-2) verschillen aanzienlijk van de huidige risiconiveau-concentraties. Voor het milieubeleid komen de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties die overeenkomen met het MTR voor chrysotiel ongeveer een factor 40, en voor amfibool asbest ongeveer een factor 30 lager uit dan de huidige MTR-waarden. Verder valt uit het GR rapport af te leiden dat met name blootstelling op jonge leeftijd (0-20 jaar) relatief schadelijk is.

Het milieubeleid is erop gebaseerd dat mensen in principe gedurende hun gehele leven continu aan een specifieke hoeveelheid asbest in de lucht blootgesteld moeten kunnen worden (doorgaans het VR-niveau of MTR-niveau). In geval van het vóórkomen van asbest in het milieu is in de meeste gevallen echter sprake van een beduidend geringere frequentie en duur van blootstelling aan asbest dan levenslange continue blootstelling. Dat betekent dat mensen bij korter durende blootstelling aan concentraties op VR-niveau of MTR-niveau in de meeste gevallen een geringere kans op sterfte hebben ten gevolge van een aan asbest gerelateerde tumor dan  $10^{-6}$ , respectievelijk  $10^{-4}$ . Het is op dit moment echter niet mogelijk om een specifieke concentratie in de lucht af te leiden die samen gaat met een risico van  $10^{-4}$  of  $10^{-6}$  bij korter durende blootstelling, omdat de relatie tussen verdeling van de blootstelling in de tijd en het voorkomen van longkanker en mesothelioom onvoldoende bekend is. Dit zou onderwerp van nader onderzoek kunnen zijn. Echter, ook beleidsmatig zou het lastig zijn om een realistische norm die voor iedereen voldoende bescherming biedt op te stellen voor een geringere blootstellingfrequentie en -duur.

De door de GR geadviseerde concentraties zijn wetenschappelijke waarden die niet samenhangen met een beleidsinterpretatie. Toch wordt in het GR rapport gesproken van VR en MTR. Omdat de keuze voor dergelijke interpretatie uiteindelijk bij het beleid ligt, spreken wij voor milieublootstelling in dit rapport van risiconiveau-concentraties als het gaat om de waarden zoals door de GR gerapporteerd. Het  $10^{-6}$  risiconiveau correspondeert met het milieugerelateerde VR bij levenslange blootstelling; het  $10^{-4}$  risiconiveau correspondeert met het milieugerelateerde MTR bij levenslange blootstelling.

### **2.2.2. Risiconiveau-concentraties voor arbeidsgelateerde blootstelling**

Voor arbeidsomstandigheden zijn de risiconiveau-concentraties in het GR rapport berekend voor *blootstelling gedurende het gehele arbeidsleven* voor sterftetekansen  $4 \cdot 10^{-5}$  en  $4 \cdot 10^{-3}$ . Uitgedrukt *per jaar blootstelling* komen deze waarden overeen met risiconiveau-concentraties voor sterftetekansen  $10^{-6}$  en  $10^{-4}$ . Deze waarden komen overeen met de in het in het arbeidsomstandighedenbeleid gebruikte streefniveau (gekoppeld aan het  $10^{-6}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*) en verbodsniveau (gekoppeld aan het  $10^{-4}$  risiconiveau *per jaar blootstelling*). In de praktijk wordt op dit moment voor handhavingsoepleinden de grenswaarde gebruikt van 0,01 vezels/cm<sup>3</sup> lucht (= 10.000 vezels/m<sup>3</sup> lucht).

Om aan te sluiten bij de terminologie die in het arbeidsomstandighedenbeleid wordt gebruikt, zullen wij in dit rapport daar waar het gaat om arbeidsgelateerde blootstelling aan door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties refereren middels de termen 'streefniveau' en 'verbodsniveau'. Zoals hierboven reeds aangegeven, gebruiken wij voor milieublootstelling de meer neutrale termen  $10^{-4}$  en  $10^{-6}$  risiconiveau-concentraties wanneer aan de GR waarden gerefereerd wordt.

De GR merkt in haar advies op dat een omrekenfactor van twee gehanteerd kan worden om metingen uitgevoerd met Fase-Contrast Microscopie (FCM) te vergelijken met metingen uitgevoerd met Transmissie Elektronen Microscopie (TEM). Deze omrekenfactor sluit echter niet meer aan bij de huidige meetpraktijk met SEM/RMA en is in de praktijk ook niet langer verdisconteerd in de werkmethoden voor de beheersing van arbeidsgelateerde blootstelling aan asbest. Bij het weergeven van concentratiewaarden voor arbeidsgelateerde blootstelling hanteren wij deze factor daarom verder niet.

Voor arbeidsgelateerde blootstelling komt het door de GR geadviseerde streefniveau een factor 5 tot 20 lager uit dan de nu gebruikte grenswaarde, afhankelijk van het type asbest. Het door de GR geadviseerde verbodsniveau ligt daar juist boven. Zoals reeds eerder vermeld hebben deze waarden in het huidige beleid echter geen betekenis, aangezien alleen de grenswaarde van 10.000 vezels/m<sup>3</sup> in de praktijk gehanteerd wordt. De exacte waarden staan in Tabel 2-2 genoemd.

Ter vergelijking staan in Tabel 12-1 in bijlage B enkele milieukwaliteitsnormen voor zowel het milieu als de arbeidssituatie voor diverse Europese landen en de VS genoemd. Op het gebied van arbeidsgelateerde blootstelling ligt de huidige in Nederland gehanteerde grenswaarde lager dan in de meeste landen, terwijl het vrijgaveniveau in enkele andere landen juist lager ligt. De GR loopt met haar studie [1] vooruit op andere landen, waardoor de geadviseerde risiconiveau-concentraties momenteel nog veel lager zijn dan de normen die nu binnen de EU-landen gehanteerd worden. In diverse landen (o.a. Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en de Verenigde Staten) lopen momenteel vergelijkbare studies waarvan verwacht kan worden dat de resultaten soortgelijk zullen zijn met die van de GR.

**Tabel 2-2:** Risiconiveau-concentraties en asbestnormen in Nederland, huidig en als afgeleid door de Gezondheidsraad – concentraties gemeten met TEM, zie hoofdstuk 3.

	Normtype	Asbesttype				
		<i>Chrysotiel</i>	<i>Amfibool asbest</i>	<i>Vezelequivalenten</i> <sup>(a)</sup>	<i>Gemengd asbest, &lt;20% amfibool</i>	<i>Alle typen asbest</i>
<b>Milieu – Buitenlucht</b>	10 <sup>-4</sup> risiconiveau-concentratie (vezels/m <sup>3</sup> lucht, jaargemiddeld, levenslange blootstelling)	Huidig MTR	100.000	10.000	100.000	
		GR 10 <sup>-4</sup> risiconiveau-concentratie	2.800	300		1.300
	10 <sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie (vezels/m <sup>3</sup> lucht, jaargemiddeld, levenslange blootstelling)	Huidig VR/ huidige grenswaarde buitenlucht	1.000	100	1.000	
		GR 10 <sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie	28	3		13
<b>Milieu – Binnenlucht</b>	Huidige vrijgavegrens (vezels/m <sup>3</sup> lucht, in gebouwen, gemeten over 2 uur)					10.000
	Huidige grenswaarde binnenlucht (vezels/m <sup>3</sup> lucht, in gebouwen) <sup>(b)</sup>				1.000	
<b>Milieu - Bodem</b>	Huidige interventiewaarde (mg/kg <sub>ds</sub> )				100	
<b>Arbeidsgerelateerde blootstelling - Lucht</b>	GR streefniveau; risiconiveau-concentratie 4.10 <sup>-3</sup> (vezels/m <sup>3</sup> lucht, blootstelling gedurende arbeidsleven) <sup>(c)</sup>		200.000	42.000		130.000
	GR verbodsniveau; risiconiveau-concentratie 4.10 <sup>-5</sup> (vezels/m <sup>3</sup> lucht, blootstelling gedurende arbeidsleven) <sup>(c)</sup>		2.000	420		1.300
	Huidige grenswaarde <sup>(d)</sup> (vezels/m <sup>3</sup> lucht, gemeten over 8 uur)					10.000

mg: milligram; kg: kilogram; ds: droge stof; m<sup>3</sup>: kubieke meter.

(a) Gewichtsfactor die wordt gebruikt om de kankerverwekkende potentie van asbestvezels aan te geven.

(b) Het maximaal toegestane verschil tussen de concentratie van asbestvezels in de binnenlucht en de concentratie van asbestvezels in de buitenlucht.

(c) De Gezondheidsraad schrijft in haar advies dat een omrekenfactor van twee gehanteerd kan worden om metingen uitgevoerd met Fase-Contrast Microscopie (FCM) te vergelijken met metingen uitgevoerd met Transmissie Elektronen Microscopie (TEM). Deze factor sluit echter niet meer aan bij de huidige meetpraktijk met SEM/RMA en is in de praktijk ook niet langer verdisconteerd in de werkmethode voor de beheersing van arbeidsgerelateerde blootstelling aan asbest. Bij het weergeven van concentratiewaarden voor arbeidsgerelateerde blootstelling hanteren wij deze factor daarom verder niet.

(d) Deze grenswaarde is niet gebaseerd op een risiconiveau-concentratie. Dit is de waarde die in de praktijk gehanteerd wordt voor handhavingsdoeleinden.

### 3. Meten van asbest

#### Hoofdboodschappen

- Er bestaan meerdere methoden waarmee de asbestconcentratie in een luchtmonster gemeten kan worden. Voor metingen op zowel de werkplek als in milieusituaties is scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA), conform NEN-ISO 14966<sup>6</sup>, de meest geschikte methode.
- In de praktijk wordt een bepalingsgrens van circa 40 vezels/m<sup>3</sup> lucht haalbaar geacht voor onderzoeken die niet routinematig worden uitgevoerd; voor routinematig uitgevoerde metingen geldt een praktische bepalingsgrens van circa 100 vezels/m<sup>3</sup> lucht.
- De door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu voor de verschillende typen asbest (3 en 28 vezels/m<sup>3</sup> voor respectievelijk amfibool asbest en chrysotiel, 13 vezels/m<sup>3</sup> voor een mengsel met <20% amfibool) zijn in de praktijk met geen enkele techniek routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar in de lucht.
- De huidige meetmethoden voor asbest in de bodem zijn niet toereikend om de door de GR geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties te meten. De door de GR geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentraties zijn wel goed meetbaar in de bodem.
- Lichtmicroscopie met fase-contrast belichting (FCM), een techniek die voor het analyseren van arbeidsgerelateerde asbestconcentraties nog wel wordt toegepast, is niet meer bruikbaar voor het meten van de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor arbeidsgerelateerde blootstelling. Deze niveaus zijn wel te meten met SEM/RMA.
- De GR heeft een risiconiveau-concentratie afgeleid voor blootstelling aan een mengsel van asbestsoorten met <20% amfibool. Indien vezelequivalenten gehanteerd blijven worden om het verschil in carcinogene potentie tussen chrysotiel en amfibool asbestvezels tot uitdrukking te brengen, kan voor iedere samenstelling van verschillende asbestvezels een risiconiveau-concentratie afgeleid worden. Toepassing van vezelequivalenten is in de praktijk beter te hanteren, aangezien de samenstelling van een mengsel van verschillende asbestsoorten in de lucht pas uit de analyse van de luchtmonsters is af te leiden.

#### 3.1. Meten van asbest in lucht

Voor het schatten van asbestgerelateerde risico's, voor het monitoren van blootstellingstrends en voor het handhaven van beleid is het nodig om asbestconcentraties te meten. Gezondheidsschade ten gevolge van asbest wordt veroorzaakt door inademing van asbestvezels. Daarom is de concentratie aan respirabele asbestvezels (vezellengte < ca. 200 µm, diameter < 3 µm, lengte/diameter verhouding > 3) in de lucht bepalend voor de gezondheidsrisico's voor de mens. Anders dan bij veel andere toxische stoffen, waarin de ingeademde *massa* wordt gemeten om de effectieve dosis uit af te leiden (in mg/kg<sub>lichaamsgewicht</sub>/dag), zijn de meetmethoden voor asbest in de lucht gebaseerd op het *aantal* asbestvezels van respirabele afmetingen per volume lucht (in vezels/m<sup>3</sup>). Hiertoe wordt de lucht door een filter aangezogen, waarna de vezels worden geïdentificeerd en geteld met een microscopische methode. Hiervoor zijn verschillende methoden beschikbaar, die in bijlage C van dit rapport kort staan toegelicht.

<sup>6</sup> NEN-ISO 14966: Bepaling van de numerieke concentratie van anorganische vezelachtige deeltjes - Scanning elektronenmicroscopie methode [14].

Voor analyses van luchtmonsters op zowel de werkplek als in milieusituaties is scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA), conform NEN-ISO 14966 [14], het meest geschikt. Deze methode wordt in Nederland al veel toegepast in het milieudomein. In het arbeidsomstandighedendomein wordt af en toe nog gebruikt gemaakt van lichtmicroscopie met fase-contrast belichting (FCM). FCM wordt ook toegepast bij eindcontroles na asbestverwijdering in gebouwen en bij metingen na calamiteiten.

### **3.1.1. Bepalingsgrenzen**

De bepalingsgrens (dat wil zeggen: de laagste concentratie die nog middels de methode meetbaar is) voor scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA) is het laagste van alle beschikbare methoden (zie bijlage C). Onder normale analysecondities (bij routinematige analyses) ligt deze bepalingsgrens tussen 100 en 200 vezels/m<sup>3</sup>. Er bestaan echter diverse mogelijkheden om de bepalingsgrenzen zoals geldig voor deze "normaal" situatie te verlagen, namelijk:

- meer lucht bemonsteren door verhoging van het aanzuigdebiet of verlenging van de duur van de monsterneming;
- vergroten van het te analyseren filteroppervlak;
- het combineren van meerdere metingen van dezelfde locatie (gewogen gemiddelde).

Het verlagen van de bepalingsgrens middels het optimaliseren van deze parameters is praktisch haalbaar tot een bepalingsgrens van circa 40 vezels/m<sup>3</sup> lucht voor onderzoeken die niet routinematig worden uitgevoerd (zie ook bijlage C). Voor routinematig uitgevoerde metingen geldt een praktische bepalingsgrens van circa 100 vezels/m<sup>3</sup> lucht. Dit komt omdat de verschillende manieren om de bepalingsgrens te verlagen zoals hierboven genoemd hun beperkingen hebben, namelijk:

- Het verhogen van het aanzuigdebiet van de lucht:
  - mag slechts worden toegepast tot maximaal 12 liter/minuut;
  - behoeft zware pompen;
  - geeft kans op overbelading van het filter met stofdeeltjes en lekkage van de gebruikte filterhouders.
- Het verlengen van de duur van monsterneming:
  - geeft kans op overbelading van het filter met stofdeeltjes;
  - voor metingen in arbeidsomstandigheden conform O-NEN2939 [15] is deze mogelijkheid vaak niet aanwezig, aangezien de te beoordelen werkzaamheden maar kort duren;
  - voor risicobeoordelingen in niet-sloopsituaties (NEN2991 [16]) zou het verlengen van de monsternemingsduur ook op praktische bezwaren stuiten, omdat hier al in de huidige situatie circa 8 uur gemeten moet worden;
  - voor vrijgavemetingen (NEN2990<sup>7</sup> [17]) zal de bereidheid tot langer meten eveneens gering zijn, aangezien saneringsprojecten vaak onder hoge tijdsdruk staan. Anderzijds hebben vrijgavemetingen voor niet-hechtgebonden asbest in Duitsland een duur van 8 uur, terwijl dat in Nederland slechts 2 uur is. Het is praktisch dus wel uitvoerbaar.
- Het verhogen van het te analyseren filteroppervlak of het combineren van meerdere metingen (gewogen gemiddelde):
  - de kosten voor deze microscopische analyse nemen recht evenredig toe met het geanalyseerde filteroppervlak/aantal metingen.

---

<sup>7</sup> NEN 2990: Eindcontrole na asbestverwijdering [17].



Naast deze beperkingen moet bovendien rekening gehouden worden met onzekerheden in de metingen. Alle microscopische asbestanalyses zijn gebaseerd op het tellen van het aantal asbestvezels op een bepaald filteroppervlak. De bepalingsgrens wordt gelimiteerd door meetonzekerheid in het lage concentratiegebied, veroorzaakt door factoren zoals het geringe aantal vezels dat geteld wordt (zogenaamde Poisson-fout), het overige materiaal in de matrix, de betreffende analist (persoonseffecten) en beperkingen van de apparatuur. Deze onzekerheid wordt doorgaans weergegeven als het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij de fout die optreedt door de inhomogeniteit van de verdeling van de vezels op het filter (de Poisson-fout) overheersend is. Twee meetwaarden worden als significant verschillend aangemerkt als de 95%-betrouwbaarheidsintervallen elkaar niet overlappen. Dit is van belang wanneer vastgesteld moet worden of een bepaalde meetwaarde significant hoger is dan een achtergrondconcentratie of een norm. Bij lage concentraties kan vaak alleen worden vastgesteld of er sprake is van een significante verhoging door de gewogen gemiddelden van meerdere monsters uit verschillende meetreeksen met elkaar te vergelijken. Dit houdt in dat metingen in dit lage concentratiegebied tijdrovend en dus kostbaar zijn.

### **3.2. Meten van asbest in de bodem**

Bepalingsmethoden voor asbest in bodem zijn meestal gebaseerd op het meten van de totale massa aan asbesthoudend materiaal in een bepaalde hoeveelheid grond. Hierbij wordt aangenomen dat de totale massa aan asbest globaal evenredig is met het totaal aantal respirabele asbestvezels dat bij "worst case" bewerkingen in de lucht kan vrijkomen. In Nederland wordt de bepaling van asbest in bodem en grond uitgevoerd conform NEN 5707 [18], waarin zowel de meetstrategie, de monsterneming als de analyse is beschreven. In bijlage C staan de meetmethoden en bepalingsgrenzen beschreven. Voor routinematig uitgevoerde metingen in bodemonsters volgens NEN 5707 [18] geldt een praktische bepalingsgrens van 2 mg/kg<sub>ds</sub>.

### **3.3. Implicaties van GR risiconiveau-concentraties voor het meten van asbest**

#### *Milieu (lucht)*

Als gebruik van scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA) wordt geoptimaliseerd, is in de praktijk een bepalingsgrens van circa 40 vezels/m<sup>3</sup> lucht haalbaar voor onderzoeken die niet routinematig worden uitgevoerd. Voor routinematig uitgevoerde metingen geldt een praktische bepalingsgrens van circa 100 vezels/m<sup>3</sup> lucht. Dit betekent dat een concentratieniveau van 3 vezels/m<sup>3</sup> lucht, de geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu voor amfibool asbest, in de praktijk met geen enkele techniek routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar is. Ook de 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie van de GR voor chrysotiel en gemengd asbest (<20% amfibool asbest) voor het algemene milieu, respectievelijk 28 en 13 vezels/m<sup>3</sup> lucht, zijn in de praktijk niet routinematig meetbaar. De door de GR geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu zijn wel met de huidige meetmethoden routinematig meetbaar.

#### *Milieu (bodem)*

Ook voor bodem zullen praktische meetproblemen optreden indien de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties in het beleid worden geïmplementeerd.

De op simulatiemetingen gebaseerde risicogrenskoncentraties voor chrysotiel en amfibool asbest en de op praktijkmetingen gebaseerde risicogrenskoncentratie voor amfibool asbest die corresponderen met een sterftkans van  $10^{-6}$  bij levenslange blootstelling (alleen  $<1$  mg/kg<sub>ds</sub> bij implementatie van de GR advieswaarden) zijn niet routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar. De analyse-methode blijft in principe geschikt. Echter, om bij het meten van asbestconcentraties in de bodem in de buurt van de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie dezelfde gevoeligheid te halen als bij de huidige analyse conform NEN 5707 en NEN 5897, dient de monstergrootte met een factor 10-100 te worden vergroot. Dit zal in de praktijk niet haalbaar zijn, gezien de onhandelbare monsters ( $>100$  kg) en sterk toegenomen analysekosten. De kosten van het onderzoek zullen met een factor 5-50 toenemen afhankelijk van het soort asbest. Aangezien asbestmetingen in de bodem ook bij de huidige risiconiveau-concentraties al kostbaar zijn, maakt deze kostenstijging de bodemmetingen bij de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentraties praktisch onhaalbaar. De door de GR geadviseerde  $10^{-4}$  risiconiveau-concentraties zijn wel goed meetbaar in de bodem, aangezien deze van dezelfde grootte orde zijn als de huidige interventiewaarde.

#### *Arbeidsgerelateerde blootstelling (lucht)*

De door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties voor arbeidsgerelateerde blootstelling zijn met SEM/RMA routinematig meetbaar. Lichtmicroscopie met fase-contrast belichting (FCM), een methode die nu nog opgenomen is in wet- en regelgeving voor het meten van arbeidsgerelateerde blootstelling, is niet meer bruikbaar voor het meten van deze lage concentraties. In de binnenkort te verschijnen definitieve versie van NEN 2939 [15], die betrekking heeft op het meten van asbestconcentraties op de werkplek, zal het gebruik van FCM in de arbeidssituatie verder worden beperkt, omdat deze techniek niet specifiek is voor asbest en te ongevoelig is voor het meten van concentraties  $< 10.000$  vezels/m<sup>3</sup> lucht.

Voor asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklasse 1 (zie bijlage H) doet zich het probleem voor dat deze werkzaamheden meestal kort duren, waardoor geen lagere bepalingsgrens dan 2.000 á 3.000 vezels/m<sup>3</sup> behaald kan worden. Door het combineren van verschillende metingen van dezelfde handeling (gewogen gemiddelde) kan dit eventueel tegen hogere kosten nog worden verlaagd tot 500-1.000 vezels/m<sup>3</sup>. Een nog lagere bepalingsgrens is vrijwel niet mogelijk. Mocht de grens voor vrijgestelde werkzaamheden, die vallen onder risicoklasse 1, verlaagd worden tot bijvoorbeeld 420 vezels/m<sup>3</sup> (het GR  $10^{-6}$  niveau voor blootstelling aan amfibool asbestvezels, jaargemiddeld over arbeidsleven), dan kan het zijn dat deze grens voor bepaalde kortdurende werkzaamheden niet meer meetbaar is. De norm O-NEN 2939 [15], op basis waarvan de metingen voor indeling van werkzaamheden in een risicoklasse zijn gebaseerd, zou in dat geval dienovereenkomstig aangepast moeten worden.

### **3.4. Vezelequivalenten**

Zoals hierboven beschreven heeft de GR risiconiveau-concentraties afgeleid voor blootstelling aan een mengsel van asbestvezels met maximaal 20% amfibool. Indien vezelequivalenten gehanteerd blijven om het verschil in carcinogene potentie tussen chrysotiel en amfibool asbestvezels tot uitdrukking te brengen, kan voor iedere samenstelling van verschillende typen asbestvezels een risiconiveau-concentratie afgeleid worden. Vezelequivalenten drukken op basis van het type asbest en de vezellengte de kankerverwekkende potentie uit (zie Tabel 3-1).

**Tabel 3-1:** Equivalentiefactoren voor verschillende asbesttypen en vezellengten

<b>Vezeltype</b>	<b>Vezellengte</b>	<b>Equivalentiefactor</b>
Chrysotiel	> 5 µm	1
Chrysotiel	< 5 µm	0,1
Amfibool asbest	> 5 µm	10
Amfibool asbest	< 5 µm	1

Het verschil in carcinogene potentie tussen chrysotiel en amfibool asbestvezels komt in de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties neer op ongeveer een factor 10, zoals ook toegepast bij vezelequivalenten. Het hanteren van vezelequivalenten is daarom in lijn met de door de GR voorgestelde verschillen in de carcinogene potentie van chrysotiel en amfibool asbest, en biedt meer flexibiliteit voor het beoordelen van asbestmengsels van verschillende samenstelling. Aangezien het aandeel aan vezels in de lucht met een lengte < 5 µm in de praktijk vrijwel verwaarloosbaar is, zou men kunnen volstaan met de equivalentiefactoren 1 voor chrysotiel en 10 voor amfibool asbest. Uiteraard moeten de aangetroffen vezels daarvoor geïdentificeerd worden en moet dus een elektronenmicroscopische methode met identificatie worden toegepast, zoals in NEN 14966 [14].

## 4. Achtergrondblootstelling

### Hoofdboodschappen

- De concentraties asbest in de buitenlucht zijn sterk gedaald ten opzichte van de jaren tachtig van de vorige eeuw, toen zich in de buitenlucht gemiddeld tussen de 100 en 1.000 vezels/m<sup>3</sup> bevonden, oplopend tot enkele tienduizenden in de buurt van asbestbronnen.
- Er zijn geen nauwkeurige recente meetgegevens over de huidige achtergrondconcentraties aan asbest of de geografische spreiding daarvan beschikbaar. Er wordt geschat dat de huidige asbest achtergrondconcentratie in Nederland tussen de 20-40 vezels/m<sup>3</sup> ligt.
- De schatting van 20-40 vezels/m<sup>3</sup> ligt beneden het huidige VR-niveau, maar in dezelfde orde-grootte of juist boven de door de GR geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu.
- Sinds het verkeer als bron nauwelijks meer bijdraagt, leveren tegenwoordig de emissies vanuit verweerde asbestcementproducten en gebouwen die asbesthoudende materialen bevatten waarschijnlijk de grootste bijdrage aan de asbest achtergrondconcentratie in Nederland.
- Chrysotiel is naar verwachting de meest voorkomende asbestsoort in de buitenlucht. In landelijk gebied kan daarnaast crocidoliet (een vorm van amfibool asbest) in de buitenlucht voorkomen, terwijl amosiet nog in de buurt van gebouwen of constructies waarin bijvoorbeeld spuit-asbest is verwerkt kan worden aangetroffen.

Het meest uitgebreide onderzoek naar asbest in de buitenlucht werd in 1978/1979 in opdracht van het toenmalige Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne uitgevoerd door het TNO Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek [19]. Het gebruik van asbest was toen op haar hoogtepunt. De metingen die toen zijn verricht zijn gepresenteerd in bijlage D van dit rapport. In de buitenlucht lag de concentratie destijds tussen de 100 en 1.000 vezels/m<sup>3</sup>. In de buurt van asbestbronnen kon dit oplopen tot vele tienduizenden vezels/m<sup>3</sup>. De meetgegevens uit 1978 zijn gebruikt in het RIVM-basisdocument asbest uit 1987 [5] waarop het huidige asbestbeleid voor een groot deel is gebaseerd. Een vergelijkbaar onderzoek werd in 1989 op beperkte schaal herhaald [20]. Sinds 1993 is het gebruik van asbest vrijwel verboden en de concentraties zijn sindsdien sterk teruggelopen. Er zijn sinds 1985 geen systematische metingen meer naar achtergrondconcentraties van asbest in de buitenlucht verricht. Echter, TNO heeft de afgelopen 20 jaar wel enkele incidentele achtergrondmetingen gedaan in zowel de stedelijke als niet-stedelijke omgeving. Hieruit wordt de huidige achtergrondconcentratie op ongeveer 20-40 vezels/m<sup>3</sup> geschat (persoonlijke mededeling, J. Tempelman, TNO). Deze geschatte achtergrondconcentratie ligt ruim onder het huidige VR-niveau en rondom de door de GR voorgestelde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu. Jaargemiddeld zal het huidige VR-niveau vrijwel nooit overschreden worden. Aangezien de door de GR geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu mogelijk lager ligt dan de achtergrondconcentratie in de buitenlucht, kan dit niveau wel overschreden worden.

De asbestconcentratie in Nederland op achtergrondniveau wordt bepaald door emissie vanaf specifieke asbesthoudende bronnen naar het leefmilieu. Zo kan de verwerking van asbesthoudende daken, asbest uit gebouwen, en asbest dat vrijkomt uit sterk verontreinigde bodems bijdragen aan de achtergrondconcentratie. Tabel 4-1 geeft een ruwe schatting van de relatieve mate waarin verschillende bronnen bijdragen aan de huidige achtergrondconcentratie. Uit deze tabel wordt onder andere duidelijk dat asbest in wegen en erven vooral een lokaal probleem vormt (zie paragraaf 5.2.1).

Landelijk gezien wordt verwacht dat de bijdrage tot de achtergrondconcentratie vanaf asbestdaken en gebouwen groter zal zijn dan vanuit verontreinigde bodems. Uit diverse onderzoeken (bijvoorbeeld [21]) blijkt dat de totale emissie van asbest vanaf asbestdaken naar het milieu tussen 0,3 en 3 gram/m<sup>2</sup> per jaar bedraagt. Deze emissie wordt voornamelijk veroorzaakt door uitspoeling door regenwater (circa 80%). Circa 20% komt door directe emissie in de lucht terecht. Onder normale gebruiksomstandigheden zal dit niet leiden tot asbestconcentraties in de buitenlucht die hoger zijn dan het huidige VR-niveau (1.000 vezelequivalenten/m<sup>3</sup>), maar mogelijk kan wel de door de GR voorgestelde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu worden overschreden. De asbestconcentraties in de buitenlucht kunnen verschillen per gebied. In agrarische gebieden is weliswaar minder industriële activiteit, maar komen relatief veel asbesthoudende daken voor. Er is echter geen gedetailleerd inzicht in de ruimtelijke verdeling van de achtergrondconcentraties in Nederland.

De gemiddelde samenstelling van het asbest in de achtergrondconcentratie (naar asbestsoort) is moeilijk te geven, gezien het gebrek aan metingen. Te verwachten is echter dat chrysotiel nog steeds de meest voorkomende asbestsoort in de buitenlucht zal zijn, omdat dit de meest toegepaste asbestsoort in asbestcement is. Bij grote schuren en hallen is daarnaast crocidoliet in de asbestcement daken verwerkt, zodat tevens crocidoliet in de buitenlucht van het landelijk gebied voor zal komen. In de directe omgeving van gebouwen waarin spuitasbest of brandwerend board is toegepast kan incidenteel ook amosiet worden aangetroffen

Metingen van de achtergrondconcentraties in de buitenlucht in andere landen kunnen niet zonder meer worden vergeleken met de Nederlandse situatie. Per land zijn er aanzienlijke verschillen wat betreft de bronnen van asbestemissie en hun bijdragen. Zo kent Nederland geen natuurlijke emissiebronnen. Een vergelijking met de Verenigde Staten, Canada, Australië en Europese landen met bergachtige gebieden waar diverse asbestsoorten wel van nature in de bodem voorkomen is daardoor in dit kader niet relevant. Ook wat betreft asbestsoorten die in allerlei producten zijn toegepast bestaan er aanzienlijke verschillen tussen landen.

**Tabel 4-1:** Ruwe schatting van de relatieve mate waarin diverse bronnen bijdragen aan de huidige achtergrondconcentratie van asbest in de buitenlucht (schatting door J. Tempelman, TNO).

Bron	Schatting bijdrage aan de Achtergrondconcentratie
Asbestdaken en andere asbestcement producten	++
Gebouwen en constructies met asbest	+
Sanering van gebouwen en constructies met asbest	+
Verkeer	-
Asbest in bodem (regio's Goor en Harderwijk)	+
Asbest in bodem (rest van Nederland)	+/-
Stortplaatsen/milieustations	+/-
Puinbrekerijen	+/-
Overige bronnen (zie ook paragraaf 5.5)	-

- verwaarloosbare bijdrage

+/- geringe bijdrage

+ matige bijdrage

++ substantiële bijdrage

## 5. Blootstelling rondom specifieke bronnen in het milieu

### Hoofdboodschappen

- De belangrijkste specifieke bronnen voor blootstelling zijn (verweerde) asbestdaken en asbestvezels uit asbestcementproducten die vrijkomen bij werkzaamheden of sloop in gebouwen. Vanuit deze bronnen kan overschrijding van het huidige VR-niveau plaatsvinden en dus ook van de door de Gezondheidsraad geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu.
- Er is op basis van de huidige gegevens geen kwantitatieve beoordeling te geven van de bijdrage van verschillende specifieke bronnen aan de blootstelling aan asbest.
- Ondeskundig handelen door particulieren, bijvoorbeeld bij het verwijderen van asbesthoudende materialen, en illegale sloop door niet gecertificeerde aannemers (zogenaamde “free riders”) levert een substantieel risico op voor individuen en hun directe omgeving.
- Vanuit sterk verontreinigde bodems kan incidenteel verhoogde blootstelling aan asbestvezels plaatsvinden ( $>$  huidig VR niveau), met name in die gevallen waar zich niet-hechtgebonden asbesthoudende producten in hoge concentraties in de toplaag van de bodem bevinden en bij het intensief berijden of belopen tijdens droog weer. Dit is vooral een regionaal probleem bij erven en wegen waarin asbest verwerkt is (regio’s Goor en Harderwijk).
- De asbestconcentratie in de lucht behorend bij de interventiewaarde bodem ligt tussen de door de GR geadviseerde  $10^{-4}$  en  $10^{-6}$  risiconiveau-concentraties in, indien uitgegaan wordt van praktijkmetingen. Deze waarde ligt boven de door de GR geadviseerde  $10^{-4}$  risiconiveau-concentratie indien uitgegaan wordt van “worst case” simulatiemetingen. Een verlaging van de interventiewaarde overeenkomstig het advies van de GR zou leiden tot maximaal een verdubbeling van het aantal gevallen dat gekenmerkt wordt als ‘ernstige bodemverontreiniging’.

Asbest in bouwmaterialen, in wegen en erven, in de bodem en rondom enkele andere specifieke bronnen kan lokaal leiden tot verhoogde asbestconcentraties. Dit zijn specifieke bronnen van asbest, ook wel ‘puntbronnen’ genoemd. Uit deze specifieke bronnen kunnen onder bepaalde omstandigheden plaatselijk verhoogde asbestconcentraties in de lucht ontstaan. De arbeidsgerelateerde risico’s die met blootstelling aan dergelijke specifieke bronnen samenhangen, staan beschreven in hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de blootstelling van de algemene bevolking rondom specifieke bronnen van asbest. Ter indicatie is in Tabel 5-1 een op deskundigenoordeel (J. Tempelman, TNO) gebaseerde schatting weergegeven van de kans op overschrijding van de huidige en de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties voor diverse specifieke bronnen.

### 5.1. Asbest in gebouwen

In naar schatting 30-40% van alle industriële gebouwen, particuliere woningen, schuren en opstallen van voor 1994 bevinden zich nog asbesthoudende materialen. Het is moeilijk om een eenduidig inzicht te geven van de risico’s voor de samenleving die samenhangen met bestaande materialen waarin asbest verwerkt is. Verschillende soorten asbest zijn op verschillende manieren toegepast en de staat van het materiaal beïnvloedt hoe groot de mogelijke gezondheidsrisico’s zijn. Asbest vormt pas een gevaar voor de volksgezondheid als de vezels loskomen van het materiaal waarin ze zijn verwerkt.

**Tabel 5-1:** Op deskundigenoordeel (J. Tempelman, TNO) gebaseerde schatting van de kans op overschrijding van de huidige en door de Gezondheidsraad voorgestelde risiconiveau-concentraties voor enkele specifieke bronnen in de buitenlucht.

Specifieke bronnen	Kans op overschrijding huidige risiconiveau-concentraties	Kans op overschrijding van door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties	Toelichting
Asbest in gebouwen	+/-	+	Vooral door <u>secundaire emissie</u> of bij een "asbestbrand"
Asbest in bodem (emissie naar buitenlucht) Regio's Goor en Harderwijk	+/-	+	Betreft met name de als "hoog risico" aangedeude erven en wegen (> 100mg/kg asbest in de bodem, geconcentreerd in de toplaag)
Asbest in bodem (emissie naar buitenlucht) Rest van Nederland	-	+/-	Overige locaties waar zich asbest in de bodem bevindt (<< 100 mg/kg asbest in de bodem)
Stortplaatsen/milieustations	-	+/-	Bij gecontroleerde stort en de juiste voorzieningen is de kans op overschrijden klein.
Puinbrekerijen	-	+/-	Emissie wordt beperkt bij hantering van de <u>beoordelingsrichtlijn</u> (BRL 2620) [22] voorschrijft ter voorkoming van asbestverontreiniging (" <u>zorgvuldigheidsmodule</u> ")
Overige bronnen	-	+/-	Onvoorziene bronnen zijn bijvoorbeeld asbesthoudende artikelen uit China of via natuurlijke verontreinigingen in mineralen (zie verder paragraaf 5.5)

- kans verwaarloosbaar: < 10<sup>-6</sup>-niveau
- +/- kans matig: >10<sup>-6</sup> maar <10<sup>-4</sup>-niveau
- + kans substantieel: >10<sup>-4</sup>

### 5.1.1. Asbestdaken

Zowel in particuliere als industriële gebouwen is in het verleden asbest verwerkt in daken, meestal in de vorm van asbestcement (zie Figuur 5-1). Na 1993 zijn er vrijwel geen nieuwe asbestcementproducten meer toegepast. Veel asbestdaken zullen inmiddels een zekere mate van verwerking vertonen. Uit onderzoek [21,23] blijkt dat de sterkste verwerking optreedt bij asbestcement dat in stallen is gebruikt. De verwerking is ook aan de binnenzijde aanzienlijk, ten gevolge van de agressieve dampen die inwerken op het cement.



**Figuur 5-1:** Een golfplaten dak van asbestcement in Lisse.

Gecoate asbestcement-dakleien, veelal toepast op woningen, zijn relatief het minst verweerd. Toepassing van asbestcement-golfplaten, waarin naast chrysotiel ook amfibool asbest (crocidoliet, 5-7%) is verwerkt, is beperkt tot daken op grote schuren, hallen en fabriekscomplexen. Als dakgoten niet voldoende functioneren, kunnen uitgespoelde asbestvezels op trottoirs of looppaden terechtkomen en in de aangrenzende woningen worden ingelopen. In de woning kan dit vervolgens leiden tot langdurige blootstelling aan, meestal lage, asbestconcentraties (secundaire emissie). Bij droog weer kan emissie naar de lucht optreden vanaf de asbestcement daken en de goten. Hoewel de emissie vanaf asbestdaken onder normale gebruiksomstandigheden niet leidt tot concentraties boven het huidige VR-niveau, kan asbestcement bij brand met kracht delamineren (“explosie”), waarbij respirabele asbestvezels in de buitenlucht vrijkomen. Het gaat daarbij om kortdurende piekconcentraties in de lucht waarbij het VR jaargemiddeld niet overschreden wordt. De vrijkomende asbestflinters kunnen echter leiden tot secundaire besmetting van de bodem of van woningen en andere besloten ruimten (inlopen).

### 5.1.2. Overige bouwmaterialen

Naast asbestdaken zijn er nog andere onderdelen van gebouwen, constructies en installaties waarin asbesthoudende materialen kunnen zijn verwerkt. Hechtgebonden asbesthoudende bouwmaterialen leveren, als het materiaal in goede staat verkeert en er niet gesloopt of bewerkt wordt, weinig gezondheid risico's. Het meeste asbest (bijna uitsluitend chrysotiel) is verwerkt in dergelijke hechtgebonden asbestcement producten, waarvan de emissie gering zal zijn.



**Figuur 5-2:** Spuitasbest, met veelal amfibool (amosiet of crocidoliet) asbestvezels die gemakkelijk los komen van de matrix, in 2009 aangetroffen in een gebouw dat rond 1994 is gesaneerd (foto ter beschikking gesteld door BME Asbestconsult B.V.).

Een hogere emissie kan worden verwacht vanuit bouwwerken waarin niet-hechtgebonden asbest is verwerkt. Een voorbeeld hiervan is spuitasbest (zie Figuur 5-2). Dit materiaal (meestal amosiet) is vóór 1978 regelmatig gebruikt als isolatiemateriaal en als brandwerende laag op staalconstructies. Andere vormen van niet-hechtgebonden asbest zijn brandwerende platen die amosiet bevatten en zwaar verweerd asbestcement (voornamelijk chrysotiel).

In gebouwen met dergelijke niet-hechtgebonden asbesthoudende producten doen zich soms incidenten voor die tot hoge asbestblootstelling kunnen leiden. Het gaat hierbij zowel om arbeidsgereleerde blootstelling als om passieve blootstelling van bewoners/gebruikers (zie hoofdstuk 6 en Tabel 6-2). Binnen in het gebouw kunnen de asbestconcentraties daarbij hoog oplopen, maar emissie naar de buitenlucht is waarschijnlijk laag. Ook particulieren die zonder inachtneming van de richtlijnen zelfstandig asbest verwijderen (zie paragraaf 5.3) kunnen aan hoge asbestconcentraties worden blootgesteld. In industriële gebieden kan enige emissie worden verwacht van onderhoudswerken aan met asbest geïsoleerde leidingen (chrysotiel en amfibool asbest, zowel amosiet als crocidoliet).



Als gevaar bestaat dat vezels uit asbesthoudend materiaal loskomen en er derhalve een volksgezondheidsrisico is, worden gebouwen in principe gesaneerd. Hiervoor gelden verschillende protocollen: Inventarisatie van asbest in gebouwen en constructies (SC 540) [24], Protocol voor asbestverwijdering (SC 530) [25]; Eindcontrole na asbestverwijdering (NEN 2990) [17] en Risicobeoordeling van asbest in gebouwen en constructies in niet-sloopsituaties (NEN 2991) [16]. Gesaneerde gebouwen worden vrijgegeven als er na grondige inspectie geen asbestrestanten meer worden aangetroffen en de asbestconcentratie in de lucht (“actieve meting”) onder de zogenaamde vrijgavegrens valt. Op dit moment geldt een vrijgavegrens voor gebouwen, woningen en constructies van 10.000 vezels/m<sup>3</sup> (= 0,01 vezels/cm<sup>3</sup>, zie ook in Tabel 2-2). Bij complexe saneringen van bijvoorbeeld spuitasbest of amosiet-bevattend brandwerend board kunnen achtergebleven asbestresten die na sanering over het hoofd zijn gezien later incidenteel toch tot blootstelling leiden, ook als in eerste instantie de vrijgavegrens behaald was. Met name gebouwen die langer geleden gesaneerd zijn (circa 1980-1995) voldoen vaak niet aan de huidige eisen zoals beschreven in de NEN 2990 [17].

Tot slot valt uit figuur 3 op pagina 41 van het GR rapport [1] af te leiden dat blootstelling op jonge leeftijd een hoger risico oplevert op de ontwikkeling van asbestgerelateerde gezondheidseffecten (persoonlijke mededeling, prof. dr. ir. D.J.J. Heederick en Drs. J.W. Dogger, Commissie Gezondheidsraad). Dit kan derhalve implicaties hebben voor de saneringsspoed van scholen en andere gebouwen waar jonge mensen zich veel bevinden.

## 5.2. Bodem

Anders dan bij asbest in lucht, waarbij het gaat om asbestvezels die direct ingeademd kunnen worden (actueel risico), vormt de aanwezigheid van asbest in grond vooral een indirect risico. De asbestvezels zitten meestal gebonden in asbesthoudend materiaal zoals asbestcement en zullen pas in de lucht komen als ze hieruit vrijkomen doordat er een activiteit op de bodem plaatsvindt.

### 5.2.1. Asbestwegen en erven

Asbestafval van de asbestcementindustrie is in het verleden in sommige regio's toegepast als verhardingsproduct voor wegen en erven. Zo is in de omgeving van de voormalige asbestcementfabrieken in Goor (Eternit) en Harderwijk (Asbestona) tot begin jaren zeventig op grote schaal asbestcementafval gebruikt om wegen en erven te verharderen (zie Figuur 5-3).



**Figuur 5-3:** Berm van een weg in de regio Goor, waarin stukjes asbesthoudendmateriaal te vinden zijn die in de vorige eeuw werden aangebracht om de weg te verharderen.

De emissie vanuit asbesthoudende materialen in of op wegen en erven wordt sterk beïnvloed door de activiteit op de bodem en de weersomstandigheden.

Activiteit kan ontstaan door auto's, brommers of fietsen die over asbestverharde wegen rijden. Bij droog weer en zwakke tot matige wind zal de emissie van respirabele asbestvezels relatief het grootst zijn, terwijl bij vochtig weer de emissie verwaarloosbaar is. Op basis van de door TNO uitgevoerde "inventarisatie asbestwegen rondom Goor en Harderwijk, 1<sup>e</sup> fase" [26] en eerder uitgevoerde metingen nabij een asbestweg [27] is een model opgesteld om het relatieve risico in te schatten. Hieruit kan worden afgeleid dat het grootste kans op overschrijding van de huidige risiconiveau-concentraties bestaat als zich niet-hechtgebonden asbest (> 100 mg/kg) bevindt in de top-laag van wegen of erven (zie Tabel 15-1 in bijlage E).



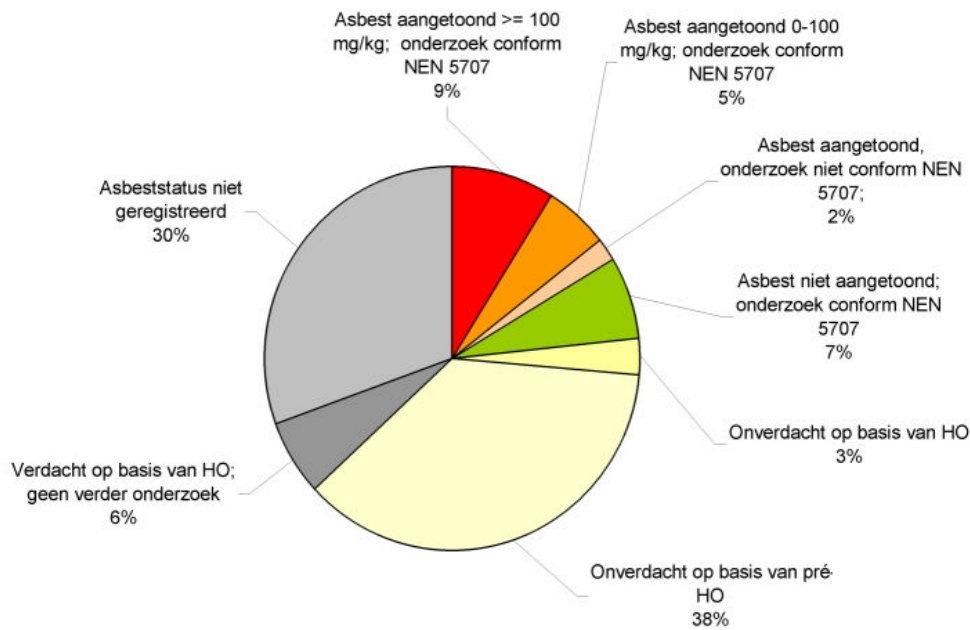
**Figuur 5-4:** Sanering van een met asbest verhard erf in de regio Goor.

Een groot deel van de asbestwegen en –erven in de betreffende regio's is inmiddels gesaneerd (Figuur 5-4). Aangenomen kan worden dat de achtergrondconcentratie in de lucht tot beneden het huidige VR zal zijn afgenomen. Het is echter niet uit te sluiten dan incidenteel de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu wel wordt overschreden op niet-gesaneerde asbestwegen en –erven. Bij de licht verontreinigde bodems (< 100 mg/kg<sub>ds</sub>) en in geval van hechtgebonden asbest is het niet te verwachten dat er asbestconcentraties boven het huidige VR-niveau in de lucht zullen ontstaan (zie ook paragraaf 5.2.2).

### **5.2.2. Overige bodemverontreiniginglocaties**

Deze paragraaf behandelt asbest dat zich in de bodem bevindt door emissie naar de bodem van asbesthoudende materialen. De informatie die voorhanden is over asbestconcentraties in de bodem zijn gegevens die systematisch worden verzameld in het kader van het project "Monitoring bodemsanering". Deze gegevens betreffen daardoor alleen de locaties waar bodemsanering heeft plaatsgevonden. De absolute asbestconcentraties worden in het project "Monitoring bodemsanering" niet verzameld.

Figuur 5-5 geeft enkele kenmerken weer van de in het jaar 2009 afgeronde bodemsaneringen voor heel Nederland. Uit deze figuur blijkt dat in tenminste 9% van de bodemsaneringen de huidige interventiewaarde voor asbest wordt overschreden. In tenminste 5% van de gevallen is asbest aangetoond, maar in een concentratie lager dan de interventiewaarde.



HO: Historisch onderzoek

NEN 5707: Bodem - Inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem en partijen grond [18]

**Figuur 5-5:** De geaggregeerde resultaten voor de aanwezigheid van asbest in de bodem uit het project “Monitoring bodemsanering”, voor 2009 (totaal aantal afgeronde saneringen: 1930).

In Tabel 5-2 is de asbeststatus van de locaties die werden geregistreerd in het kader van het Jaarverslag Bodemsanering over de periode 2007 t/m 2009 samengevat. Uit deze tabel blijkt dat voor een relatief groot deel van de bodemsaneringen de asbeststatus onbekend is (tussen de 33% en 46% van het totaal). Van de gevallen waarbij de asbeststatus bekend is, wordt in ongeveer een kwart van de gevallen asbest aangetroffen.

**Tabel 5-2:** Asbeststatus van de locaties die werden geregistreerd in het kader van het Jaarverslag Bodemsanering (% van totaal aantal afgeronde saneringen waarbij asbest gemeten is).

Jaar	Geen asbest (%)	Asbestconcentratie > huidige interventiewaarde (> 100 mg/kg <sub>ds</sub> ) (%)	Asbeststatus onbekend (%)
2007	41	7	46
2008	50	9	33
2009	48	9	36

### 5.2.3. Afleiding interventiewaarde bodem

Om te toetsen of er sprake is van een zogenaamde “ernstige bodemverontreiniging” bestaat er een interventiewaarde bodem. Daarbij wordt een conversie gebruikt die de mate van (mogelijke) uitwisseling van asbest uit de bodem naar de lucht aangeeft. Deze conversie kan voor asbest op twee manieren uitgevoerd worden: aan de hand resultaten van praktijkmetingen en aan de hand van resultaten van simulatiemetingen. De praktijkmetingen zijn uitgevoerd bij sloop en graafwerkzaamheden [28]. De simulatiemetingen zijn door geforceerde activiteiten ontstaan, zoals het vooraf fijnmalen van de asbesthoudende materialen en geforceerde ventilatie tijdens de metingen [28]. Beide metingen geven locatiespecifieke concentraties in de lucht aan ten tijde van een bepaalde activiteit.

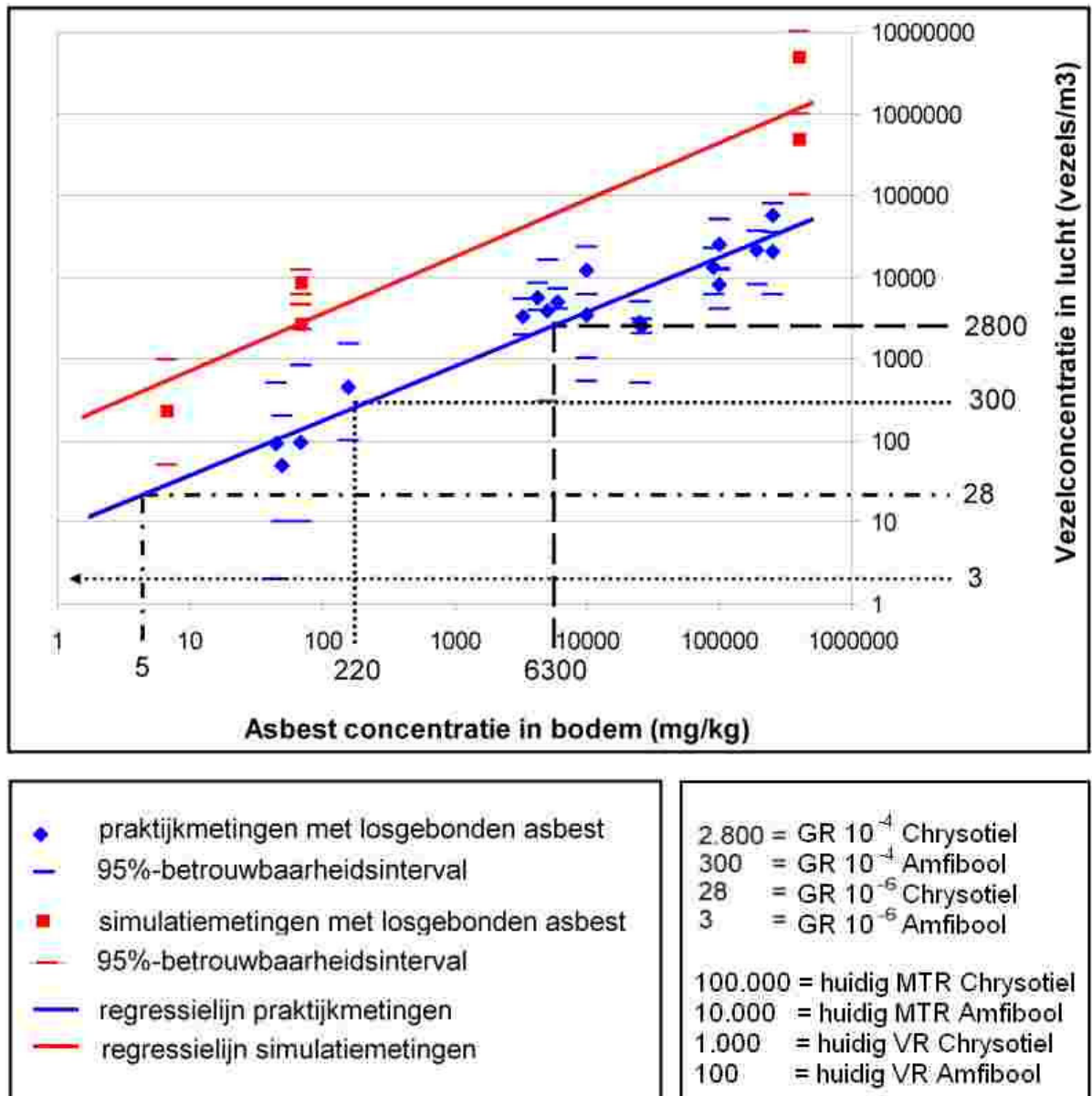
Na afloop van activiteiten zullen de asbestconcentraties in de lucht vaak afnemen tot achtergrondniveau. Bovendien ligt de vezelconcentratie binnen enige tientallen meters van een activiteit vaak onder het huidige VR-niveau [29].

Figuur 5-6 geeft voor zowel praktijk- als simulatiemetingen de gevonden concentraties van niet-hechtgebonden asbest in de bodem en bijbehorende aantallen vezels/m<sup>3</sup> in de lucht. Praktijkmetingen voor hechtgebonden asbest (bijlage G) laten zien dat de emissie daarvan naar de lucht nihil is, behalve bij zeer hoge concentraties in de bodem. De simulatiemetingen geven een overschatting van de hoeveelheid asbestvezels die bij een bepaalde concentratie in de bodem in de lucht onder natuurlijke omstandigheden vrijkomt. Dit komt omdat deze metingen zijn uitgevoerd met losse asbestvezels en onder zeer droge omstandigheden; deze situatie zal in de praktijk normaliter niet vóórkomen. De praktijkmetingen zijn onder meer natuurlijke omstandigheden uitgevoerd dan de simulatiemetingen. Er is vooral tijdens gangbare activiteiten gemeten, zoals tijdens graven en storven. Hierbij is alleen gemeten bij droog weer.

Uit de verschillende metingen volgde in 2003 [11] een interventiewaarde voor asbest in bodem van 100 mg/kg<sub>ds</sub>, uitgedrukt als de optelsom van de concentratie aan chrysotiel en tien maal de concentratie aan amfibool asbest (gewogen norm). Bij deze asbestconcentratie in de bodem werden bij geen van de praktijkmetingen asbestconcentraties in de lucht boven het huidige VR-niveau gemeten. Voor de zeer conservatieve simulatiemetingen werd het huidige MTR-niveau niet overschreden. Er werd geen specifiek onderscheid gemaakt tussen typen asbest, omdat voor het grootste deel van de metingen sprake is van gemengd asbest of het type asbest niet bekend is [11].

Volgens de Wet bodembescherming dient bij overschrijding van de interventiewaarde de sanerings spoed te worden vastgesteld volgens de Circulaire bodemsanering [30,31]. Voor asbest is hiervoor een standaard procedure opgesteld [31], die staat beschreven in bijlage F. Er is afgesproken dat er sprake is van een locatiespecifiek risico voor de mens, tenzij het tegendeel kan worden aangetoond ("risico, tenzij...").

Voor asbest is, in tegenstelling tot veel andere stoffen, geen terugsaneerwaarde (saneringsdoelstelling) bepaald, waaraan kan worden geëvalueerd of voldoende bodemsanering heeft plaatsgevonden. De terugsaneerwaarde is de maximale resterende concentratie asbest die na de sanering in de bodem aanwezig mag zijn. Aangezien er ook geen streefwaarde bodem voor asbest bestaat, kan deze niet als alternatief voor de terugsaneerwaarde worden gebruikt. In de praktijk wordt vaak de interventiewaarde als terugsaneerwaarde gebruikt. Die ligt momenteel op 100 mg/kg<sub>ds</sub> (dus 100 mg/kg<sub>ds</sub> chrysotiel en 10 mg/kg<sub>ds</sub> amfiboolasbest). In sommige gevallen wordt ook de nulnorm als terugsaneerwaarde gehanteerd.



**Figuur 5-6:** Asbestvezelconcentratie in de lucht (vezeles/m<sup>3</sup>), als functie van de niet-hechtgebonden asbestconcentratie in bodem/puin(granulaat) (mg/kg<sub>ds</sub>) [11], door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor de lucht en corresponderende risicogrensconcentraties voor de bodem.

#### 5.2.4. Bodembeleid en de GR risiconiveau-concentraties

Figuur 5-6 toont het huidige MTR en VR, alsmede de risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu zoals voorgesteld door de GR. Derhalve kan deze figuur gebruikt worden om "risicogrensconcentraties"<sup>8</sup> te bepalen, als indicatie van de mogelijke impact van de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu op de interventiewaarde voor de bodem. In Tabel 17-1 (bijlage G) staan de bijbehorende risicogrensconcentraties voor asbest in de bodem.

<sup>8</sup> Risicogrensconcentratie is in deze context een asbestconcentratie in de bodem die globaal correspondeert met een specifieke risiconiveau-concentratie voor asbest in de lucht op basis van praktijkmetingen (in figuur weergegeven) of op basis van simulatiemetingen (niet in figuur weergegeven).

Voor routinematig uitgevoerde metingen in bodemmonsters volgens NEN 5707 [18] geldt een praktische bepalingsgrens van 2 mg/kg<sub>ds</sub>. De risicogrensconcentratie voor amfibool asbest, behorende bij de door de GR geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie, zoals afgeleid uit de praktijkmetingen (< 1 mg/kg<sub>ds</sub>) is praktisch gezien niet meer meetbaar (zie ook paragraaf 3.3). Hetzelfde geldt voor de risicogrensconcentraties van amfibool asbest en chrysotiel afgeleid uit de simulatiemetingen (beide < 1 mg/kg<sub>ds</sub>).

De metingen zoals weergegeven in Figuur 5-6 kunnen moeilijk worden omgezet naar vezelequivalenten, omdat een gedeelte van de metingen een combinatie van chrysotiel en amfibool asbest betreft of het type asbest onbekend is. Als er echter vanuit gegaan wordt dat alle metingen amfibool asbest betreffen is er een figuur te construeren op basis van vezelequivalenten (zie Figuur 17-1 in bijlage G). Hieruit is te concluderen dat:

- de concentratie in de lucht bij een bodemconcentratie van 100 mg/kg<sub>ds</sub> (gewogen) -de huidige interventiewaarde- in de ordegrrootte van 400 vezelequivalenten/m<sup>3</sup> lucht ligt, indien uitgegaan wordt van de praktijkmetingen. Deze waarde ligt in tussen de door de GR geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu (28 vezelequivalenten/m<sup>3</sup>) en de 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu (2.800 vezelequivalenten/m<sup>3</sup>).
- Indien uitgegaan wordt van de simulatiemetingen ligt de concentratie in de lucht bij een bodemconcentratie van 100 mg/kg<sub>ds</sub> (gewogen) in de ordegrrootte van 8.000 vezelequivalenten/m<sup>3</sup> lucht. Deze waarde ligt boven de door de GR geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentratie voor het algemene milieu (2.800 vezelequivalenten/m<sup>3</sup>).

Indien het beleid ervoor kiest om de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu als uitgangspunt voor beleid te nemen, dan moeten de huidige normstellingen en bijbehorende protocollen daarop worden aangepast. Uit Tabel 5-2 is af te leiden dat een verlaging van de interventiewaarde aan de hand van de nieuwe door de GR afgeleide risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu zou leiden tot maximaal een verdubbeling van het aantal gevallen dat gekenmerkt wordt als 'ernstige bodemverontreiniging'. Vanwege de grenzen aan de meetbaarheid van lage asbestconcentraties in de bodem (zie paragraaf 3.3) zijn interventiewaarden op basis van de 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties bij levenslange milieublootstelling zoals geadviseerd door de GR geen praktisch hanteerbare waarden zijn om gemeten concentraties in de bodem direct aan te toetsen. De concentratieniveaus behorende bij de door de GR geadviseerde 10<sup>-4</sup> risiconiveau-concentraties zijn in de bodem wel goed meetbaar.

De door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu kunnen implicaties hebben voor de procedure saneringsspoed (zie bijlage F). De procedure voor eenvoudige toetsing (stap 1) zou gehandhaafd kunnen blijven als de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu worden geïmplementeerd, aangezien daarbij in het geheel geen vezels vrijkomen [32]. De toetsing bij stap 3, waarbij de gemeten luchtconcentratie wordt getoetst, zou echter aanpassing behoeven. Aangezien er geen officiële risicogrens voor asbest bestaat die als terugsaneerwaarde wordt gehanteerd, heeft het GR rapport op dit moment geen invloed op een terugsaneerwaarde.

### 5.3. Ondeskundige verwijdering van asbest door particulieren

In veel particuliere woningen, schuren en opstallen bevinden zich nog asbesthoudende materialen. Als particulieren zonder voorzorg en inachtneming van de richtlijnen asbest verwijderen, kan dit incidenteel leiden tot zeer hoge blootstelling.

Er kunnen dan zoveel respirabele asbestvezels vrijkomen dat ook in de omringende buitenlucht verhoogde asbestconcentraties ontstaan. Daarnaast kan dit leiden tot besmetting van overige ruimten in een woning, waardoor nog lange tijd nalevering van asbestvezels aan de lucht kan optreden (secundaire emissie).

Volgens de huidige wet- en regelgeving is het aan particulieren toegestaan om maximaal 35 m<sup>2</sup> hechtgebonden asbesthoudende materialen of asbesthoudende vloerbedekking zelf te verwijderen, mits daarbij de door het Ministerie van VROM opgestelde richtlijn wordt opgevolgd. De richtlijn is destijds opgesteld omdat bleek dat particulieren, vanwege de hoge kosten van professionele asbestverwijdering, vaak zelf asbesthoudende materialen verwijderen. Een verbod daarop was en is vrijwel niet te handhaven. Het Ministerie van VROM koos er daarom voor om het zelf verwijderen beperkt toe te laten en daarbij praktische richtlijnen te verstrekken om de emissie van asbest zo laag mogelijk te houden. Echter, uit diverse evaluaties blijkt dat de voorschriften vaak niet voldoende worden opgevolgd. Hierdoor treedt ook nu nog af en toe hoge blootstelling aan asbest op. Het komt ook voor dat particulieren geen vermoeden hebben dat een bepaald materiaal asbesthoudend is en zonder bescherming gaan slopen.

#### **5.4. Illegale verwijdering door niet gecertificeerde bedrijven**

Uit diverse rapporten, zoals een recent rapport van de Provincie Noord-Holland [33], blijkt dat het illegaal verwijderen van asbest door zogenaamde “free riders” (niet gecertificeerde aannemers) een groeiend probleem vormt. Dit soort asbestverwijdering of het illegaal storten van afval, waarbij geen of te weinig voorzorgsmaatregelen genomen worden, kan leiden tot verhoogde blootstelling aan asbest van individuen en hun omgeving. Deze praktijken zullen vrijwel zeker leiden tot incidentele blootstelling aan asbest boven de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties. De aanbeveling van de Provincie Noord Holland om verwijdering zonder certificering onder bepaalde voorwaarden, vergelijkbaar met de regeling voor particulieren, toe te staan is tot stand gekomen vóór het GR advies werd gepubliceerd en moet daarom wellicht worden heroverwogen.

#### **5.5. Overige specifieke bronnen**

Ook vanuit onderstaande specifieke bronnen kan incidenteel asbest vrijkomen. Alle hieronder gegeven schattingen over de omvang van deze emissies zijn een deskundigenschatting [J. Tempelman, TNO].

##### **Stortplaatsen/ milieustations**

Hoewel uit recente studies (o.a. [33]) blijkt dat de toelevering van asbesthoudende materialen aan stortplaatsen en milieustations door zowel particulieren als aannemers niet altijd volgens de regels verloopt, wordt de asbestemissie vanuit deze bronnen relatief gering geacht.

##### **Puinbrekerijen**

Er bestaan puinbrekerijen op een vaste locatie en mobiele breekinstallaties waar het puin nabij de sloop wordt verwerkt. De controle op aanlevering van eventueel asbesthoudend puin is, met name op de vaste locaties, de laatste jaren sterk verbeterd door toepassing van de Beoordelingsrichtlijn BRL 2506 (Zorgvuldigheidsmodule [22]).

Hoewel de kwaliteit van mobiele brekers niet per definitie minder is, is het, gezien de kortdurende activiteiten en het feit dat de slooplocatie bepalend is voor de kwaliteit van het aangeleverde puin, moeilijker om effectieve controle uit te voeren. Behoudens enkele incidenten wordt de asbestemissie vanuit puinbrekerijen gering geacht.

### **Verkeer**

Het gebruik van asbesthoudende rem- en frictiematerialen is sinds lang verboden. Terwijl het verkeer vroeger de belangrijkste bijdrage leverde aan de achtergrondconcentratie asbest in de buitenlucht, wordt de bijdrage tegenwoordig als verwaarloosbaar beschouwd.

### **Geïmporteerde goederen**

Import van asbesthoudend materiaal is verboden. Het komt echter voor dat producten worden geïmporteerd uit landen waarin het gebruik van asbest nog is toegestaan, zoals China, die onvoorzien asbesthoudende onderdelen of asbesthoudend verpakkingsmateriaal blijken te bevatten. Voorbeelden hiervan zijn kachels, verpakkingen van vuurwerk en pakkingmaterialen voor bromfietsen en motoren. Incidenteel kan dit leiden tot kortdurende blootstelling van werknemers.

### **Sloop van schepen**

Blootstelling aan asbest kan optreden door emissie van asbest naar de buitenlucht bij de sloop van oude schepen die met asbest zijn geïsoleerd. Dergelijke slooprojecten worden in Nederland niet (meer) uitgevoerd. Met name in India en Bangladesh worden oude schepen nog illegaal en op zeer onveilige wijze gesloopt ("ship-wrecking") [34]. VROM voert een actief beleid om dergelijke praktijken te voorkomen.



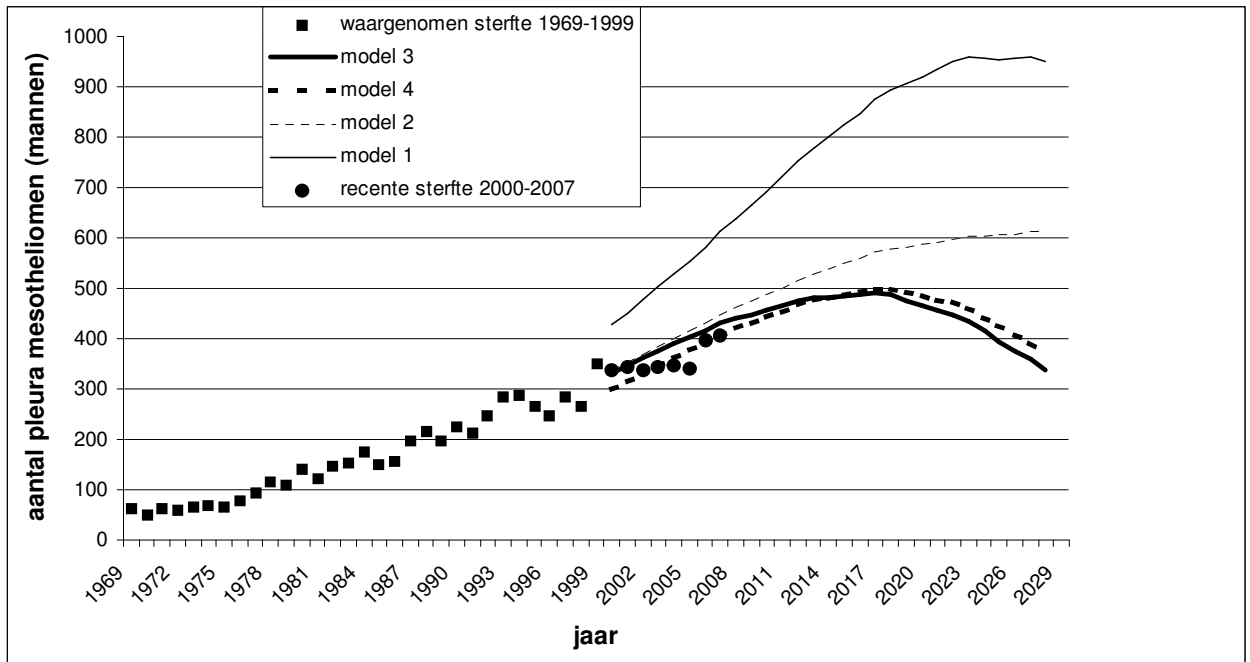
## 6. Arbeidsgerelateerde blootstelling

### Hoofdboodschappen

- De asbestslachtoffers van nu zijn voornamelijk het gevolg van hoge arbeidsgerelateerde asbestblootstelling in het verleden.
- Het is onduidelijk hoeveel slachtoffers er in de toekomst zullen zijn ten gevolge van huidige arbeidsgerelateerde blootstelling. Wel is duidelijk dat de blootstelling sinds de vorige eeuw gedaald is.
- Wat betreft risicogroepen heeft een verschuiving plaatsgevonden van mensen die direct met asbesthoudende materialen werken naar monteurs, onderhoudspersoneel en installateurs in gebouwen en constructies waarin asbesthoudende materialen zijn verwerkt.
- Indien de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties voor arbeidsgerelateerde blootstelling uitgangspunt worden voor beleid, zullen verscheidene protocollen en normvoorschriften, en mogelijk ook de indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen, aangepast moeten worden.

### 6.1. Historische arbeidsgerelateerde blootstelling en gezondheidseffecten

In de vorige eeuw werkten behoorlijk wat arbeiders in Nederland in de asbestverwerkende industrie. De GR schat dat minimaal 330.000 werknemers in het verleden een 'relevante' blootstelling aan asbest hebben gehad [1]. In arbeidsgerelateerde situaties zijn destijds concentraties tot 200 miljoen vezels/m<sup>3</sup> gemeten. Vanwege de lange latentietijd tussen blootstelling en ziekte (bij mesothelioom tot meerdere decennia) zijn asbestgerelateerde ziekten van nu veelal het gevolg van arbeidsgerelateerde asbestblootstelling in het verleden. Uit de analyse van de sterftcijfers van asbestslachtoffers komt naar voren dat het, behoudens enkele uitzonderingen, gaat om mensen die beroepsmatig zijn blootgesteld aan asbestconcentraties waarbij de huidige normen ruimschoots zijn overschreden. Volgens gegevens van het Instituut Asbestslachtoffers [35] zijn in 2006 463 mensen overleden aan mesothelioom. Het totaal aantal slachtoffers aan mesothelioom in Nederland is weergegeven in Figuur 6-1 [1,36]. In Tabel 6-1 is het relatieve risico voor pleura-mesothelioom voor diverse "klassieke" beroepsgroepen weergegeven [37]. Het betreft werknemers die langdurig aan zeer hoge asbestconcentraties, veelal van het type amfibool, zijn blootgesteld tijdens werkzaamheden die nu niet meer voorkomen. Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) registreerde tussen 1995-1999 46 overlijdensgevallen door asbestose. Voor longkanker is het aandeel door roken erg groot en is het dus lastig aan te wijzen hoeveel longkankergevallen specifiek door asbest veroorzaakt worden [1].



**Figuur 6-1:** Het aantal sterftegevallen onder mannen door mesotheliom in Nederland. De lijnen geven schattingen vanaf 1999 gebaseerd op verschillende aannames bij het gebruikte model [36]. Aan de oorspronkelijke grafiek is het aantal sterftegevallen van 2000 tot 2007 toegevoegd [1]. Duidelijk is dat model 1 het slechtst correleert met de werkelijk geregistreerde gevallen van pleura-mesotheliom.

**Tabel 6-1:** Analyse van 702 gevallen van pleura-mesotheliom in Nederland in de periode 1990 tot 2000 [37].

Bedrijfstak	Aantal gevallen per 100 werknemers	Relatief risico <sup>9</sup>
Isolatiebedrijven	4,7	328
Scheepsbouw & onderhoud	1,2	83
Raffinaderijen/petrochemie	0,3	24
Fabricage van treinen en trams	0,2	15
Marine (schepen)	0,2	13
Asbestcement-industrie	0,1	9
Mijnbouw (kolen)	0,1	9
Spoorwegen	0,1	7

## 6.2. Huidige arbeidsgerelateerde blootstelling

Blootstelling aan asbest die uitsluitend arbeidsgerelateerd is komt veel minder voor dan vroeger, aangezien het be- en verwerken van asbest sinds 1993 vrijwel verboden is. Alleen werknemers in de asbestsaneringsbranche zijn nog als “klassieke” asbestwerkers te beschouwen. Daarnaast zijn er beroepsgroepen die incidenteel aan asbest kunnen worden blootgesteld, zoals bijvoorbeeld monteurs, installateurs, bouwvakkers en slopers die werken in gebouwen of constructies waarin asbest is verwerkt. Verder kunnen ook andere beroepsgroepen passief aan asbest worden blootgesteld, indien zij werken in asbestbesmette kantoorpanden, winkelcentra, scholen, etc.

<sup>9</sup> Het relatief risico (dimensieloos) geeft de verhouding van het risico op ziekte tussen een blootgestelde en een niet blootgestelde groep.

Zodra een dergelijk bouwwerk betreden kan worden door “algemeen publiek” gelden in feite de risiconiveau-concentraties voor het milieu (zie verder hoofdstuk 5).

Vanwege de lange latentietijd en het gebrek aan gegevens over actuele blootstelling in arbeidsgerelateerde situaties, is het moeilijk een schatting te maken van het aantal toekomstige slachtoffers door huidige blootstelling. De effecten van het huidige asbestbeleid in de gezondheidsstatistieken moet grotendeels nog zichtbaar worden. Aangezien er minder mensen direct met asbesthoudende materialen werken, kan worden aangenomen dat het aantal slachtoffers zal afnemen. Figuur 6-1 in paragraaf 6.1 toont prognoses voor de toekomstige sterfte aan mesothelioom aan de hand van vier verschillende modellen. Uit een analyse van deze modellen blijkt dat de modellen 3 en 4 het best correleren met de geregistreerde sterftcijfers voor mesothelioom [38], terwijl ook model 2 nog niet uitgesloten kan worden.

Tabel 6-2 geeft een ruwe schatting van de kans op overschrijding van de huidige risiconiveau-concentraties voor verschillende arbeidssituaties. Overigens hoeft het bij deze mogelijke overschrijdingen niet per sé om arbeidsgerelateerde blootstelling te gaan. Ook de algemene bevolking kan incidenteel worden blootgesteld aan asbest dat vrijkomt bij asbestgerelateerde werkzaamheden.

**Tabel 6-2:** Schatting van de kans op overschrijding van de huidige streef- en verbodsniveaus voor verschillende bronnen en situaties (J. Tempelman, TNO, persoonlijke mededeling gebaseerd op diverse onderzoeken van TNO over de laatste 25 jaar).

Bron	Kans op overschrijding van de huidige streef- en verbodsniveaus	Toelichting
Gebouwen en constructies met niet-hechtgebonden asbest (niet-sloopsituaties)	+/- tot +	Vooraf onderhoudspersoneel en passieve blootstelling na incidenten waarbij onvoorzien asbest in de lucht vrijkomt (b.v. tijdens een verbouwing of reparatie van gebouwen waarin asbesthoudende materialen zijn verwerkt). In veel gevallen gaat het daarbij om amosiet dat vrijkomt uit niet-hechtgebonden producten.
Sanering van gebouwen en constructies met niet-hechtgebonden asbest (oude saneringen, slecht uitgevoerd)	+/- tot +	In risicogegebouwen met spuitasbest of brandwerend board (amosiet), met name in die gevallen waarbij de protocollen onvoldoende zijn gevolgd of minder strenge criteria zijn gehanteerd. De +/- situaties kunnen zich voordoen door verstoringen in een gebouw (bijvoorbeeld een verbouwing) waardoor achtergebleven restanten asbest opnieuw in de lucht terechtkomen.
Sanering van gebouwen en constructies met niet-hechtgebonden asbest (nieuwe saneringen, uitgevoerd door een gecertificeerd bedrijf)	- tot +/-	Risico betreft asbestsaneerders die vrijwel dagelijks asbesthoudende materialen verwijderen. Ondanks uitvoering conform SC 530 is er kans op kleine incidenten die tot blootstelling kunnen leiden.

- kans verwaarloosbaar (<huidig streefniveau)
- +/- kans matig (>huidig streefniveau maar < huidig verbodsniveau)
- + kans substantieel (>huidig verbodsniveau)

### **6.2.1. Werknemers in asbestsanering en gecontroleerde sloop**

In Nederland worden jaarlijks honderden panden gesaneerd omdat er asbest is aangetroffen. Hiervoor zijn verschillende regels en protocollen opgesteld. De werkmethode voor het verwijderen van asbest en de daarbij behorende regels, deskundigheidseisen etc. zijn vastgelegd in het certificatieschema SC 530. In het Arbeidsomstandighedenbesluit zijn drie verschillende risicoklassen voor werken met of slopen van asbesthoudende producten vastgesteld. De risicoklassen zijn mede gebaseerd op de concentratieniveaus die bij de werkzaamheden ontstaan en beschrijven dus in relatieve zin hoe gevaarlijk het werk is. Aan deze risicoklassen zijn bepaalde werkmethoden gekoppeld, die in detail zijn beschreven. In bijlage H van dit rapport staat de huidige indeling in risicoklassen voor asbestgerelateerde werkzaamheden. Per risicoklasse is een maximumwaarde voor de asbestconcentraties op de werklocatie vastgesteld. Voor werk in risicoklasse 1 (minst zware regelgeving) ligt deze grens bijvoorbeeld op 10.000 vezels/m<sup>3</sup>. Werkmethoden worden pas ingedeeld in een lagere risicoklasse als door middel van gedegen blootstellingsonderzoek conform ontwerp NEN 2939 [15] aangetoond kan worden dat deze grenzen niet worden overschreden. Als hulpmiddel voor het gestructureerd indelen van asbestsaneringswerkzaamheden in één van de drie risicoklassen is specifieke software ontwikkeld: SMA-rt [39]. In dit pakket zijn per risicoklasse de indelingsprincipes verwerkt en zijn handelingen/werkwijzen voor vele typen asbesthoudende materialen opgenomen. De ruggengraat van het systeem is een database waarin de resultaten van vele honderden werkplekmetingen zijn opgenomen.

#### **Implicaties van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties**

Voor de meest voorkomende saneringen, het verwijderen van hechtgebonden asbestcementproducten die als enige asbestsoort chrysotiel bevatten, wordt verwacht dat de huidige werkwijze nog steeds zal voldoen indien de door de GR geadviseerde streefniveaus in het beleid geïmplementeerd worden. De verwijdering van niet-hechtgebonden asbest van het amfibool-type (amosiet, crocidoliet) leidt echter in de huidige situatie al regelmatig tot overschrijding van de vrijgavegrens (10.000 vezels/m<sup>3</sup> en/of het aantreffen van visueel waarneembare restanten asbest)<sup>10</sup>. Indien de door de GR geadviseerde streefniveaus worden geïmplementeerd in het asbestbeleid en de vrijgavegrens verlaagd wordt, zou in sommige gevallen opnieuw gesaneerd moeten worden.

Wanneer op basis van de door de GR geadviseerde streefniveaus gewerkt gaat worden, moet het systeem van indeling in risicoklassen opnieuw worden bezien. Dit kan bijvoorbeeld door het aanpassen van de concentratiegrenzen voor elke klasse. Ook andere opties, zoals het samenvoegen van risicoklassen, zijn te overwegen (zie bijlage I). Als gevolg hiervan zouden ook het certificatieschema SC 530 [25] met daarbij het SMA-rt systeem en de norm voor eindcontrole (NEN 2990) [17] aangepast moeten worden. Voor werkzaamheden in risicoklasse 1 (huidige maximumwaarde 10.000 vezels/m<sup>3</sup>) treden bij implementatie van de door de GR voorgestelde risiconiveauconcentraties wellicht meettechnische problemen op (zie paragraaf 3.3).

De GR adviseert drie verschillende streefniveau's voor de verschillende typen asbest. Het kan praktische voordelen bieden om voor nalevings- en handhavingsdoeleinden één grenswaarde te stellen. Deze grenswaarde zou dan gebruikt kunnen worden voor het aanpassen van de certificeringseisen, normen en protocollen.

---

<sup>10</sup> Dit blijkt uit bevindingen van de bij FeNeLab aangesloten asbestlabs, waarnemingen door de Arbeidsinspectie en waarnemingen tijdens RvA-controles bij geaccrediteerde labs.

Een dergelijke grenswaarde zal afhangen van de haalbaarheid in de praktijk en wordt uiteindelijk vastgesteld door de bewindspersoon van het Ministerie van SZW op advies van werkgevers- en werknemersorganisaties zoals vertegenwoordigd in de Sociaal Economische Raad (SER).

### **6.2.2. Overige arbeidsgerelateerde risicogroepen**

Nu de beroepen asbest-sputters en -isoleerders niet meer voorkomen, is er een verschuiving van aan asbest blootgestelde beroepsgroepen naar bijvoorbeeld installateurs en onderhoudspersoneel in gebouwen en constructies waarneembaar [37]. Deze trend wordt ook in diverse buitenlandse onderzoeken bevestigd [40,41], maar kan op dit moment nog niet met harde kwantitatieve gegevens worden onderbouwd.

Terwijl men in de asbestverwijderingsbranche goed op de hoogte is van het feit dat men met asbest werkt, is met name de groep van monteurs, installateurs en onderhoudspersoneel zich vaak niet bewust van de aanwezigheid van asbesthoudend materiaal of restanten daarvan. Daarom kunnen zij worden blootgesteld aan asbest bij bijvoorbeeld het boren van gaten of het trekken van kabels. Dit kan niet alleen leiden tot blootstelling van deze werknemers, maar ook tot besmetting van de betreffende panden of constructies en blootstelling van de gebruikers/bewoners. Dergelijke incidenten worden als de belangrijkste oorzaak beschouwd voor de huidige beroepsmatige blootstelling<sup>11</sup> [4,29,35]. Incidenten doen zich vooral voor in gebouwen en constructies waarin amosiethoudende bouwmaterialen zijn toegepast. Dit gebeurt naar schatting zo'n twintig keer per jaar (conservatieve schatting, J. Tempelman, TNO).

De Stichting Arbouw heeft protocollen ontwikkeld die toepasbaar kunnen zijn voor dergelijke werkzaamheden. Voor schilders is bijvoorbeeld het protocol 'Voorbehandelen en schilderen van asbestcement materialen' opgenomen in de CAO. De protocollen die voor de bouw zijn ontwikkeld zijn niet definitief afgesproken tussen werkgevers en werknemers.

Naast de eerder genoemde beroepsgroepen kunnen ook werknemers in de scheepvaart worden blootgesteld aan verhoogde asbestconcentraties. Op meer dan 90% van de in gebruik zijnde schepen en booreilanden worden asbesthoudende materialen aangetroffen. Kans op blootstelling bestaat met name bij onderhoudspersoneel, bijvoorbeeld bij het vervangen van asbesthoudende pakkingen, of bij internationale bemanning (in landen als China en India is het gebruik van asbest nog legaal). De meeste oude trams en treinstellen waarin asbest als isolatie en brandwering was verwerkt zijn inmiddels ofwel gesloopt ofwel asbestvrij gemaakt (conform SC 530) [25].

### **Implicaties van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties**

Indien de adviezen van de GR als publieke norm gaan gelden, kan dit implicaties opleveren in situaties waar nu de wettelijke grenswaarde voor asbest ( $10.000 \text{ vezels/m}^3 = 0,01 \text{ vezels/cm}^3$ ) niet wordt overschreden, maar de nieuwe risiconiveau-concentratie wel. Dit kan betekenen dat vaker onderhoudswerk in gebouwen neergelegd zal moeten worden omdat eerst het aanwezige asbest moet worden gesaneerd. Protocollen die zijn gebaseerd op de huidige risiconiveau-concentraties zullen moeten worden aangepast. De voor het meten van arbeidsgerelateerde blootstelling soms nog toegepaste lichtmicroscopische methode (FCM) is voor deze lage concentratieniveaus niet langer bruikbaar (zie ook hoofdstuk 3).

---

<sup>11</sup> Deze stelling is gebaseerd op de resultaten van honderden metingen die TNO de afgelopen 15 jaar heeft uitgevoerd en de vele analyses van luchtmonsters die voor en door andere laboratoria en ingenieursbureaus zijn uitgevoerd en wordt bevestigd door andere asbestlaboratoria en gespecialiseerde ingenieursbureaus.

## 7. Conclusies en aanbevelingen

Recent heeft de Gezondheidsraad, op basis van een evaluatie van wetenschappelijke studies, concentraties behorende bij bepaalde door de overheid vastgestelde risiconiveaus afgeleid voor asbest<sup>12</sup>. Deze risiconiveau-concentraties geven de jaargemiddelde asbestconcentraties waarbij 1 per miljoen ( $10^{-6}$ ) en 1 per 10.000 ( $10^{-4}$ ) mensen overlijden ten gevolge van aan asbestgerelateerd mesothelioom of longkanker. De risiconiveaus corresponderen met respectievelijk het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR,  $10^{-4}$  sterfttekans) en het Verwaarloosbaar Risico (VR,  $10^{-6}$  sterfttekans) bij levenslange blootstelling zoals gehanteerd in het milieubeleid, en het verbodsniveau ( $10^{-4}$  sterfttekans) en streefniveau ( $10^{-6}$  sterfttekans) per jaar blootstelling over het gehele arbeidsleven zoals gehanteerd in het Arbeidsomstandighedenbeleid. De concentraties die door de Gezondheidsraad zijn afgeleid voor de verschillende risiconiveaus liggen lager dan de risiconiveau-concentraties die ten grondslag liggen aan het huidige beleid. TNO en RIVM hebben in voorliggend rapport informatie gegeven over de praktische implicaties van de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties voor het asbestbeleid in Nederland.

### **Blootstelling aan achtergrondconcentraties in het milieu**

De asbest achtergrondconcentratie in Nederland is de laatste twee decennia niet meer systematisch gemeten. Op basis van incidenteel uitgevoerde metingen is geschat dat deze nu tussen de 20-40 asbestvezels/m<sup>3</sup> ligt. Dit ligt onder het huidige MTR en VR, maar in dezelfde orde van grootte als de door de Gezondheidsraad geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie voor levenslange milieublootstelling. Daardoor is het mogelijk dat de door de Gezondheidsraad geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie overschreden wordt.

### **Blootstelling aan specifieke bronnen in het milieu**

Mensen kunnen incidenteel aan verhoogde concentraties asbest worden blootgesteld rondom specifieke bronnen van asbest. Er is geen kwantitatieve beoordeling te geven van de bijdrage van verschillende bronnen aan de blootstelling aan asbest. In gebouwen waarin niet-hechtgebonden asbesthoudende producten zijn verwerkt (spuitasbest, amosiet bevattende brandwerende platen, etc.) bestaat de grootste kans op normoverschrijdende blootstelling, met name tijdens verstoringen van de normale bedrijfssituatie door bijvoorbeeld verbouwingen. Situaties waarin het huidige MTR tijdelijk overschreden kan worden zijn bijvoorbeeld ondeskundige sloop, onderhoudswerk waarbij geen rekening wordt gehouden met mogelijk asbest, incidenten bij complexe saneringen en passieve blootstelling van bewoners/gebruikers van gebouwen waarin niet-hechtgebonden asbesthoudende producten zijn verwerkt in materiaal dat in slechte staat verkeerd. Dit is specifiek relevant voor scholen, peuterspeelzalen, etc, aangezien blootstelling op jonge leeftijd een hoger risico oplevert op het ontwikkelen van asbestgerelateerde gezondheidseffecten. Situaties waarin het huidige VR tijdelijk overschreden kan worden zijn bijvoorbeeld locaties rondom asbest erven en –wegen (regio's Goor en Harderwijk) bij intensief bodemgebruik tijdens droge weersomstandigheden of emissie als gevolg van een "asbestbrand".

### **Asbest in de bodem**

Ook sterk verontreinigde bodems (vooral in de omgeving van Goor en Harderwijk) kunnen bij bepaalde gebruikcondities en weersomstandigheden tot verhoogde asbestconcentraties in de lucht leiden.

---

<sup>12</sup> In de context van dit rapport wordt de term 'risiconiveau' gebruikt als verkorte vorm voor 'concentratiewaarde die gekoppeld is aan een bepaalde sterfttekans'. In het GR rapport worden dit 'concentraties overeenkomend met een risiconiveau' genoemd.

De interventiewaarde bodem, die vaak ook als terugsaneerwaarde (saneringsdoelstelling) wordt gebruikt, ligt momenteel op 100 mg/kg<sub>ds</sub> (gewogen naar asbesttype). Bij invoering van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties voor het algemene milieu in het beleid zouden de huidige normstellingen en bijbehorende protocollen voor bodem daar deels op moeten worden aangepast. Een overeenkomstige verlaging van de interventiewaarde bodem zou leiden tot maximaal een verdubbeling van het aantal gevallen dat gekenmerkt wordt als 'ernstige bodemverontreiniging'. Daarnaast zouden vanwege de zeer lage concentraties de kosten voor asbestmetingen in bodemonsters sterk toenemen.

### **Arbeidsgerelateerde blootstelling**

Sterfte door asbest die we nu waarnemen is voor het overgrote deel het gevolg van zeer hoge arbeidsgerelateerde blootstelling in het verleden. In 2007 stierven in Nederland zo'n 400 mensen aan een mesothelioom. De huidige arbeidsgerelateerde blootstelling aan asbest is moeilijk in te schatten. Situaties waarin het verbodsniveau incidenteel overschreden wordt zijn bijvoorbeeld onderhoudswerk waarbij geen rekening wordt gehouden met mogelijk asbest, incidenten bij complexe saneringen of illegale sloop. Groepen die een verhoogd risico lopen op arbeidsgerelateerde verhoogde asbestblootstelling zijn werknemers die indirect met asbest in aanraking kunnen komen, zoals monteurs, onderhoudspersoneel en installateurs. Ook werknemers van niet gecertificeerde aannemers die illegaal asbest verwijderen lopen grotere kans op blootstelling. In gebouwen waarin niet-hechtgebonden asbesthoudende producten zijn verwerkt (spuitasbest, amosiet bevattende brandwerende platen, etc.) bestaat de grootste kans op normoverschrijdende blootstelling.

Voorgenoemde normoverschrijdingen zouden vaker voorkomen indien de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties de basis voor nieuwe (scherpere) normstelling zouden vormen. Hantering van deze nieuwe risiconiveau-concentraties in het asbest normstelsel zou moeten leiden tot een herziening van verschillende protocollen, normvoorschriften en richtlijnen die aan deze normen zijn gekoppeld. Ook de indeling van asbestsaneringswerkzaamheden in risicoklassen zou opnieuw integraal moeten worden bezien.

### **Meetbaarheid van asbest in het licht van de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties**

Bij optimalisatie van meettechnieken is het mogelijk om een bepalingsgrens van circa 40 asbestvezels/m<sup>3</sup> lucht te halen. Voor routinematig uitgevoerde metingen geldt een praktische bepalingsgrens van circa 100 vezels/m<sup>3</sup> lucht. De asbestvezelconcentraties die overeenkomen met de 10<sup>-6</sup> risiconiveaus voor milieublootstelling in lucht zoals geadviseerd door de Gezondheidsraad (28 en 3 vezels/m<sup>3</sup> voor respectievelijk chrysotiel en amfibool asbest) zijn derhalve niet routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar. Dit betekent dat de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties geen praktisch hanteerbare waarden zijn om gemeten concentraties in de lucht direct aan te toetsen.

Voor routinematig uitgevoerde metingen in bodemonsters volgens NEN 5707 [18] geldt een praktische bepalingsgrens van 2 mg/kg<sub>ds</sub>. De risicogrensconcentraties voor chrysotiel en amfibool asbest die corresponderen met een sterftkans van 10<sup>-6</sup> bij levenslange blootstelling zijn niet routinematig en tegen redelijke kosten meetbaar. Dit betekent dat interventiewaarden op basis van de door de Gezondheidsraad geadviseerde 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentraties bij levenslange milieublootstelling geen praktisch hanteerbare waarden zijn om gemeten concentraties in de bodem direct aan te toetsen.

De door de Gezondheidsraad geadviseerde  $10^{-4}$  risiconiveau-concentraties zijn in de bodem wel goed meetbaar. In de verschillende normvoorschriften voor het meten van asbestconcentraties zullen aanpassingen nodig zijn indien het asbest normstelsel wordt gebaseerd op het Gezondheidsraad advies.

Voor arbeidsgerelateerde blootstelling zijn de door de Gezondheidsraad geadviseerde risiconiveau-concentraties wel meetbaar indien uitgevoerd met SEM/RMA, met uitzondering van metingen voor het beoordelen van kortdurende asbestgerelateerde werkzaamheden met het doel een indeling in risicoklasse 1 te verkrijgen.

Vezelequivalenten kunnen toegepast blijven worden om het verschil in carcinogene potentie tussen chrysotiel en amfibool asbestvezels tot uitdrukking te brengen in asbestmengsels. Hiermee kan voor iedere samenstelling van verschillende asbestvezels een risiconiveau-concentratie afgeleid worden. Het Gezondheidsraad advies geeft een risiconiveau-concentratie voor een asbestmengsel met <20% amfibool, terwijl in de praktijk de samenstelling van het asbestvezelmengsel pas uit de analyse van de luchtmonsters is af te leiden. Het hanteren van vezelequivalenten is in lijn met de door de Gezondheidsraad voorgestelde verschillen in de carcinogene potentie van chrysotiel en amfibool asbest.

### **Mogelijk vervolgonderzoek**

Wetenschappelijk vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op:

- de huidige asbest achtergrondconcentraties in het milieu;
- het verloop van asbestblootstelling over de tijd en het ontwikkelen van mesothelioom en longkanker. Dit is relevant aangezien er in de praktijk nooit sprake is van continue (levenslange) blootstelling aan eenzelfde asbestniveau, zoals uitgangspunt is bij de milieutoetsing.

Daarnaast is het aan te bevelen om een algemeen toegankelijke database te creëren waarin de resultaten van asbestmetingen in een geanonimiseerde vorm gepubliceerd en openbaar gemaakt worden.

Specifiek voor beleidsondersteuning kan toekomstig onderzoek zich richten op:

- vertaling van de door de Gezondheidsraad aanbevolen risiconiveau-concentraties naar voor de praktijk hanteerbare – eventueel gemeenschappelijke - toetsingswaarden voor het beoordelen van milieu- en arbeidsgerelateerde blootstelling;
- de specifieke werkvoorschriften die binnen de bestaande protocollen van het arbeidsomstandighedenbeleid aangepast moeten worden om aan de grenswaarde te kunnen voldoen (voor zowel asbestsaneerders als beroepsgroepen die indirect met asbesthoudende materialen in aanraking kunnen komen);
- maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA) van beleidsopties om asbestblootstelling zo effectief mogelijk te reduceren.



## 8. Kwaliteitsborging

Het onderzoek is uitgevoerd onder een kwaliteitssysteem dat voldoet aan ISO 9001. Het onderzoek is door TNO en het RIVM gezamenlijk uitgevoerd.

De begeleidingscommissie voor dit project was als volgt samengesteld:

R. Dobbelsteen (VROM)  
A. A. Vijlbrief (SZW)  
T. van Teunenbroek (VROM)

Met dank aan de volgende personen voor het leveren van waardevol commentaar:

RIVM:  
C. Bodar  
C. de Heer  
J. Kliest  
E. Lebret  
K. van Luijk  
J. Roels

## 9. Referenties

1. Gezondheidsraad. **Asbest; Risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling.** 2010/10. 2010. Den Haag, Gezondheidsraad.
2. Selikoff IJ, Churg J, Hammond EC. **Asbestos Exposure and Neoplasia.** *JAMA* 1964;**188**:22-26.
3. Stumphius, J. **Asbest in een bedrijfsbevolking: een onderzoek naar het voorkomen van asbestlichaampjes en mesotheliomen op een scheepswerf en machinefabriek [proefschrift].** 1969.
4. Burdorf, A. **Presentatie voor Medisch Milieukundigen van GGD's, RIVM.** 2009.
5. Slooff, W and Blokzijl, PJ. **Basisdocument asbest.** 758473006. 1987. Bilthoven, RIVM.
6. WHO. **Air quality guidelines for Europe.** WHO Regional Publications, European Series No.23. 1987. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
7. Berman DW, Crump KS. **Update of potency factors for asbestos-related lung cancer and mesothelioma.** *Crit Rev.Toxicol.* 2008;**38** Suppl 1:1-47.
8. Berman, DW and Crump, KS. **Final draft: technical support document for a protocol to assess asbestos-related risk. Prepared for office of solid waste and emergency response.** 20460 2003. 2003. Washington DC, US Environmental Protection Agency.
9. Hodgson JT, Darnton A. **The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure.** *Ann.Occup.Hyg.* 2000;**44**:565-601.
10. TK91. **Beleidsnotitie asbest in het milieu. Bijlage bij het Nationaal Milieubeleidsplan. Handelingen Tweede Kamer, vergaderjaar 190-1991, nr 21137-96. : , 1991.** 1991. Den Haag, SDU.
11. Swartjes, FA, Tromp, PC, and Wezenbeek, JM. **Assessment of risks of soil contamination with asbestos.** 711701034/2003. 2003. Bilthoven, RIVM.
12. TK. **Omgaan met risico's. De risicobenadering in het milieubeleid. Notitie bij het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP).** vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nr. 5. 1989. Den Haag, Tweede Kamer der Staten-Generaal.
13. VROM. **(Inter)nationale normen stoffen.** 2004. Den Haag, Ministerie VROM.
14. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN-ISO 14966 Buitenlucht - Bepaling van de numerieke concentratie van anorganische vezelvormige deeltjes - Scanning elektro-nenmicroscopmethode.** 2003.
15. Nederlands Normalisatie-instituut. **Ontwerp NEN 2939 Werkplekatmosfeer - Bepaling van de concentratie aan respirabele asbestvezels in de lucht bij het werken met- of in de directe omgeving van asbest of asbesthoudende producten, met behulp van microscopische technieken.** 2008.
16. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN 2991 Lucht - Risicobeoordeling in en rondom gebouwen of constructies waarin asbesthoudende materialen zijn verwerkt.** 2005.
17. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN 2990 Lucht- Eindcontrole na asbestverwijdering.** 2005.

18. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN 5707 Bodem - Inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem en partijen grond.** 2003.
19. den Boeft, J, Lanting, RW, and Tempelman, J. **Asbest en andere minerale vezels in de buitenlucht.** Rapport G 856. 1981. Delft, IMG-TNO.
20. den Boeft, J. **Concentratieniveaus van asbestvezels en andere minerale vezels in de buitenlucht (bronnen-verkeer-grote steden-achtergrond in Nederland).** Opdrachtgever: **Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (DGM).** TNO rapport R89/172. 1989. TNO.
21. Tromp, PC. **Oriënterend onderzoek naar de verspreiding van asbestvezels in het milieu vanuit verweerde asbestcement daken.** TNO-rapport TR2007/420. 2007. TNO.
22. INTRON Certificatie B.V. **Beoordelingsrichtlijn 2506: KOMO productcertificaat en het NL BSB productcertificaat voor recyclinggranulaten voor toepassing in beton, wegenbouw, grondbouw en werken.** 25-3-2008.
23. Tempelman, J. **Veroudering van asbestcementproducten: oriënterend onderzoek naar de invloed van veroudering en verwerking op de hechtheid van asbestcement producten.** TNO-rapport F 2077. 1984. TNO.
24. Stichting Certificatie Asbest. **Certificatieschema Asbestinventarisatie (SC540).** 2008.
25. Stichting Certificatie Asbest. **Certificatieschema Asbestverwijdering (SC-530).** 2008.
26. Tempelman, J, Tromp, PC, and Kraayeveld, H. **Onderzoek naar asbestwegen in de regio Twente: Verificatie van subsidieaanvragen in het kader van de Saneringsregeling Asbestwegen Twente door middel van inspecties op locatie.** TNO-MEP rapport R2001. 2001. TNO.
27. den Boeft, J. **Asbestconcentratie-onderzoek nabij een met asbestcementafval verharde weg in Diepenheim.** TNO-MT rapport R 87/155. 1987.
28. Tromp, PC. **Oriënterend studie naar blootstellingsrisico's door met asbest verontreinigde bodem.** TNO-rapport R2002/078. 2002. TNO.
29. TNO. **Manual Pluimpluis program package (in Dutch), version 1.2.** 1989. Delft, TNO.
30. Swartjes FA. **Risk-based assessment of soil and groundwater quality in The Netherlands: standards and remediation urgency.** *Risk Anal.* 1999;**19**:1235-1249.
31. VROM. **Circulaire bodemsanering. Staatscourant Nr 67, 7 april 2009.** 2009.
32. Swartjes FA, Tromp P. **A Tiered Approach for the Assessment of the Human Health Risks of Asbestos in Soils.** *Soil and Sediment Contamination* 2008;**17**:137-149.
33. Provincie Noord-Holland. **Asbestketen Onttrafeld: Eindrapport Ketenonderzoek Asbest.** 2010. Haarlem, Provincie Noord-Holland.
34. EARA. **Meeting of European Asbestos Removal Association (EARA) op 28-04-2010, Utrecht.** 28-4-2010.
35. Instituut Asbestslachtoffers. **Jaarverslag 2009.** 2009.
36. Segura O, Burdorf A, Looman C. **Update of predictions of mortality from pleural mesothelioma in the Netherlands.** *Occup Environ Med* 2003;**60**:50-55.

37. Burdorf A, Dahhan M, Swuste P. **Occupational characteristics of cases with asbestos-related diseases in The Netherlands.** *Ann.Occup.Hyg.* 2003;**47**:485-492.
38. Burdorf A, Jarvholm B, Siesling S. **Asbestos exposure and differences in occurrence of peritoneal mesothelioma in the Netherlands and Sweden.** *Occup.Environ.Med* 2007.
39. Tromp, PC. **Validatie Stoffenmanager Asbest (SMA-rt).** TNO-rapport 2008-U-R1063/B. 2008. TNO.
40. Leigh J, Davidson P, Hendrie L, Berry D. **Malignant mesothelioma in Australia, 1945-2000.** *Am.J.Ind.Med* 2002;**41**:188-201.
41. McElvenny DM, Darnton AJ, Price MJ, Hodgson JT. **Mesothelioma mortality in Great Britain from 1968 to 2001.** *Occup.Med (Lond)* 2005;**55**:79-87.
42. Tempelman, J, Tromp, PC, and Stax, L. **Risicogerichte classificatie van werkzaamheden met asbest.** TNO-rapport R2004/339. 2004. TNO.
43. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN 5897 Monsterneming en analyse van asbest in onbewerkt bouw- en sloopafval en recyclinggranulaat.** 2005.
44. Nederlands Normalisatie-instituut. **NEN-EN 13974: Vormvaste kunststof verpakkingen; Specificatie van de tolerantie van afmetingen, gewicht en volume.** 2002.

## 10. Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie van VROM-DG Milieu  
Drs. R. Dobbelsteen  
Directie Risicobeleid  
Afdeling Stoffen en Normstelling

Ministerie van SZW-DG Werk  
Drs. A.A. Vijlbrief  
Directie Gezond en Veilig Werken  
Afdeling Gezond Werken

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

november 2009 t/m juli 2010

Utrecht, augustus 2010



Dr. L.A. van de Kuil  
Afdelingshoofd



Ing. J. Tempelman  
Projectleider TNO



Dr. F. Swartjes  
Projectleider RIVM



## A Bijlage A: Lijst van begrippen, definities en afkortingen

achtergrondconcentratie	min of meer constante asbestconcentratie in de buitenlucht, uitsluitend gerelateerd aan diffuse bronnen, waarvoor geldt dat de asbestconcentratie niet verder afneemt bij toenemende afstand tot een specifieke bron
amfibool asbest	vezelvormige metaalsilicaten actinoliet (Cas-nummer 77536-66-4), amosiet (Cas-nummer 12172-73-5), anthofylliet (Cas-nummer 77536-67-5), crocidoliet (Cas-nummer 12001-28-4) en tremoliet (Cas-nummer 77536-68-6)
amosiet	of bruine asbest, voornamelijk toegepast als spuitasbest, in brandwerende platen en als leidingisolatie
arbeidsleven	gemiddelde periode waarin gewerkt wordt: 40 jaar, 8 uur per dag, vijf dagen per week
asbest	vezelachtige silicaten actinoliet (Cas-nummer 77536-66-4), amosiet (Cas-nummer 12172-73-5), anthofylliet (Cas-nummer 77536-67-5), chrysotiel (Cas-nummer 12001-29-5), crocidoliet (Cas-nummer 12001-28-4) en tremoliet (Cas-nummer 77536-68-6)
asbestbrand	brand waarbij asbestcementproducten door de hitte in dunne flinters uiteenspatten en in de omgeving worden verspreid
asbestcement (AC)	bouwmateriaal waarin asbest in een cementmatrix is verwerkt ("Eternit") meestal als golfplaat, vlakke plaat, daklei, leiding en vele andere producten. De meeste AC producten bevatten 10-15% chrysotiel, in grotere platen en leidingen met grote diameter bevatten daarnaast ook 5-7 % crocidoliet
asbestdaken	daken waarbij asbestcement dakbedekking zoals golfplaat of (namaak) daklei als dakbedekking zijn gebruikt
asbesthoudend materiaal	bouw- of constructiemateriaal waarin asbest is verwerkt of aanwezig is en waarvan het asbestgehalte groter of gelijk is aan 0,1 gewichtsprocent
asbestwegen- of erven	wegen of erven die verhard zijn met afval van de voormalige asbestcementindustrie
BRL	beoordelingsrichtlijnen. Deze richtlijnen omvatten extra eisen en/of richtlijnen om de kwaliteit en/of veiligheid van specifieke werkzaamheden of activiteiten te borgen. In de asbestsector is deze aanduiding inmiddels vervangen door SC (Stichting Certificatie, b.v. SC 530 [25] en SC 540 [24])
bepalingsgrens	de laagste concentratie die, met een zekerheid van 95%, te meten is met een bepaalde meetmethode
chrysotiel	witte asbest, vezelvormige variant van het mineraal serpentijn, aangeduid als chrysotiel (Cas-nummer 12001-29-5), meest verwerkte asbestsoort, voornamelijk in asbestcement, kit, leidingisolatie, pakkingkoord etc.
complexe saneringen	saneringen van "risicovolle" niet-hechtgebonden materialen zoals spuitasbest, leiding- en ketelisolatie en brandwerend board/karton waarbij extra veiligheidseisen zijn gesteld (risicoklasse 3) en/of de aard van de te saneren objecten tot extra complicaties leidt.
concentratie, achtergrond-	zie: achtergrondconcentratie
concentratie, asbest-	hoeveelheid asbest in een matrix. Is de matrix een (bouw)materiaal of grond, dan wordt het gehalte uitgedrukt in gewichtseenheden ( % w/w of in mg/kg). Is de matrix lucht, dan wordt de concentratie uitgedrukt als het aantal vezels per volume-eenheid lucht ( b.v. aantal vezels/m <sup>3</sup> lucht)
concentratie, brongerelateerde-	de asbestconcentratie in de lucht die kan worden toegeschreven aan een specifieke emissiebron in de buurt, bijvoorbeeld asbesthoudende daken..De gemeten asbestconcentratie is dan significant hoger dan de achtergrondconcentratie

containment	afgeschermd ruimte geschikt voor het verwijderen van asbest. Om besmetting te voorkomen staat de ruimte in onderdruk t.o.v. de omgeving en is toegang alleen mogelijk via een sluis met decontaminatie-unit. Eisen voor een containment zijn vastgelegd in de SC 530
crocidoliet	blauwe asbest (Cas-nummer 12001-28-4), voornamelijk toegepast als versterking in de zwaardere kwaliteiten asbestcement en leidingisolatie (petrochemie, centrales)
drempelwaarde	concentratie van een stof van op het niveau dat deze nog juist een effect teweeg brengt
elektronendiffractie	techniek vergelijkbaar met röntgendiffractie waarmee kleine kristallijne deeltjes op basis van hun elektronen-diffractiepatroon kunnen worden geïdentificeerd. Deze techniek is alleen bruikbaar in combinatie met een TEM
equivalentiefactor	zie: vezelequivalent
FeNeLab	branchevereniging van geaccrediteerde laboratoria en kalibratie- en inspectie-instellingen in Nederland
FCM	fasecontrast (licht) microscoop, gebruikt voor het meten van vezelconcentratie in de lucht na asbestverwijdering
grenswaarde	door de overheid vastgestelde toetsingwaarde die niet overschreden mag worden. Grenswaarden geven een resultaatsverplichting. Als deze in het milieubeleid wettelijk is vastgesteld, is het een milieukwaliteitseis. Anders is het een milieukwaliteitsnorm
hechtgebonden asbest	asbest in een product of materiaal waarin de asbestvezels zo stevig in de matrix zijn verankert dat er onder normale gebruiksomstandigheden nooit asbestconcentraties kunnen ontstaan die hoger zijn dan het huidige VR-niveau (1.000 vezelequivalenten/m <sup>3</sup> )
HO (bodem)	het historisch onderzoek (HO, ook vooronderzoek genoemd) is een onderzoek naar mogelijke bronnen van bodemverontreiniging (aard-omvang-periode), door middel van locatiebezoek, archiefonderzoek en luchtfoto-interpretatie (niet door middel van monsterneming), volgens NEN 5725. Het onderzoek voorafgaand aan het historisch onderzoek (preHO) is onderzoek gebaseerd op de informatie die beschikbaar is, voorafgaand aan een locatiebezoek, archiefonderzoek en luchtfoto-interpretatie
IAS	Instituut Asbestslachtoffers te Den Haag
interventiewaarde	concentratie van een contaminant in de bodem, waarbij in geval van overschrijding van deze concentratie sprake is van een zogenaamde "ernstige bodemverontreiniging". In geval van "ernstige bodemverontreiniging" kan sprake zijn van onacceptabele gezondheidsrisico's. Er dient dan in principe te worden gesaneerd en de urgentie voor sanering moet worden bepaald
ISO	International Organization for Standardization, Genève
latentietijd	tijd tussen de periode van blootstelling en het optreden van asbestgerelateerde ziekteverschijnselen
niet-hechtgebonden asbest	asbest in een product of materiaal waarin de asbestvezels zodanig slecht in de matrix zijn verankert, dat er onder normale gebruiksomstandigheden asbestconcentraties kunnen ontstaan die hoger zijn dan het huidige VR-niveau (1.000 vezelequivalenten/m <sup>3</sup> )
matrix	dragermateriaal waarmee de verwerkte asbestvezels zijn omgeven (b.v. cement, kit etc.)
Maximale Waarde (bodem)	een Maximale Waarde is een concentratie in de bodem die de bovengrens aangeeft van de kwaliteit die nodig is om de bodem blijvend geschikt te houden voor de functie die de bodem heeft. Maximale Waarden zijn vastgesteld voor 17 metalen en metalloïden, PAKs (de som van 10 PAKs), minerale olie, 4 chloorbenzenen en -fenolen en 11 pesticiden, voor de functies Wonen en Industrie. Er is geen Maximale Waarde voor asbest in de bodem vastgesteld



meetonzekerheid	één van de prestatiekenmerken van een meetmethode waarmee de meetnauwkeurigheid wordt aangegeven
mesothelioom	diffuse tumor aan het longvlies of aan het buikvlies. Algemeen wordt aangenomen dat deze vorm van kanker veroorzaakt wordt door asbest
milieukwaliteitseis	milieukwaliteitseisen hebben een wettelijke status. Er bestaan twee soorten wettelijke milieukwaliteitseisen: grenswaarden en richtwaarden
milieukwaliteitsnorm	milieukwaliteitsnormen kunnen een wettelijke status hebben (dan zijn het milieukwaliteitseisen) of geen wettelijke status. Voorbeelden van de laatste categorie zijn het Verwaarloosbaar Risico (VR), het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) en de interventiewaarde
MKBA	Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse: een integraal afwegingsinstrument dat de huidige en toekomstige maatschappelijke voor- en nadelen van een specifieke beleids optie (bijvoorbeeld het saneren van met asbest verontreinigde bodems) tegen elkaar afweegt door ze in vergelijkbare eenheid (doorgaans kapitaal) uit te drukken
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau: geeft een concentratie aan waarbij het risico op sterfte $10^{-4}$ is bij levenslange blootstelling
NEN	Nederlands Normalisatie Instituut
NEN2939	normvoorschrift m.b.t. de bepaling van de concentratie aan respirabele asbestvezels in de lucht bij het werken met of in de directe omgeving van asbest of asbesthoudende producten, met behulp van microscopische technieken
NEN 2990	normvoorschrift m.b.t. de eindcontrole na asbestverwijdering
NEN 2991	normvoorschrift m.b.t. de risicobeoordeling in en rondom gebouwen of constructies waarin asbesthoudende materialen zijn verwerkt
NEN 5707	normvoorschrift m.b.t. de inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem en partijen grond
NEN5897	normvoorschrift m.b.t. de monsterneming en analyse van asbest in onbewerkt bouw- en sloopafval en recyclinggranulaat
NEN-ISO 14966	normvoorschrift m.b.t. de bepaling van de numerieke concentratie van anorganische vezelachtige deeltjes - Scanning elektronenmicroscopie methode
norm	een tussen partijen afgesproken conventie die in dit kader twee betekenissen kent: 1) een op basis van wetenschappelijke informatie door het beleid vastgestelde waarde, waarmee de actuele lucht- of bodemconcentratie te toetsen is, en 2) een normvoorschrift (NEN, CEN, ISO, VDI etc.) waarin een werkwijze of methode is beschreven en/of definities zijn vastgelegd
nulnorm	norm waarbij geen enkele blootstelling is toegestaan
PAS	Personal Air Sampling (persoonsgebonden monsterneming van de ingeademde lucht)
PLM	Polarisatie (licht)microscopie, gebruik voor identificatie van asbest in bouw- en constructiematerialen conform NEN 5896
prestatiekenmerken	reeks van statistische parameters die gebruikt worden om de geschiktheid van een meetmethode vast te stellen en onderling te vergelijken (detectielimiet, bepalingsgrens, standaardafwijking, reproduceerbaarheid, juistheid, meetonzekerheid etc.) Zie ook NEN 7777
REACH	REACH is de Europese verordening voor chemische stoffen. De afkorting staat voor Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen.
relatief risico	de verhouding tussen de kans op ziekte tussen een blootgestelde en een niet blootgestelde groep
Richtwaarde (bodem)	geeft de kwaliteit aan die zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, zoveel mogelijk moet worden in stand gehouden. Richtwaarden geven een inspanningsverplichting.
risicogrensconcentratie (bodem)	een asbestconcentratie in de bodem die globaal correspondeert met een

	specifiek risiconiveau voor asbest in de lucht op basis van praktijkmetingen of simulatiemetingen
risiconiveau	bepaalde door het beleid gehanteerde kans op overlijden door blootstelling aan asbest. Het $10^{-6}$ risiconiveau correspondeert met het milieugerelateerde Verwaarloosbaar Risico (VR) voor levenslange blootstelling en het arbeidsgerelateerde streefniveau per jaar blootstelling. Het $10^{-4}$ risiconiveau correspondeert met het milieugerelateerde Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor levenslange blootstelling en het arbeidsgerelateerde verbodsniveau per jaar blootstelling.
risiconiveau-concentratie	wetenschappelijk afgeleide concentratie die overeenkomt met een bepaald risiconiveau
risicoklasse	indeling van sloop- van of andere werkzaamheden met of aan asbest, asbesthoudende producten, asbestbesmet materiaal of asbestbesmette constructieonderdelen in één van de drie risicoklassen conform het Arbeidsomstandighedenbesluit
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMA	Röntgen Micro Analyse, techniek waarmee de elementsamenstelling van kleine deeltjes kan worden bepaald (identificatie) m.b.v. een röntgen-fluorescentiespectrum. Wordt altijd toegepast in combinatie met SEM of TEM
RvA	Raad voor Accreditatie te Utrecht
SAED	Selected Area Electron Diffraction (zie elektronendiffractie)
sanering (gebouwen)	het nemen van bronmaatregelen (zoals het verwijderen van het asbest) die tot gevolg hebben dat de emissie van asbestvezels naar de lucht wordt verkleind tot ten minste het niveau waarop wordt voldaan aan de in de NEN 2990 gestelde opleveringseisen
saneringsdoelstelling (bodem)	voor immobiele stoffen zijn in het Besluit bodemkwaliteit zogenaamde <u>Maximale waarden</u> als saneringsdoelstelling gegeven. Voor Landbouw worden de achtergrondgehalten in de bodem als terugsaneerwaarden gehanteerd. Voor asbest is echter geen Maximale Waarde afgeleid
SC 530	certificatieschema verwijdering van asbest in gebouwen en constructies [25]
SC 540	certificatieschema inventarisatie van asbest in gebouwen en constructies [24]
secundaire emissie	secundaire emissie ontstaat op een andere plek dan de primaire bron, bijvoorbeeld door het inlopen van asbeststof in een woning
SEM	Scanning Elektronenmicroscop
SMA-rt	software hulpprogramma, gebaseerd op een database met meetresultaten, voor het gestructureerd indelen van asbestsaneringswerkzaamheden in een risicoklasse
sputasbest	niet-hechtgebonden asbesthoudend product met een asbestgehalte van tenminste 60%. Aangemaakt met cement is het materiaal verspoten en als brandwering aangebracht op staal- of betonconstructies. In Nederland is amosiet het meest toegepast als grondstof voor sputasbest
streefniveau (arbeidsomstandigheden)	een concentratie op de arbeidsplaats waarnaar gestreefd wordt wanneer de wettelijke grenswaarde wordt vastgesteld
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
Terugsaneerwaarde (bodem)	De maximale resterende concentratie asbest die na de sanering in de bodem aanwezig mag zijn
TEM	Transmissie Elektronenmicroscop
toetsingswaarde	in de praktijk hanteerbare concentratiegrens waarop het bevoegd gezag kan toetsen, met als uiteindelijk doel te voorkomen dat blootstelling tot boven een vastgestelde waarde plaats vindt
UBI-code	Uniforme Bron Indeling code: Code toegekend aan verschillende activiteiten die mogelijk bodemverontreiniging kunnen veroorzaken (geënt op de Bedrijfsindeling Kamers van Koophandel 1995, aangevuld met historische

	activiteiten, zoals gasfabrieken, breekbedrijven en loodwitmolens)
verbodsniveau (arbeidsomstandigheden)	de concentratie op de arbeidsplaats waar de wettelijke grenswaarde in beginsel onder dient te liggen
vezelequivalent	gewichtsfactor die in de VROM richtlijn wordt gebruikt om de relatie kankerverwekkende potentie van asbestvezels aan te geven 1 chrysotiel vezel met lengte > 5 µm: equivalentiefactor 1 1 chrysotiel vezel met lengte < 5 µm: equivalentiefactor 0,1 1 vezel van het type amfibool met lengte > 5 µm: equivalentiefactor 10 1 vezel van het type amfibool met lengte < 5 µm: equivalentiefactor 1
VR	Verwaarloosbaar Risico: geeft een concentratie aan waarbij het risico op sterfte $10^{-6}$ is bij levenslange blootstelling
vrijgavenorm	door de overheid vastgestelde waarde voor de asbestconcentratie in de lucht vastgesteld volgens de norm NEN 2990 die bepalend is voor het voldoen aan de opleveringseisen van een besloten ruimte na het beroepsmatig verwijderen van asbest of asbesthoudend materiaal
vrijgestelde werkzaamheden	verouderde term voor werkzaamheden aan of met asbesthoudende materialen waarop ontheffing van certificering is verleend en die op basis van een gedegen blootstellingsonderzoek (O-NEN 2939) is vastgesteld dat deze in de huidige Risicoklasse 1 ingedeeld kunnen worden
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
zeeffractie	bepaalde korrelgroottefractie van een monster korrelvormig materiaal (grond, granulaat) dat met één of meer zeven is gescheiden
zorgvuldigheidsmodule	BRL 2506. Deze wordt gehanteerd door puinbrekerijen om te bewerkstelligen dat uitsluitend asbestvrij puin tot puingranulaat kan worden verwerkt

## B Bijlage B: Internationale concentratienormen of richtlijnen asbest

**Tabel 12-1:** Concentratienormen of richtlijnen voor asbest in arbeidssituaties en voor het milieu (vezels/m<sup>3</sup> lucht) [42].

	<b>Milieublootstelling (lucht)</b> (levenslange blootstelling)		<b>Arbeidsgerelateerde blootstelling (lucht)</b> (blootstelling gedurende 40 jaar, 8 uur per dag, vijf dagen per week)	
<b>Land</b>	<b>Normtype</b> (voor milieunormen)	<b>Niveau</b> (vezels/m <sup>3</sup> lucht)	<b>Grenswaarde*</b> (vezels/m <sup>3</sup> lucht)	<b>Vrijgaveniveau</b> (vezels/m <sup>3</sup> lucht)
Nederland	VR MTR	1.000 vezelequivalenten/m <sup>3</sup> 100.000 vezelequivalenten/m <sup>3</sup>	10.000	10.000
E.U.	-		100.000	-
Duitsland	Grenswaarde	< 1000 (afhankelijk van de deelstaat, voor Hamburg < 300)	100.000	500 (bovengrens 1.000)
Frankrijk	VR MTR	5.000 25.000	100.000	5.000
België	VR (advieswaarde OVAM)	1.000	100.000	10.000
Engeland	Grenswaarde (MTR)	10.000	100.000	10.000
Spanje	-		100.000	-
Italië	-		100.000	20.000
V.S.	Grenswaarde (MTR)	10.000	100.000	10.000

\*) Tijd Gewogen Gemiddelde (TGG) waarde over een referentieperiode van één werkdag (8 uur).

## C Bijlage C: Meetmethoden

### Meetmethoden voor asbest in de lucht

#### *Lichtmicroscopie met fasecontrast-belichting*

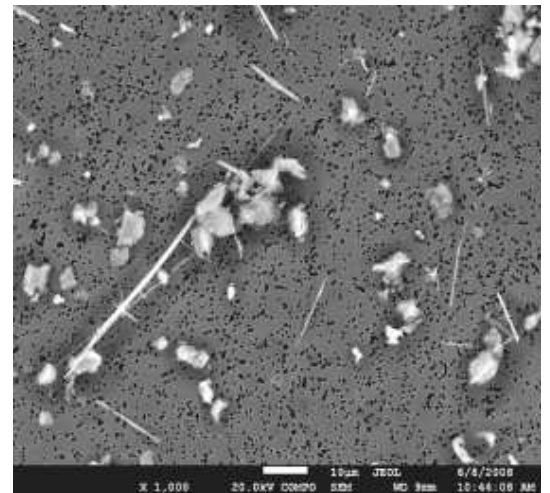
De eenvoudigste methode om asbestvezels te tellen is door middel van lichtmicroscopie met fasecontrast belichting (FCM). Het bemonsterde filter wordt daarbij eerst doorzichtig gemaakt, waarna in een lichtmicroscop bij doorvallend licht het aantal vezels per oppervlak wordt geteld. De fasecontrast belichting dient om de zichtbaarheid van dunne asbestvezels te verbeteren. De minimum vezeldiameter die nog kan worden waargenomen is ca. 0,25  $\mu\text{m}$ . Deze methode werd vooral vroeger veel toegepast. Echter, de bepalingsgrens van deze techniek is vrij hoog (zie Tabel 13-1) en het type vezel (zoals asbest, glaswol, steenwol, organische vezels) kan met deze methode niet worden vastgesteld. Dat wil zeggen dat FCM niet bruikbaar is om de zeer lage concentratieniveaus die in Nederland gangbaar zijn te meten. FCM wordt alleen nog toegepast bij eindcontroles na asbestverwijdering en metingen bij calamiteiten. In wet- en regelgeving wordt ook voor het meten van arbeidsgerelateerde blootstelling verwezen naar deze methode. In de binnenkort te verschijnen definitieve versie van NEN 2939 [15], die betrekking heeft op het meten van asbestconcentraties op de werkplek, wordt het gebruik van FCM in de arbeidssituatie verder beperkt.

#### *Scanning elektronenmicroscopie*

Scanning elektronenmicroscopie is een techniek waarbij een elektronenbundel het preparaat aftast (scant). Beeldvorming vindt plaats door gebruik van de secundair verstrooide elektronen (SE, standaard) of backscatterd elektronen (BE). Ter illustratie is in Figuur 13-1 een SEM-opname van een luchtmonster met asbestvezels van het type amosiet (bruin asbest, dit is een type amfibool asbest) weergegeven. Het luchtmonster werd genomen na een asbestincident in een gebouw waarin asbesthoudend brandwerend board was toegepast. SEM metingen zijn nauwkeurig, relatief goedkoop en eenvoudig. De resolutie van een moderne SEM is voldoende voor de detectie van de kleinste asbestvezels. In tegenstelling tot TEM (zie volgende paragraaf) zijn er vrijwel geen voorbereidingen nodig en kan een bemonsterd filter desgewenst in zijn geheel in de SEM worden geplaatst. Omdat de steekproef (het aantal  $\text{m}^3$  lucht dat daadwerkelijk wordt afgezocht naar vezels) veel groter is dan bij een TEM, kunnen aanzienlijk lagere bepalingsgrenzen worden gehaald en scoort de methode ook wat betreft meetnauwkeurigheid goed. Verder is van groot belang dat door combinatie met Röntgen-microanalyse (RMA) een eenduidige identificatie van de asbestvezels mogelijk is.

#### *Transmissie elektronenmicroscopie*

In een transmissie elektronenmicroscop (TEM) moet het preparaat eerst op een voor elektronen doorstraalbaar substraat worden aangebracht, meestal een dun koolstofvlies. De werking van het



**Figuur 13-1:** SEM opname luchtmonster (goud gecoat filter) met amosiet (1.000x vergroot).

apparaat is het best te vergelijken met een diaprojector, waarbij in plaats van licht een elektronenbundel van hoge energie wordt gebruikt (80 -120 kV).

De lenzen bestaan uit elektromagnetische spoelen. Het GR advies refereert vooral aan metingen die met TEM zijn uitgevoerd, veelal in de Verenigde Staten waar veel labs met deze microscopen zijn uitgerust. Deze microscoop heeft een zeer hoge resolutie en kan asbestvezels met submicroscopische diameters detecteren. Dit is vooral van belang voor het meten van chrysotiel en crocidoliet (een vorm van amfibool asbest). De elementaire vezeldiameters van deze asbestsoort bedragen respectievelijk 0,03  $\mu\text{m}$  en 0,05  $\mu\text{m}$  en zijn met de TEM waarneembaar. Metingen met TEM kennen dus een hoge resolutie, maar juist door de hoge vergroting is de steekproefgrootte klein, waardoor de gewenste bepalingsgrenzen niet haalbaar zijn. TEM scoort derhalve slecht in vergelijking met SEM met betrekking tot meetnauwkeurigheid, bepalingsgrens en kosten. Daarnaast vraagt deze methode veel preparatiestappen, waardoor de kans op contaminatie van de monsters tijdens het prepareren relatief groot is. In Nederland zijn er dan ook weinig TEM's beschikbaar die geschikt zijn voor asbestanalyses.

#### *Röntgen-microanalyse in combinatie met SEM of TEM*

Röntgen-microanalyse is een vorm van röntgenfluorescentie waarbij de atomen in (kleine) deeltjes m.b.v. een elektronenbundel in de zogenaamde aangeslagen toestand worden gebracht. Bij terugval wordt specifieke röntgenstraling van een voor elk element specifieke energie uitgezonden. Uit een spectrum kan de elementsamenstelling van de betreffende deeltjes worden afgeleid. Scanning elektronenmicroscopie in combinatie met röntgen-microanalyse (SEM/RMA) conform NEN-ISO 14966 [14], wordt in Nederland en veel EU-landen veel gebruikt voor de bepaling van asbest in lucht. Deze methode is tevens opgenomen in NEN 2939 [15], die betrekking heeft op de werkomgeving en NEN 2991 [16], die gebruikt wordt voor risicobeoordeling in gebouwen waarin asbest is verwerkt (niet-sloopsituaties). Veel Nederlandse asbestlaboratoria beschikken tegenwoordig over geschikte SEM/RMA apparatuur en hebben een RvA-accreditatie voor het uitvoeren van deze metingen.

In Tabel 13-1 zijn de karakteristieken van verschillende microscopische bepalingsmethoden voor asbest in luchtmonsters weergegeven. Het bovenste deel van de tabel geeft de kenmerken van de methoden aan zoals ze gebruikelijk worden toegepast. Het onderste deel geeft manieren aan waarop de bepalingsgrenzen zouden kunnen worden verlaagd. De getallen in de onderste twee rijen van de tabel geven theoretisch aan hoe SEM/RMA<sup>13</sup> analyses uitgevoerd zouden moeten worden als de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentraties gemeten zouden moeten worden. Dit is echter een hypothetische exercitie: in de praktijk zijn dergelijke metingen erg kostbaar en niet redelijkerwijs uitvoerbaar.

### **Meetmethoden voor asbest in de bodem**

De analysemethode voor asbest in de bodem is gebaseerd op het visueel afzoeken van het grondmonster op asbesthoudende materialen met behulp van een stereomicroscoop, gevolgd door een identificatie van de aangetroffen "asbestverdachte" materialen. Als onderdeel van het Accreditatieschema AS 3000 zijn de onderdelen opgesplitst in afzonderlijke deelvoorschriften, waarbij strikte eisen worden gesteld aan de prestatiekenmerken. De methode voor de bepaling van asbest in bodem (NEN 5707 [18]) en in puingranulaat (NEN 5897 [43]) zijn daarbij leidend. Deze schrijven een monstergrootte van 10-25 kg voor en hebben bepalingsgrenzen van 1-2  $\text{mg/kg}_{\text{ds}}$  (zie Tabel 13-2).

---

<sup>13</sup> In theorie kan ook de bepalingsgrens van de "Indirect TEM method" van ISO worden verlaagd, maar hierbij is een bemonsteringsduur van tenminste twee weken nodig om de vereiste bepalingsgrens te halen.

**Tabel 13-1:** Karakteristieken van verschillende microscopische bepalingmethoden voor asbest in luchtmonsters.

	Techniek	Toepassing	Monsterneming		Monster voorbe- handeling	Aantal monsters	Aantal beeldvelden	Analyse		Bepalingsgrens (vezels/m <sup>3</sup> )		
			debiet (l/min)	duur (uur)				resolutie (µm)	selectiviteit			
Normaal	FCM	Vrijgave meting NEN 2990 <sup>14</sup>	8	2	eenvoudig	1	100-200	0,25	--	10.000		
	TEM/RMA of SAED #	Asbestmetingen buitenlucht NEN-ISO 10312 <sup>15</sup>	8	6-8	complex	1	200-500	0,01	+	1000-5000		
	SEM/RMA	Risicobeoordeling in niet- sloopsituaties; NEN 2991 <sup>16</sup> / NEN-ISO 14966 <sup>17</sup>	8	6-8	zeer eenvoudig	1	200 tot 400	0,01 – 0,1	+	200		
	SEM/RMA (statisch)	Metingen arbeidsomstan- digheden NEN 2939 <sup>18</sup> /NEN-ISO 14966	8	2-8						150-600		
	SEM/RMA (PAS)		2-5	2-8						300-2400		
Aanpassingen voor verlaging bepalingsgrens	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8						2	200	70 <sup>(a)</sup>
	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8						4	200	35 <sup>(b)</sup>
	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8	1	400	70 <sup>(a)</sup>					
	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8	1	800	35 <sup>(b)</sup>					
	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8	10	2.000	13 <sup>(c)</sup>					
	SEM/RMA	NEN-ISO 14966	8	8	50	10.000	3 <sup>(d)</sup>					

# elektronendiffractie: kan uitsluitend in combinatie met TEM worden gebruikt (zie voor definitie bijlage A)

(hypothetische) meerkosten analyse t.o.v. routinematig uitgevoerde analyse: (a): factor 2, (b): factor 4, (c): factor 10, (d): factor 50

(c): correspondeert met GR 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor asbestmengsel <20% amfibool asbest.

(d):: correspondeert met GR 10<sup>-6</sup> risiconiveau-concentratie voor amfibool asbest.

14 NEN 2990: Eindcontrole na asbestverwijdering [17].

15 NEN-ISO 10312: Buitenluchtmetingen - Bepaling van de concentratie aan asbestvezels met behulp van transmissie elektronenmicroscopie, directe methode [44].

16 NEN 2991: Risicobeoordeling in en rondom gebouwen of constructies waarin asbesthoudende materialen zijn verwerkt (niet-sloopsituaties) [16].

17 NEN-ISO 14966: Bepaling van de numerieke concentratie van anorganische vezelachtige deeltjes – SEM methode [14].

18 NEN2939: Bepaling van de concentratie aan respirabele asbestvezels in de lucht bij het werken met of in de directe omgeving van asbest of asbesthoudende producten, met behulp van microscopische technieken [15].

**Tabel 13-2:** Bepalingsgrenzen voor asbest in bodem of puin(granulaat).

Methodes	Techniek	Monstergrootte (kg)	Bepalingsgrens (mg asbest/kg grond)
Bepaling asbest in bodem (NEN 5707 [18])	PLM/SEM	10	2
Bepaling asbest in puingranulaat (NEN 5897 [43])	PLM/SEM	25	1-2

PLM: Polarisatie Licht Microscopie

SEM: Scanning elektronenmicroscopie

*Prestatiekenmerken van meetmethoden voor asbest in de bodem i.r.t. de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties*

In Tabel 13-3 zijn de meerkosten van een onderzoek voor asbest in bodem/puin(granulaat) conform de NEN 5707 [18] en NEN 5897 [43] weergegeven als functie van de vereiste bepalinggrens en monstergrootte. Om bij het meten van asbestconcentraties in de bodem in de buurt van de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie dezelfde gevoeligheid te halen als bij de huidige analyse conform NEN5707 en NEN 5897 dient de monstergrootte met een factor 10-100 te worden vergroot. Dit betekent dat de kosten van het onderzoek met een factor 5-50 toenemen. Een groot deel van deze kosten zijn analysekosten. Aangezien een analyse bestaat uit het handmatig afzoeken van zeeffracties met behulp van een stereomicroscop is dit een arbeidsintensief en dus kostbaar onderdeel van de bepaling.

**Tabel 13-3:** Meerkosten (als factor) van een onderzoek naar asbest in bodem/puin(granulaat) als functie van de vereiste monstergrootte en bepalinggrens.

Toetsing	Vereiste monstergrootte (kg)	Bepalinggrens (mg asbest/kg <sub>ds</sub> grond)	Meerkosten [factor]
Huidige interventiewaarde (100 mg/kg gewogen)	10-25	2	1
Risicogrenskoncentratie chrysotiel <sup>1)</sup> (ca. 5 mg/kg gewogen)	50-100	2	ca. 5
Risicogrenskoncentratie amfibool asbest <sup>1)</sup> (ca. 0.2 mg/kg gewogen)	500-1000	0,2	ca. 50

<sup>1)</sup> behorende bij de door de GR geadviseerde  $10^{-6}$  risiconiveau-concentratie, bij omrekening op basis van praktijkmetingen (zie paragraaf 5.2.4)



## D Bijlage D: TNO Asbestmetingen in de buitenlucht, 1978

In 1978 heeft het TNO Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek [19] de laatste systematische asbestmetingen uitgevoerd. Er werden metingen uitgevoerd op locaties met industriële bronnen (Goor-Eternit en Harderwijk-Asbestona in een periode waarin beide fabrieken nog vol in bedrijf waren), in een verkeerstunnel (IJ-tunnel), in grote en middelgrote steden nabij geïndustrialiseerde gebieden (Amsterdam, Rotterdam, Delft, Vlissingen, Sas van Gent, Nieuwdorp, Groningen) en in het landelijk gebied (Usselo, ten zuidwesten van Enschede). De meetlocatie in Usselo fungeerde daarbij als referentiemeetpunt voor de meetpunten nabij het terrein van de voormalige Eternit-fabriek in Goor. De asbestconcentraties van alle meetpunten zijn samengevat Tabel 14-1. Chrysotiel, afkomstig uit remvoeringen en koppelingsplaten, vormde destijds de belangrijkste bron. Dit kon worden afgeleid uit metingen in tunnels en bij drukke grensovergangen. Asbesthoudende rem- en frictiematerialen zijn kort daarna verboden. Alleen in de buurt van de voormalige fabrieken van Eternit en Asbestona werden, behalve chrysotiel, ook significante hoeveelheden crocidoliet en amosiet aangetroffen. Deze asbesttypen zijn direct te relateren aan de producten die in deze fabrieken werden gefabriceerd.

**Tabel 14-1:** Gemeten asbestconcentraties in de buitenlucht, in de periode 1978 tot en met 1980 [19].

Meetstation	Asbestconcentratie in de lucht (maandgemiddelde) [vezels/m <sup>3</sup> ]*	Hoogste en laagste asbestconcentratie in de lucht [vezels/m <sup>3</sup> ]*
<i>Grote steden en sterk geïndustrialiseerde gebieden</i>		
Rotterdam (dak Keuringdienst vW)	4.500	< 200 – 10.900
Rotterdam DCMR	5.600	< 200 – 8.400
Amsterdam-Noord	11.000	5.000 – 22.700
Amsterdam-centrum	3.100	600 – 5.900
Amsterdam-Geuzenveld	1.000	800 -1.300
Delft Zuidpolder TNO terrein	3.600	1.200 – 9.000
<b>Gemiddelde range</b>	<b>1.000 - 10.000</b>	
<i>Middelgrote steden en landelijk gebied</i>		
Nieuw Namen, Zeeuws Vlaanderen	1.800	300 – 3.600
Sas van Gent, Zeeuws Vlaanderen	1.100	300 – 1.700
Vlissingen, buiten centrum	2.600	700 – 5.400
Nieuwdorp, Zuid Beveland	1.100	300 -1.600
Groningen in het centrum RUG	1.800	900 – 3.200
Usselo nabij Enschede	900	400 – 1.500
<b>Gemiddelde range</b>	<b>100 – 1.000</b>	
<i>Meetpunten in de buurt van asbestbronnen</i>		
Goor I grenzend aan opslagterrein van Eternit	40.200 chrysotiel 6.000 crocidoliet	5.600 – 80.000 < 200 – 13.400
Goor II idem, verzamelmonster bij wind direct vanaf de fabriek	56.100 chrysotiel	enkele meetwaarde
Harderwijk 200m ten oosten van Asbestona-terrein	37.000 ook amosiet aanwezig	13.000 – 2.081.000
Delft, Rotterdamse weg naast Rijksweg	18.200	<600 – 24.600
Bergh-Autoweg I grensovergang	8.800	6.800 – 10.700
Bergh-Autoweg II grensovergang	1.700	1.500 – 1900
IJ-tunnel Amsterdam	59.100	38.200 – 80.800
<b>Gemiddelde range</b>	<b>10.000 – 100.000</b>	

\* De telling en de analyse van de vezels werd uitgevoerd met een analytische transmissie elektronenmicroscop (TEM/RMA; zie hoofdstuk 3).

Sommige concentraties in het landelijk gebied lagen rondom de bepalingsgrens van de transmissie elektronenmicroscop (TEM; zie hoofdstuk 4) waarmee gemeten werd. In en om steden lagen de concentraties in de buitenlucht een ordegrrootte hoger<sup>19</sup>. Bij drukke wegen en tunnels liep dit op tot 80.000 vezels/m<sup>3</sup>. Zowel in Goor als in Harderwijk is de aanwezigheid van een asbestcementfabriek duidelijk terug te zien in verhoogde asbestconcentraties in de lucht. Echter, deze concentraties kunnen eigenlijk niet meer tot de 'achtergrond' gerekend worden, aangezien de metingen rondom een specifieke bron verricht zijn [1].

---

<sup>19</sup> In GR rapport staat 'tussen 1.000 tot 16.000 vezels/m<sup>3</sup>'. Dit is niet in overeenstemming met de range zoals opgenomen in deze tabel, omdat in de 16.000 een incidentele piekwaarde is meegenomen die niet in deze range is verdisconteerd.

## E Bijlage E: Blootstellingrisico's rondom asbestwegen en -erven

Tabel 15-1 geeft een inschatting van het actuele en potentiële risico op blootstelling aan asbest rondom asbestwegen en -erven. Actueel risico houdt in dat al bij normaal dagelijks gebruik kans op blootstelling aan asbest bestaat (open bron). Potentieel risico houdt in dat de vezels eerst uit de matrix moeten worden vrijgemaakt om in de lucht te komen. Dit kan optreden bij bewerkingen van de grond zoals grondverzet, ploegen of frezen.

**Tabel 15-1:** Indeling voor het beoordelen van het risico van asbestwegen en -erven, gebaseerd op een schatting van het te verwachten blootstellingsniveau (ontleend aan [26,27]).

Gebruik van het asbescement-afval als:	Type asbest	Asbest in toplaag ( mg/kg <sub>ds</sub> )	Asbest in onderlaag ( mg/kg <sub>ds</sub> )	Actueel risico	Potentieel risico
Erfverharding	Niet-hechtgebonden asbestproducten zoals asbestpulp en/of draaisel	> 100	<i>(niet relevant bij asbest in de toplaag)</i>	++	++
Wegverharding				+	++
Erfverharding	Hechtgebonden asbest			+	+
Wegverharding				+/-	+
Wegverharding	Hechtgebonden asbest	10-100	> 100 (afscherming niet duurzaam)	+/-	+
		< 10	> 100 (afscherming duurzaam of voldoende dik)	-	+/-
		< 100	< 100 (ook zonder afscherming)	-	-

- blootstellingsniveau verwaarloosbaar (< huidige VR-niveau)
- +/- blootstellingsniveau gering (juist boven huidige VR-niveau)
- + blootstellingsniveau substantieel (> huidige VR; piekwaarden < huidige MTR-niveau)
- ++ blootstellingsniveau hoog (piekwaarden > huidige MTR-niveau)

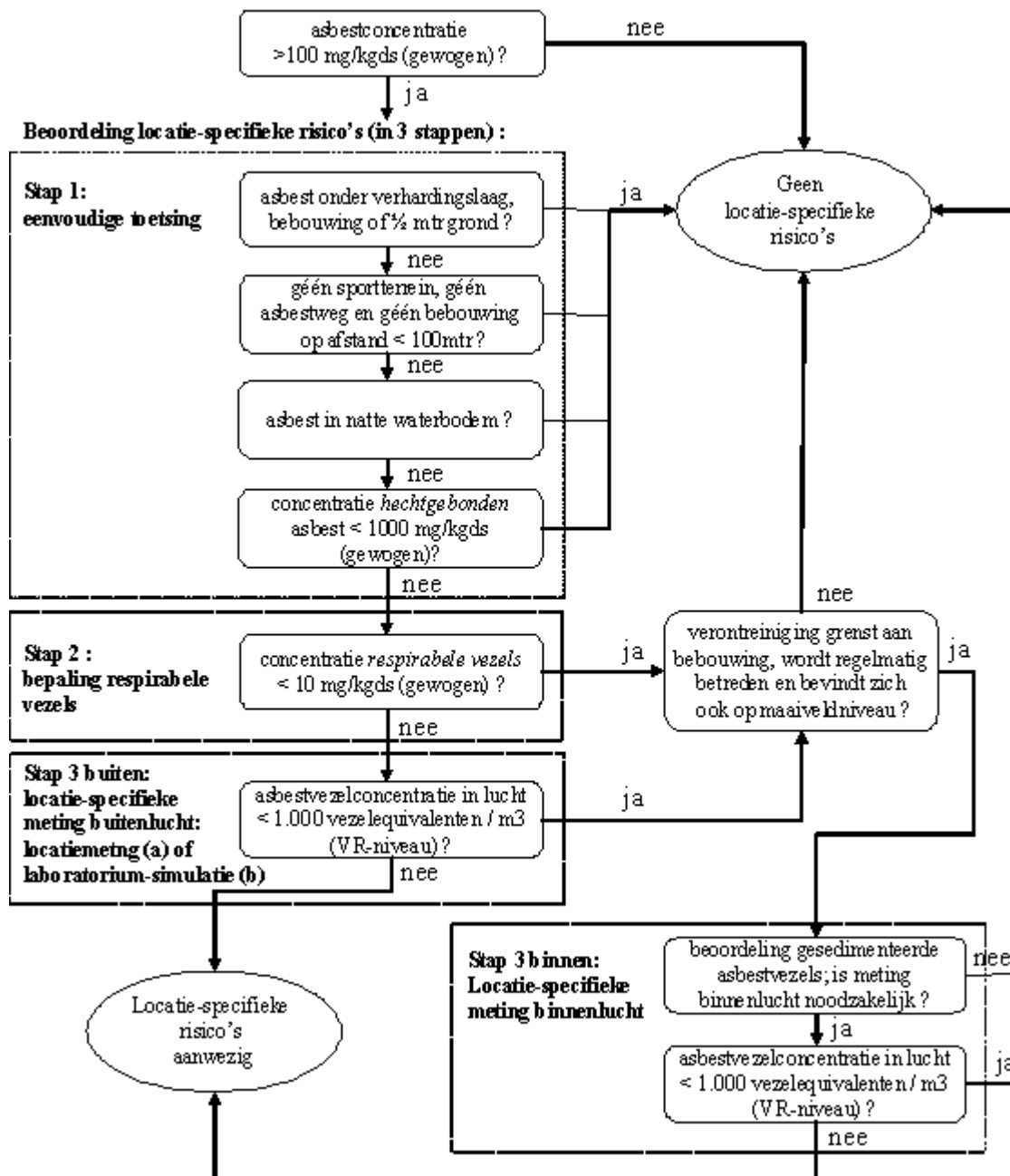
## F Bijlage F: Procedure saneringsspoed (bodem)

Volgens de Wet bodembescherming dient bij overschrijding van de interventiewaarde de saneringsspoed te worden vastgesteld volgens de Circulaire bodemsanering [31]. Voor asbest is hiervoor een standaard procedure opgesteld [11]. Voor alle contaminanten, ook voor asbest, geldt dat er aangenomen wordt dat er sprake is van een locatie-specifiek risico voor de mens, tenzij het tegendeel kan worden aangetoond ("risico, tenzij..."). De procedure bestaat, in analogie met de voormalige SaneringsUrgentieSystematiek (SUS), uit drie stappen (Figuur 16-1):

- Stap 1: Eenvoudige toetsing - onderzoek naar de mogelijkheid/ waarschijnlijkheid van blootstelling;
- Stap 2: Bepaling van de respirabele asbestvezelconcentratie in de bodem, conform NEN 5707 [18], voor de beoordeling van de mogelijke locatie-specifieke blootstelling van de mens (onafhankelijk van de daadwerkelijke gebruikssituatie en omgevingsfactoren);
- Stap 3: Meting van de asbestvezelconcentratie in de buiten- en/of binnenlucht.

Bij de eenvoudige toetsing (stap 1) voor hechtgebonden asbest wordt een risicogrens gehanteerd van 1.000 mg/kg<sub>dw</sub> voor de optelsom van de concentratie chrysotiel en tien maal de concentratie amfibool asbest (overige asbestsoorten). Als voorwaarde wordt gesteld dat de hechtgebonden materialen niet verkeren in een verweerde toestand.

Bij stap 3 wordt de concentratie in binnen- of buitenlucht gemeten onder gestandaardiseerde omstandigheden of tijdens laboratoriumsimulatie. De daarop volgende toetsing vindt plaats aan een door het beleid gekozen toxicologische grenswaarde. In de huidige methodiek is dat het VR-niveau van 1.000 vezelequivalenten/m<sup>3</sup>.



**Figuur 16-1:** Schematische voorstelling stappenplan “beoordeling van het locatie-specifieke humane risico” van bodemverontreiniging met asbest.

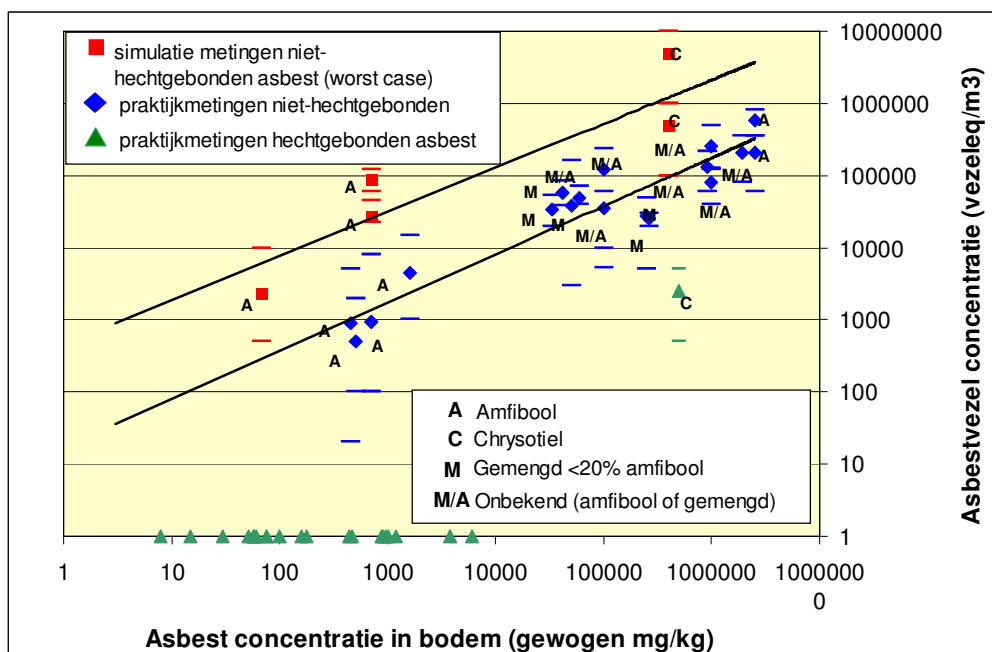
## G Bijlage G: Asbestconcentraties in bodem

**Tabel 17-1:** Huidige interventiewaarde bodem (IW) op basis van het huidige VR-niveau en risicogrenskoncentraties die zouden resulteren uit een keuze voor één van de door de GR voorgestelde risiconiveau-concentraties, op basis van simulatiemetingen of praktijkmetingen.

	Huidige VR		Huidige MTR		Door de GR voorgestelde $10^{-6}$ risiconiveau-concentratie			Door de GR voorgestelde $10^{-4}$ risiconiveau-concentratie		
	chrys	amf	chrys	amf	chrys	<20% amf	amf	chrys	<20% amf	amf
<b>Concentratie in lucht</b> [vezels/ $m^3$ ]	1.000	100	100.000	10.000	28	13	3	2.800	1.300	300
	<b>Huidige interventiewaarde</b>				<b>Risicogrenskoncentraties indien GR risiconiveau-concentraties worden geïmplementeerd</b>					
<b>Simulatiemetingen</b> [mg/ $kg_{ds}$ ]	-	-	-	-	< 1	< 1	< 1	70	30	2
<b>Praktijkmetingen</b> [mg/ $kg_{ds}$ ]	$100^1$	$10^1$	-	-	5	2	< 1	6.300	2.000	220

Chrys = chrysotiel; amf = amfibool asbest.

<sup>1</sup> De huidige interventiewaarde is 100 mg/ $kg_{ds}$  uitgedrukt als de concentratie chrysotiel + 10 x concentratie amfibool asbest (gewogen norm).



- Rode symbolen en de bovenste schuine regressielijn: simulatiemetingen met niet-hechtgebonden asbest
- Blauwe symbolen en de onderste schuine regressielijn: praktijkmetingen met niet-hechtgebonden asbest;
- Groene symbolen: praktijkmetingen met hechtgebonden asbest
- De symbolen zijn gemiddelden en de streepjes geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval weer van een serie metingen.

**Figuur 17-1:** Asbestvezelconcentratie in de lucht (vezelequivalenten/ $m^3$ ), als functie van de niet-hechtgebonden hechtgebonden asbestconcentratie in bodem/puin(granulaat) (mg/ $kg_{ds}$ )

## H Bijlage H: Indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen

**Tabel 18-1:** Indeling van werkzaamheden met asbest in risicoklassen [42]

Risicoklasse	Beschrijving belangrijkste kenmerken
<b>3</b>	<p><b>Blootstellingsniveau &gt; 1 vezels/cm<sup>3</sup> (&gt; 1.000.000 vezels/m<sup>3</sup>)</b>            Verzwaard regime, uitsluitend voor verwijdering van "risicovolle" niet-hechtgebonden materialen zoals spuitasbest, leiding- en ketelisolatie, brandwerend board en asbestkarton. De extra eisen t.o.v. klasse 2 bestaan uit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vooraf een vakinhoudelijke beoordeling van het werkplan;</li> <li>- Maatregelen om emissie tijdens de sanering zoveel mogelijk te reduceren;</li> <li>- Gebruik van adembescherming met een hogere protectiefactor (vergelijkbaar met onafhankelijke lucht).</li> </ul> <p>Behalve aan de opleveringseisen na asbestverwijdering (NEN 2990) zal het gebouw/constructie bij ingebruikstelling tevens moeten voldoen aan de eisen zoals beschreven in NEN 2991</p>
<b>2</b>	<p><b>Blootstellingsniveau 0,01 tot 1 vezels/cm<sup>3</sup> (10.000 tot 1.000.000 vezels/m<sup>3</sup>)</b>            Huidig regime conform de SC 530 (Sloopregime, Arbeidsomstandighedenbesluit). Geldt voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzaamheden aan hechtgebonden materialen (verspanende bewerkingen)</li> <li>- Werkzaamheden in de buurt van "risicovolle" niet-hechtgebonden materialen waarbij deze materialen kunnen worden verstoord;</li> <li>- Alle overige werkzaamheden die niet in klasse 1 of 3 kunnen worden ondergebracht;</li> <li>- Ook voor werkzaamheden die niet onder slopen of verwijderen vallen moet een RI&amp;E worden gemaakt</li> </ul> <p>Voor bepaalde werkzaamheden waaronder daadwerkelijke saneringswerkzaamheden aan sterk verontreinigde (water)bodem, grond, puin(granulaat) en baggerslib, buitensaneringen en onder bepaalde voorwaarden ook (kleinschalige) werkzaamheden is een containment niet verplicht, maar kunnen andere vormen van afscherming van het werkgebied worden toegepast.</p>
<b>1</b>	<p><b>Blootstellingsniveau &lt; 0,01 vezels/cm<sup>3</sup> (10.000 vezels/m<sup>3</sup>)</b>            Licht regime, vergelijkbaar met de huidige "vrijstellingsregelingen". Geldt voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzaamheden waarvan is aangetoond of na onderzoek aangetoond kan worden dat blootstelling de voor deze klasse aangegeven grenzen niet overschrijdt)</li> <li>- Materialen/werkwijzen waarvan reeds eerder is onderzocht dat deze aan de eisen voldoen zijn opgenomen in een shortlist (toegankelijk via SMA-rt);</li> </ul> <p>Indeling geschiedt op basis van toetsbare criteria waarvan invulling en uitkomst deel uitmaken van het werkplan;</p> <p>Ook voor werkzaamheden die niet onder slopen of verwijderen vallen moet een verplichte risico inventarisatie en –evaluatie (cf Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 4.2) worden gemaakt.</p>

# I Bijlage I: Enkele opties voor het aanpassen van protocollen, normvoorschriften en de indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen

Indien de risiconiveau-concentraties zoals geadviseerd door de GR worden geïmplementeerd in het arbeidsomstandighedenbeleid, zullen verschillende bestaande protocollen alsmede de indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen hierop moeten worden aangepast. Hiervoor bestaan verschillende opties, waarvan enkelen hieronder worden toegelicht.

## ***Protocol voor asbestverwijdering (SC 530)***

Het protocol voor asbestverwijdering (SC 530) is de afgelopen jaren al flink aangescherpt. De werkwijze zoals beschreven in SC 530 voldoet goed voor de standaardsaneringen. Echter, zeker als de GR risiconiveau-concentraties uitgangspunt worden van het arbeidsomstandighedenbeleid zullen de werkinstructies voor complexe sanering (niet-hechtgebonden, amfibool asbest) verder moeten worden aangepast. Opties daarbij zijn:

- emissie beperkende maatregelen aan de bron;
- ontwikkeling van innovatieve saneringstechnieken;
- het verder inperken van het besmettingsrisico voor aangrenzende ruimten;
- nauwkeuriger opvolgen van de protocollen door de saneerders.

## ***Inventarisatie van asbest in gebouwen en constructies (SC 540)***

Het beoordelingsschema voor inventarisatie van asbest in gebouwen en constructies (SC 540) zal ook voldoen als er nieuwe normen van kracht worden op basis van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties. Substantiële aanpassingen worden derhalve niet noodzakelijk geacht. Wel kan bij het aantreffen van potentieel gevaarlijke asbestbronnen eerder een aanvullende risico-beoordeling conform NEN 2991 worden aanbevolen.

## ***Eindcontrole na asbestverwijdering (NEN 2990)***

De NEN2990 is momenteel al onder revisie en wordt nog in 2010 verwacht. Op dit moment geldt voor gebouwen na sanering een vrijgavegrens van 0,01 vezels/cm<sup>3</sup>. Dit komt overeen met 10.000 vezels/m<sup>3</sup>. Voor amfibool komt dit overeen met een niveau van circa 100.000 vezelequivalenten. De vrijgavegrens is gedefinieerd als de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Dat wil zeggen dat de concentratie in een gesaneerd pand met een zekerheid van 95% lager moet zijn dan deze 0,01 vezels/cm<sup>3</sup>. In de praktijk wordt deze grens meestal probleemloos gehaald bij de sanering van asbesthoudende materialen waarvan de verwijdering in risicoklasse 1 of 2 valt. Te hoge asbestconcentraties in de lucht doen zich eigenlijk alleen voor bij complexe saneringen van spuitasbest of amosiet bevattend brandwerend board. Voor deze laatste categorie blijkt ook al in de huidige situatie dat de controle op de aanwezigheid van asbestresten middels visuele inspectie vaak onvoldoende effectief is (ervaringen uit de handhavingspraktijk van RvA, CKI's en Arbeidsinspectie). Uiteraard zal er een goede aansluiting op de SC 530 moeten zijn.

Opties bij het aanpassen van dit normvoorschrift zijn:

- Aanscherping van de eindcontrole voor complexe saneringen van spuitasbest of amosiet bevattend brandwerend board, zodat ook asbestvezels van het amfibool-type op ten minste het concentratieniveau van 1.000 vezels/m<sup>3</sup> meetbaar zijn. Hiervoor is FCM niet langer bruikbaar maar moet met SEM/RMA conform ISO 14966 worden gemeten (zie hoofdstuk 3).



- Aanvulling van de visuele inspectie met kleefmonsters gevolgd door analyse met SEM/RMA (conform NEN 2991 module of de Duitse ontwerpnorm VDI 3877 Blatt 1 en 2) kan meer zekerheid verschaffen dat de ruimte ook daadwerkelijk schoon is.

Het aanpassen van de NEN 2990 is relatief eenvoudig omdat gebruik kan worden gemaakt van reeds beschikbare en gevalideerde analyseprocedures.

### ***Risicobeoordeling van asbest in gebouwen en constructies in niet-sloopsituaties (NEN 2991)***

Evenals de NEN 2990 is ook de NEN 2991 momenteel al onder revisie. Behalve de reeds geplande reguliere aanpassingen, zou in de NEN 2991 het onderdeel waarbij het potentiële risico wordt beoordeeld uitgebreid kunnen worden. Dit is onder andere mogelijk door implementatie van VDI 3877 (onderzoek naar verspreiding van gesedimenteerd asbest middels kleefmonsters) en/of de binnenkort te verwachten ISO-versie daarvan. De nadruk ligt dan bij het voorkómen van blootstelling, dus ingrijpen vóór er asbestvezels in de lucht terechtkomen. De aanpassingen zijn ook voor deze norm relatief eenvoudig omdat de beoordeling ook in de huidige versie al gebaseerd is op elektronenmicroscopische analyse (SEM/RMA), bepaling van 8-uurs gemiddelde concentraties en een lage bepalingsondergrens. Voor de aanpassingen kan dus gebruik gemaakt worden van bestaande en gevalideerde methoden.

### ***Indeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen***

De huidige indeling van arbeidsgelateerde werkzaamheden in risicoklassen staat omschreven in bijlage H. Opties voor het aanpassen van deze indeling indien de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties in het arbeidsomstandighedenbeleid worden geïmplementeerd zijn onder andere de volgende:

- Het aanpassen van de concentratiegrenzen voor alle drie de risicoklassen  
Dit zal inhouden dat de concentratiegrenzen, in lijn met de nieuw vast te stellen normen, naar beneden zullen opschuiven.
- Samenvoeging van klasse 2 en klasse 3 of beperken van werkzaamheden die in risicoklasse 2 vallen  
Het advies van de GR geeft reden om te overwegen een strikter beschermingsregime voor risicoklasse 2 in te stellen. Dit is de klasse waarin verreweg de meeste saneringen worden uitgevoerd. Een optie is het samenvoegen van de risicoklassen 2 en 3 waarbij het hoogste beschermingsregime, dus dat van de huidige klasse 3, geldig wordt voor al deze werkzaamheden. Op dit moment is in klasse 3 het dragen van overdrukmaskers met “onafhankelijke lucht” verplicht. Deze maskers zijn hierbij met slangen met een compressor zijn verbonden. Dit leidt vooral in nauwe ruimten soms tot gevaarlijke situaties. Het is daarom aan te bevelen om bij een evaluatie van mogelijke alternatieven te onderzoeken of, in plaats van de maskers die met slangen met een compressor zijn verbonden, de nieuwe typen aangeblazen maskers met een hoge beschermingsfactor bruikbaar zijn. Toepassing van onafhankelijke lucht met slangen en compressor bij saneringen die nu onder risicoklasse 2 vallen zal waarschijnlijk door de gebruikers als een te grote belasting worden ervaren. Een voordeel van het samenvoegen van klasse 2 en 3 is een aanzienlijke vereenvoudiging van de procedures van indeling (o.a. SMA-rt) en de controle daarop door de handhavende instanties.
- Werkzaamheden in risicoklasse 1 niet langer vrijstellen van certificering

Een herindeling van asbestgerelateerde werkzaamheden in risicoklassen op basis van de door de GR geadviseerde risiconiveau-concentraties zou ertoe kunnen leiden dat veel werkzaamheden niet meer in risicoklasse 1 ingedeeld kunnen worden.

Gezien het GR advies kan overwogen worden om de werkzaamheden die overblijven in klasse 1 niet langer vrij te stellen van certificering, met uitzondering van die werkzaamheden waarvoor een specifieke vakdeskundigheid essentieel is om veilig te werken (bijvoorbeeld bij hoogspanning of bij werk aan gasleidingen) en waaraan een gedegen validatie-onderzoek conform NEN 2939 ten grondslag ligt. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 kan het indelen van werkzaamheden in risicoklasse 1 tot meettechnische problemen leiden indien de grens voor vrijgestelde werkzaamheden verlaagd wordt.

- **Aanpassingen in het hulpprogramma voor indeling in risicoklassen (SMA-rt)**  
In de database van het SMA-rt systeem zijn de huidige criteria voor de indeling in risicoklassen verwerkt en zijn handelingen en werkwijzen voor vele typen asbesthoudende materialen opgenomen. Regelmatig worden hieraan nieuwe meetresultaten toegevoegd. Wanneer de criteria voor de indeling in risicoklassen aangepast gaan worden, houdt dit tevens in dat een uitgebreide update van het SMA-rt systeem moet plaatsvinden. Uiteraard sluit het SMA-rt systeem volledig aan bij de in de SC 530 beschreven werkwijzen en moeten alle eventueel aan te brengen wijzigingen in de SC 530 ook worden doorvertaald in het SMA-rt systeem.

#### ***Uitwerken van de aanpassingen***

Voor de verdere uitwerking van de hierboven genoemde opties kan gebruik gemaakt worden van de reeds bestaande werkgroepen en structuren. Voor het uitwerken van de aanpassingen aan SC 530 (inclusief SMA-rt), SC 540 en de indeling in risicoklassen is dit het Centraal College van Deskundige Asbest (CCvD) asbest. Bij het aanpassen van de diverse NEN-normen wordt gebruik gemaakt van de NEN Werkgroep Asbest (onderdeel van NEN Milieu). Ook de contacten met buitenlandse normalisatie-instellingen (o.a. ISO, VDI en DIN) verlopen via NEN.