

# Inzichten voor proportioneel asbestbeleid

*Een onderzoek naar gezondheidsrisico's in verschillende asbestblootstellingssituaties en de kosten van bijbehorend beschermingsbeleid*



Februari 2019



Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Aedes, vereniging van woningcorporaties, en van de woningcorporaties Talis te Nijmegen, Mitros te Utrecht, Vestia te Rotterdam en Woonbron te Rotterdam.

*Auteurs van het rapport:*

#### **TNO**

Dr. Jody Schinkel

De Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) is een onafhankelijke onderzoeksorganisatie. De missie van TNO is mensen en kennis verbinden om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken.

#### **Universiteit Utrecht**

Prof. dr. ir. Dick Heederik

De Universiteit Utrecht is een internationaal vooraanstaande onderzoeksuniversiteit waar studenten en toponderzoekers samen werken aan een betere toekomst.

#### **Radboud Universiteit**

Prof. dr. Ira Helsloot

De Radboud Universiteit is gevestigd in Nijmegen en is een brede, internationaal georiënteerde en studentgerichte onderzoeksuniversiteit. De Radboud Universiteit laat zich in haar kerntaken onderzoek en onderwijs leiden door wetenschappelijke nieuwsgierigheid en het beroep dat de samenleving op haar doet.

#### **Crisislab**

Sander Kraaijenbrink MSc & Jacco Vis MSc

De Stichting Crisislab is de onderzoeksgroep die het onderzoek van de leeropdracht Besturen van Veiligheid van de Radboud Universiteit Nijmegen ondersteunt. De doelstelling van Crisislab is de ontwikkeling en verspreiding van kennis op het domein van crisisbeheersing en veiligheidszorg. Voor Crisislab is een kernactiviteit het verrichten van empirisch gefundeerd onderzoek op het veiligheidsdomein, omdat momenteel feiten vaak ontbreken bij beleidsvorming en discussies op het terrein van het besturen van veiligheid.

Januari 2019

## Managementsamenvatting

---

In veel situaties is momenteel onduidelijk wat de blootstelling aan asbest (door inhalatie) werkelijk is, en daarmee wat de bijbehorende gezondheidsrisico's zijn. Hierdoor is het dus veelal niet mogelijk om vast te stellen wat proportionele veiligheidsmaatregelen zijn.

Dit onderzoek richt zich op het vaststellen van de blootstellingsrisico's in een aantal concrete situaties (scenario's) en het daarbij behorende gezondheidsrisico om vast te stellen wat de kosten en baten zijn van asbestbeschermingsbeleid in deze situaties. De beschouwing richt zich op de risico's en effectiviteit van de preventieve maatregelen op groepsniveau. De belangrijkste scenario's waren:

- Brand in een gebouw waarin asbest aanwezig is met derhalve risico's voor brandweer en omgeving.
- Bewerking van niet-hechtgebonden asbesthoudende plafondplaten door particulieren, installateurs en saneerders.
- Wonen in woningen waarin een asbestverontreiniging aanwezig is.
- Werken in of bezoeken van een gebouw waarin een asbestverontreiniging aanwezig is.
- Werken door onderhoudspersoneel in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn die een verontreiniging hebben veroorzaakt.
- Verwijderen van asbestdaken door saneerders of particulieren.

Voor deze zes scenario's is 1) de asbestblootstelling bepaald door analyse van wat bekend is aan betrouwbare meetresultaten en informatie over duur van de blootstelling, 2) met een risicoanalyse conform de benadering van de Gezondheidsraad het daarbij behorende gezondheidsrisico vastgesteld, en 3) de proportionele investering vastgesteld die past bij dit risico met gebruik van de reguliere normering van €60.000 per gewonnen gezond levensjaar. Vervolgens zijn 4) de kosten van aanschaf en gebruik van (persoonlijke) beschermingsmaatregelen (PBM) getoetst aan het vastgestelde proportionele investeringsbedrag om vast te stellen of het aanschaffen van PBM's kostenefficiënt mogelijk is in het betreffende scenario.

De uitkomsten van het onderzoek geven aan dat met name in situaties met beroepsmatige blootstelling de risico's op lange termijn gezondheidsschade groot kunnen zijn. In één scenario is sprake van een zeer hoog risico op kanker. Dit betreft het scenario waarin werknemers elke dag plafondplaten met niet-hechtgebonden asbest slopen zonder persoonlijke bescherming. Voor die situatie is een beschermingsbudget beschikbaar van tussen de €10.000 en €24.000 per jaar, afhankelijk van de asbestsoort. Het huidige Nederlandse asbestbeschermingsbeleid is voor deze situatie dus terecht streng.

In een aantal scenario's is het risico hoger of ongeveer gelijk aan wat het maximaal toelaatbaar risico wordt genoemd. Dat is het risiconiveau dat in Nederland acceptabel wordt geacht voor blootstelling van werknemers en de bevolking. Een typisch voorbeeld van zo'n scenario is de installateur die enkele malen per maand per ongeluk in een asbesthoudend plafond boort. Het beschermingsbudget dat in deze situatie proportioneel is bedraagt een tiental euro's per jaar waarvoor bijvoorbeeld een stofzuigeraansluiting op een boormachine kan worden aangeschaft.

In alle andere situaties zijn de risico's lager dan het MTR of het VR (lager dan het streefniveau voor gezondheidsrisico's) en zijn beschermingsmaatregelen daarmee niet noodzakelijk. Het gaat hier om scenario's als brand, wonen of werken in een gebouw met asbest en het verwijderen van asbestcementdaken.

Gezondheidsrisico's voor niet beroepsmatig blootgestelden zijn in het algemeen beduidend lager. Het betreft bijvoorbeeld omwonenden van een brand en bewoners van woningen die incidenteel worden blootgesteld aan asbest door bewerking van in de woning aanwezig asbesthoudend materiaal.

De onderzoekers pleiten voor een publiek debat over de redelijkheid van het Nederlandse asbestbeleid en voor een aantal concrete maatregelen zoals een risico gedreven meetstrategie; bij een verondersteld laag risico kan met minder metingen worden volstaan dan in een situatie waarvan op voorhand kan worden verwacht dat het risico potentieel is verhoogd. In dit verband is het paradoxaal dat blijkt dat in veel praktijksituaties met een zeer laag risico extreem hoge aantallen metingen zijn uitgevoerd terwijl bekende beroepsmatige risico's niet met metingen zijn ingeschat en begeleid. Daarnaast wordt gepleit voor proportionele beschermingsmaatregelen omdat de huidige rigide (containment) maatregelen in zeer laag risico situaties in een aantal gevallen overbodig zijn.

# Inhoudsopgave

---

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>De gehanteerde onderzoeksmethodiek</b>	<b>9</b>
2.1	Definitie en keuze van blootstellingsscenario's	9
2.2	De bepaling van de blootstelling per scenario	11
2.3	Berekening van het risico voor de gezondheid	12
2.4	De berekening van het proportionele investeringsbudget	15
2.5	De effecten en kosten van het gebruik van PBM's op het risico voor de gezondheid.	16
<b>3.</b>	<b>Resultaten per scenario</b>	<b>18</b>
<b>4.</b>	<b>Samenvatting, duiding en aanbevelingen</b>	<b>45</b>
4.1	Aanleiding van het onderzoek	45
4.2	Opzet van het onderzoek	46
4.3	Samenvatting en duiding van de onderzoeksresultaten per scenario	48
4.4	Aanbevelingen	53
4.5	Samenvattende bevindingen	55
<b>Bijlagen</b>		
B1.	Uitgewerkte blootstellingsscenario's	57
B2.	Normering van het gezondheidsrisico	95
B3.	Lijst beschermingsmiddelen	97
B4.	Literatuurlijst	98
B5.	Respondenten	99
B6.	Klankbordgroep	100

# 1 Inleiding

---

De aanwezigheid van asbest leidt in Nederland tot het verplicht inzetten van (beschermings)maatregelen die veelal worden ingezet wanneer sec de aanwezigheid van asbest wordt geconstateerd. Dus, vaak is de aanwezigheid, en niet het blootstellingsrisico van asbest bepalend voor de inzet van beschermingsmaatregelen. In veel situaties is de feitelijke blootstelling aan asbest (door inhalatie) echter onduidelijk. Evenmin zijn de bijbehorende gezondheidsrisico's op de lange termijn bekend. Hierdoor is het dus niet mogelijk een schatting van de proportionaliteit van de getroffen maatregelen te maken.

Maatregelen worden hierdoor veelal genomen zonder dat inzicht bestaat in het feitelijke blootstellings- en gezondheidsrisico door vrijgekomen asbest. Daarmee is het per definitie onduidelijk of de kosten van die maatregelen zich proportioneel verhouden tot de risico's terwijl volgens de regelgever veiligheidsbeleid gebaseerd dient te zijn op een deugdelijke kosten-batenanalyse.<sup>1</sup>

Voor Aedes, de vereniging van woningcorporaties<sup>2</sup>, woningcorporatie Talis, woningcorporatie Mitros, woningcorporatie Vestia en woningcorporatie Woonbron was het gebrek aan wetenschappelijke onderbouwing voor het beschermingsbeleid in situaties waarbij asbest betrokken is de reden om hier onderzoek naar te laten doen. De opdrachtgevers willen de onderzoeksresultaten ter beschikking stellen voor gebruik in de discussie die de staatsecretaris van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) is gestart over een nieuwe inrichting van het asbeststelsel.<sup>3</sup>

Een consortium met onderzoekers van TNO, Universiteit Utrecht, Radboud Universiteit Nijmegen en Crisislab heeft de opdracht gekregen om inzicht te geven in de kosten en baten van beschermingsbeleid in een aantal veel voorkomende situaties van asbestblootstelling. De onderzochte situaties kunnen zowel arbeid gerelateerd zijn (als het blootstelling van werknemers betreft), als (binnen)milieu-gerelateerd zijn (als het bijvoorbeeld blootgestelde omwonenden, hobbyisten of bewoners of gebruikers van huizen of andere gebouwen betreft).

Dit onderzoek maakt voor zes realistische cases:

- de asbestblootstelling zichtbaar,
- bepaalt met een risicoanalyse het daarbij behorende gezondheidsrisico en
- stelt de proportionele investering vast die past bij dit risico en geeft aan wat de kosten zijn van beschermingsmaatregelen die hierbij passen.

---

<sup>1</sup> Brief minister Plasterk, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2015). *Bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden*.

<sup>2</sup> Ongeveer 300 woningcorporaties zijn lid van Aedes.

<sup>3</sup> Brief staatssecretaris Van Ark aan de Tweede Kamer. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (2018). *Beleidsreactie onderzoek functioneren asbeststelsel*.

Dit onderzoek beschrijft de risico's op het niveau van aan asbest blootgestelde populaties (zoals bewoners of werknemers). Het onderzoek doet geen uitspraken over het risico's dat individuen lopen. Dit individuele risico hangt immers van vele factoren af die variëren van genetische aanleg tot te beïnvloeden versterkende factoren als roken. De effectiviteit en efficiëntie van de beschouwde preventieve maatregelen worden daarom ook op dat groepsniveau berekend. Op individueel niveau draagt het nemen van preventieve maatregelen natuurlijk altijd bij tot het verkleinen van het risico op gezondheidseffecten. Dit onderzoek is bedoeld om uitgaande van het maatschappelijk geaccepteerd risiconiveau voor de gehele bevolking en de gangbare Nederlandse norm voor investeringen in preventie van ongevallen te beschouwen welke wetenschappelijk onderbouwde risico's in de praktijk voorkomen en welke genormeerde budgetten voor preventie bij deze risico's passen.

### *Onderzoeksopzet*

Er is in dit onderzoek gebruik gemaakt van verschillende onderzoeksmethoden:

- Deskresearch voor het bepalen van de blootstelling in de verschillende cases.
- Berekening van de gezondheidsrisico's volgens de methodiek van de Gezondheidsraad en de proportionele investering uitgaande van de landelijk gebruikelijke maximale investeringsnorm per gewonnen gezond levensjaar.
- Interviews ten behoeve van het achterhalen van de kosten van beschermingsmaatregelen.

### *Begeleidingscommissie en klankbordgroep*

Tijdens het traject zijn de tussentijdse resultaten van het onderzoek gepresenteerd en voorgelegd aan een begeleidingscommissie bestaande uit vertegenwoordigers van Aedes en van verschillende woningcorporaties:

Henk Peter Kip	Mitros
Willy de Mooij	Vestia
René Mascini	Woonpartners M-H
Ronald Leushuis (voorzitter)	Talis
Birgitte de Maar	Rochdale
Henk Rotgans	Havensteder
Dory Louwerens	Ymere
Auke de Vries	Patrimonium
Marlies Krol	Portaal
Marijke Kool	Salland Wonen
Anja van de Sijde	De Zes Kernen
Arthur Oerlemans	Woonbron

De rekenmethodiek en concept-bevindingen van het onderzoeksrapport zijn op 7 december 2018 voorgelegd aan een klankbordgroep met asbestdeskundigen. Zij konden de gepresenteerde resultaten en de lijn van de onderzoeksmethodiek volledig volgen en met hun opmerkingen is rekening gehouden. Het verslag van deze klankbordgroep bijeenkomst is te vinden in bijlage 6. Op basis van de verkregen input en reflectie is de definitieve versie van het onderzoeksrapport opgesteld.

Een speciaal woord van dank gaat uit naar Frits Baghus van woningcorporatie Talis en Rogier Goes van Aedes die gedurende het hele proces hebben meegelezen. Hun feedback heeft dit onderzoek alleen maar sterker gemaakt.

### *Leeswijzer*

Het rapport bestaat uit de volgende onderdelen:

- In hoofdstuk 2 is de gehanteerde onderzoeksmethodiek beschreven.
- Hoofdstuk 3 is een weergave van de resultaten per case.
- Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en samenvatting. Tevens zijn in dit hoofdstuk de beperkingen van het onderzoek en een aantal discussiepunten opgenomen.
- Bijlagen met achtereenvolgens: uitgewerkte cases, lijst met beschermingsmaatregelen, de referentielijst, de lijst met personen en organisaties die hebben meegewerkt aan dit onderzoek, verslag bijeenkomst klankbordgroep.



## 2 De gehanteerde onderzoeksmethodiek

---

*In dit hoofdstuk wordt de gevolgde methode van dit onderzoek beschreven. In paragraaf 2.2 wordt besproken hoe tot de keuze voor deze (hoofd)scenario's is gekomen. In paragraaf 2.3 wordt beschreven hoe de blootstellingsconcentratie bepaald is. In paragraaf 2.4 worden de rekenmethode, en de veronderstellingen die ten grondslag liggen aan het berekenen van het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden weergegeven. In de laatste paragrafen (5 en 6) wordt beschreven hoe de berekening van het proportioneel te investeren bedrag er uitziet, en hoe bepaald kan worden welke PBM's gegeven het proportioneel te investeren bedrag aangeschaft kunnen worden.*

### 2.1 Definitie en keuze van blootstellingsscenario's

In dit onderzoek is een breed scala aan blootstellingsscenario's opgenomen.<sup>4</sup> We zijn tot deze keuze aan scenario's gekomen door, in samenspraak met de opdrachtgever, te kiezen voor een grote verscheidenheid aan (maatschappelijk) relevante scenario's. Zowel hechtgebonden als niet-hechtgebonden asbesttoepassingen zijn meegenomen in het onderzoek en tevens is er zowel rekening gehouden met structurele (beroepsmatige) blootstelling als met incidentele blootstelling. Op deze manier is het hele spectrum van regelmatig voorkomende scenario's afgedekt. Voorbeelden van relevante scenario's zijn het uitbreken van een grote brand waarbij asbest vrijkomt, aantreffen van asbest in een schoolgebouw, beschadiging van asbestplaten bij onderhoudswerkzaamheden en sanering van asbestdaken. Dit laatste betreft staand beleid dat de komende jaren (voor 1-1-2025) gerealiseerd moet worden. Bij het opstellen van de scenario's is met deze (maatschappelijke) ontwikkelingen rekening gehouden. Tevens zijn de scenario's geselecteerd met als belangrijke voorwaarde dat er enige data beschikbaar is om blootstelling te kunnen schatten.

Het risico op gezondheidsschade bij asbestblootstelling is niet alleen afhankelijk van de blootstellingsconcentratie, maar ook van de duur en frequentie van blootstelling. Om orde grootte inzichten van de risico's te kunnen geven, zijn er daarom blootstellingsscenario's opgesteld. De totale blootstelling aan asbestvezels wordt berekend door de blootstellingsconcentratie te vermenigvuldigen met de frequentie en de duur van de blootstelling.

Voor ieder scenario is gekeken welke informatie voorhanden is over de blootstelling via inhalatie. Daartoe zijn metingen die in de loop der jaren bij onder meer TNO zijn uitgevoerd, verzameld en geanalyseerd. Voor ieder scenario zijn de risico's gegeven voor blootstelling aan een drietal verschillende asbestsoorten, namelijk: chrysotiel asbest, amfibool asbest (amosiet, crocidoliet) en een gemengde samenstelling van beide

---

<sup>4</sup> De risico bepalingen in deze cases zijn allemaal afzonderlijk bepaald. Gedurende een leven kunnen mensen in verschillende situaties worden blootgesteld aan asbestvezels en is er sprake van cumulatieve blootstelling.

asbesttypen. Er is in dit onderzoek voor een afbakening van deze drie categorieën asbest gekozen, omdat de Gezondheidsraad in haar rapport (2010) ook uitgaat van deze drie hoofdcategorieën. Deze categorieën omvatten de in Nederland meest toegepaste soorten asbest. De blootstellingsgegevens die beschikbaar waren voor de meeste scenario's in dit rapport betreffen vaak een enkele asbest soort. Alle berekeningen zijn voor meerdere vormen van asbest uitgevoerd onder de veronderstelling dat de blootstellingsgegevens van toepassing zijn voor alle drie de asbestcategorieën. Ook zijn scenario's uitgesplitst in meerdere sub-scenario's met meerdere combinaties van verschillende blootstellingsduur en -frequentie voor het meest waarschijnlijk scenario en een of meerdere conservatieve varianten. Voor sommige scenario's geeft dit onlogische uitkomsten doordat sommige soorten asbest in werkelijkheid niet voorkomen in een dergelijke toepassing. Er is dan toch gekozen voor een uitwerking van alle typen asbest zodat de resultaten van dit onderzoek in bredere context gebruikt kunnen worden.

Dit heeft geleid tot de vaststelling van de volgende hoofdsenario's:

<b>HoofdsENARIO</b>	<b>Korte toelichting</b>
<b>HoofdsENARIO 1: Asbestblootstelling bij branden</b>	In gebouwen waarin asbest aanwezig is kan bij brand asbest verspreid worden in de omgeving. In de nabije omgeving, in de rook tot op enkele tientallen meters, kunnen daardoor brandweermensen en omwonenden mogelijk direct worden blootgesteld aan asbest. Na de brand kunnen in de ruimere omgeving mensen mogelijk gedurende langere tijd worden blootgesteld aan asbest dat is neergeslagen.
<b>HoofdsENARIO 2: Bewerken van niet-hecht gebonden plafondplaten</b>	Bewoners, installateurs en saneerders kunnen worden blootgesteld aan asbest als zij tijdens werkzaamheden plafondplaten met niet-hechtgebonden asbest bewerken. Te denken valt aan installateurs die een gat boren bijvoorbeeld voor een leiding of bewoners die hun plafond vervangen.
<b>HoofdsENARIO 3: Wonen in een woning met asbestverontreiniging</b>	Met enige regelmaat blijkt tijdens of na werkzaamheden dat per ongeluk asbesthoudend materiaal bewerkt is waardoor asbest is vrijgekomen in een woning. Dit zou gezondheidsrisico's voor de bewoners met zich mee kunnen brengen.
<b>HoofdsENARIO 4: Aanwezigheid in een pand met (niet-hecht gebonden) asbestverontreiniging</b>	Dit hoofdsENARIO wordt opgesplitst in een groot aantal sub scenario's. Het overkoepelende thema hierbij is dat mensen blootgesteld worden aan een asbestverontreiniging doordat zij zich bevinden in een pand waar asbest is toegepast. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen scenario's waarin mensen structureel gedurende een langere periode in het pand bevinden, of juist een incidenteel bezoek aan een dergelijk pand brengen. Ook zijn een aantal scenario's opgenomen die uitgaan van een asbestverontreiniging in een schoolpand.
<b>HoofdsENARIO 5: Onderhoudspersoneel werkzaam in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn</b>	Doordat in Nederland asbest gedurende een lange periode is toegepast komt het voor dat onderhoudspersoneel (installateurs) werkt in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn. In dit hoofdsENARIO zijn verschillende varianten uitgewerkt waarbij rekening is

	gehouden met de aard van de uitgevoerde werkzaamheden en de omstandigheden waaronder gewerkt wordt.
<b>Hoofdscenario 6: Verwijderen van asbestgolfdaken</b>	Gezien het verbod op asbestgolfdaken dat vanaf 2025 van kracht is, is het verwijderen van asbestgolfdaken een erg actueel thema. Onder dit scenario kunnen zowel particulieren als professionele saneerders aan asbest blootgesteld worden. Binnen dit hoofdscenario zijn verschillende sub scenario's opgesteld die van elkaar verschillen in de frequentie en duur van blootstelling, en de emissiebeperkende maatregelen die al dan niet getroffen zijn.

**Tabel 1:** Beknopte beschrijving hoofdscenario's.

Een meer gedetailleerde beschrijving van ieder (sub)scenario is opgenomen in het kernhoofdstuk waarin alle resultaten zijn samengevat. Per sub-scenario is hier beschreven wat de blootstellingsduur en frequentie is en van welke andere relevante scenariokenmerken sprake is.

## 2.2 De bepaling van de blootstelling per scenario

Zoals aangegeven is de blootstelling behorende bij de verschillende scenario's bepaald aan de hand van blootstellingsgegevens die in het verleden zijn verzameld bij vergelijkbare casussen. Per scenario zijn meer details over de totstandkoming van de blootstellingschattingen gegeven in de bijlagen.

Voor het berekenen van het risico zijn per scenario twee verschillende blootstellingswaarden gebruikt. Het geometrisch gemiddelde (GM) is bepaald als maat voor de gemiddelde blootstelling. Het 90-percentiel (P90) is berekend om aan te geven welke concentratie door slechts 10% van de metingen wordt overschreden.

Asbestmetingen worden verricht door met een pomp lucht aan te zuigen over een filter. Wanneer asbestvezels aanwezig zijn worden deze verzameld op het filter. In het laboratorium wordt een deel van dit filter onder de microscoop geanalyseerd en wordt het aantal asbestvezels op het filter geteld. Op basis van het getelde aantal vezels, de totale hoeveelheid aangezogen lucht en het geanalyseerde oppervlak van het filter wordt de concentratie vezels in de lucht berekend op basis van Poisson-statistiek. De uitkomst van deze berekening is een concentratie uitgedrukt in een nominale waarde met daarbij een 95% betrouwbaarheidsinterval rondom de geschatte nominale vezelconcentratie. Wanneer geen asbestvezels op het geanalyseerde oppervlak worden aangetroffen kan alleen aangegeven worden wat de bepalingsgrens is. Deze is bijvoorbeeld <200 vezels/m<sup>3</sup>. Dat betekent dat de werkelijke concentratie asbestvezels met 95% zekerheid lager is dan 200 vezels/m<sup>3</sup>. Voor metingen onder de bepalingsgrens is voor de berekening in dit onderzoek een waarde van de helft van deze bepalingsondergrens toegekend.

Wanneer minder dan vier luchtmetingen beschikbaar zijn, is het GM en het P90 van de blootstellingsdistributie bepaald op basis van de gerapporteerde bovengrenzen van de

Poissonverdeling welke volgt uit de analyses. De afgeleide GM en P90 houden op deze manier rekening met de analyseonzekerheid. Wanneer vier of meer luchtmetingen beschikbaar zijn, is het GM en het P90 bepaald op basis van de nominale waarde van de Poissonverdeling. Bij vier of meer metingen is ervan uitgegaan dat de analyseonzekerheid uitgemiddeld wordt over de beschikbare metingen. Er zijn statistische methodieken die gebruikt kunnen worden om de blootstellingsdistributie exacter te bepalen. Deze methodieken zijn niet gebruikt omdat het in dit onderzoek om 'orde grootte' inschattingen van risico's gaat. Het is dan niet nodig om de vezelconcentratie 'tot op de vezel nauwkeurig' te bepalen.

Over het algemeen is maar een beperkte hoeveelheid informatie beschikbaar om de taakgerichte blootstelling te kunnen bepalen. Bovendien zijn de situaties waaronder de (beperkte) blootstellingsgegevens zijn verzameld erg divers. Dit betekent dat de werkelijke blootstelling in de meeste scenario's (aanzienlijk) lager zal zijn dan de blootstelling waarmee in dit onderzoek gerekend wordt. De gegevens zijn gebundeld tot generieke scenario's waaraan een blootstellingsschatting is gekoppeld. Vervolgens is de blootstellingsduur, duur van de blootstelling en de blootstellingsfrequentie geschat.

Op basis van de blootstellingscases is een risicoschatting gemaakt. Aangezien het conservatieve schattingen betreffen, zijn de risico's bij de meeste scenario's groter geschat dan ze in werkelijkheid zullen zijn.

In de volgende paragraaf 2.3 wordt nader uitgelegd hoe de berekening van het gezondheidsrisico is uitgevoerd.

### **2.3 Berekening van het risico voor de gezondheid**

De berekeningen van de gezondheidsrisico's zijn uitgevoerd zoals beschreven in het Gezondheidsraadadvies over gezondheidsrisico's van asbest door omgevings- of beroepsmatige blootstelling (2010).<sup>5</sup> Bij dergelijke berekeningen worden een aantal aannames gemaakt, de belangrijkste zijn in het kort:

- Asbest wordt beschouwd als kankerverwekkende stof en blootstelling is altijd geassocieerd met een zeker risico op kanker. Er is geen concentratie waaronder geen verhoogd risico bestaat. Daarom worden risico's berekend door lineaire extrapolatie naar lage blootstellingsniveaus vanuit studies op grond waarvan blootstelling-respons relaties zijn vastgesteld.
- Voor het bepalen van het bijbehorende gezondheidsrisico wordt uitgegaan van drie veel voorkomende soorten asbestvezelsamenstellingen, namelijk: chrysotiel (witte

---

<sup>5</sup> Gezondheidsraad (2010).

asbest), amfibool (bruine asbest en /of blauwe asbest) en gemengd (mix tussen verschillende asbestsoorten).

- Voor de milieublootstelling is ervan uit gegaan dat de blootstelling vanaf de geboorte plaatsvond en gedurende het gehele leven plaatsvindt.
- Voor arbeid gerelateerde blootstelling valt het eerste moment van blootstelling op 20-jarige leeftijd en duurt tot 60-jarige leeftijd (40 jaar met 2080 werkuren per jaar).
- Bij de berekening van het risico op kanker na blootstelling zijn de risico's op longkanker en mesothelioom samengenomen (sterftecijfers ('mortality rates') voor longkanker en mesothelioom).
- Voor longkanker is de helling van de blootstellings-respons relatie berekend op basis van een meta-analyse en bedraagt 1,64 ( $=100 * K_L$ ). De  $K_L$ -waarde beschrijft de helling van de blootstelling-respons relatie en geeft de toename van risico weer per eenheid blootstelling.
- Voor mesothelioom is de helling van de blootstellings-respons relatie berekend op basis van een meta-analyse en is afhankelijk van het type asbest en bedraagt 0,15 voor chrysotiel alleen, 1,3 voor gemengde blootstelling aan chrysotiel met tot 20% amfibool en 7,95 voor zuiver amfibool ( $=K_M * 10^8$ ). De  $K_M$ -waarde beschrijft de helling van de blootstelling-respons relatie en geeft de toename van risico weer per eenheid blootstelling.
- Voor longkanker is uitgegaan van een latentietijd van tenminste 10 jaar. De nationale sterftecijfers voor longkanker en mesothelioom van 2003 zijn gebruikt, gemiddeld voor mannen en vrouwen, na smoothing van de 5 jaar cijfers om grote overgangen tussen leeftijdscategorieën te voorkomen. De sterftecijfers zijn gebruikt in overlevingsanalyses waarbij twee hypothetische cohorten van 100 000 personen zijn gevolgd vanaf de geboorte. Het eerste cohort is niet blootgesteld (controles) en tweede cohort is blootgesteld volgens het vooraf gedefinieerde scenario.
- Ieder jaar neemt het hypothetisch cohort in omvang af door sterfte aan verschillende oorzaken, waaronder ook longkanker en mesothelioom. Het cohort is gevolgd tot 100-jarige leeftijd. De sterfte in de controlegroep is de achtergrondsterfte aan longkanker en mesothelioom op basis van de longkanker en mesothelioom sterftecijfers (rates). Door de blootstelling bouwt het blootgestelde cohort een cumulatieve blootstelling aan asbest op. Voor ieder levensjaar wordt in het blootgestelde cohort op basis van het blootstellingsscenario de cumulatieve blootstelling berekend en de daarbij behorende sterfte aan longkanker en mesothelioom op basis van de helling van de blootstellingsrespons relatie. De longkanker en mesothelioomgevallen worden vervolgens over de gehele periode

dat het cohort wordt gevolgd (100 jaar) opgeteld. Door van het totaal aantal gevallen van longkanker en mesothelioom in de blootgestelde groep het totaal aantal gevallen van longkanker en mesothelioom in de controlegroep af te trekken worden de extra gevallen van longkanker en mesothelioom berekend.

- Alle epidemiologische studies drukken de blootstelling die werknemers hebben opgebouwd uit in vezeljaren gemeten met Fasecontrastmicroscopie. De risico's zijn berekend voor vezelconcentraties asbest uitgedrukt in de concentratie per m<sup>3</sup> en gemeten met Transmissie Elektronenmicroscopie (TEM) door gebruik van een conversiefactor van een factor 2 ten opzichte van Fasecontrastmicroscopie.
- De blootstelling is in alle epidemiologische studies uitgedrukt in de cumulatieve blootstelling (gemiddelde blootstelling . duur van de blootstelling). Verondersteld wordt dat de relatie tussen cumulatieve blootstelling en risico, en daarmee verlies aan levensjaren, onafhankelijk is van het blootstellingspatroon. Echter, niet kan worden uitgesloten dat zeer korte en hoge exposities met een hoger risico zijn geassocieerd dan op grond van de cumulatieve blootstelling die voor deze situaties berekend kan worden verwacht mag worden. Er zijn voorbeelden dat relatief kortdurende blootstelling aan asbest (zoals in de gasmaskerstudies VK) jaren later tot een aanzienlijke mesothelioompeik hebben geleid. Mogelijk is hier sprake van zeer hoge exposities geweest, maar zeker is dit niet. Dus de cumulatieve blootstelling is niet met voldoende zekerheid te berekenen voor deze situatie. Maar gezien dat voor sommige werknemers het om enkele weken blootstelling ging, bestaat het vermoeden dat, gezien ook de aard van taken, de cumulatieve blootstelling niet extreem hoog kan zijn geweest. Desondanks wordt aangenomen dat voor veel van de kortdurende blootstellingssituaties in dit rapport de berekeningen een realistisch inzicht geven in de gezondheidsrisico's in samenhang met kosten en baten omdat het om relatief bescheiden verhogingen in het blootstellingsniveau gaat, (branden, bewonen van of werken in gebouwen met asbest waar incidenteel blootstelling plaatsvindt).
- Alle risico's zijn weergegeven in het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden. Het aantal sterfgevallen is afgerond op hele getallen behalve wanneer het risico tussen 0,1 en 1 op de 100.000 blootgestelden ligt. Alle risico's die kleiner zijn dan 0,1 op de 100.000, dus kleiner dan 1 op de miljoen, worden gepresenteerd als 'nihil'.
- Aangezien alle inschattingen om 'orde grootte' schattingen gaan worden alle genoemde cijfers (risicoschattingen, DALY'S en bedragen in Euro's) in twee significante cijfers weergegeven. Een groter aantal significante cijfers zou een te grote nauwkeurigheid suggereren.

## 2.4 De berekening van het proportionele investeringsbudget

Om het proportionele investeringsbedrag per blootgestelde te berekenen is het noodzakelijk een maximale investeringsnorm per gewonnen levensjaar vast te stellen. In dit onderzoek is dit bedrag, zoals landelijk gebruikelijk, gesteld op €60.000 per gewonnen levensjaar. Deze investeringsnorm kan gezien worden als het gemiddelde van de normen voor maximale investeringen die in de gezondheidszorg (€40.000) en voor veiligheidsbeleid (€80.000) gehanteerd worden.<sup>6</sup>

Het verloren aantal gezonde levensjaren, uitgedrukt in *DALY'S (Disability Adjusted Life Years)*, wordt berekend door de kans op het ontwikkelen van een asbestziekte (het gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelde personen) te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal verloren gezonde levensjaren. In het geval van asbestblootstelling is dit gesteld op 19 jaar longkanker of mesothelioom per geval. Dit aantal verloren gezonde levensjaren is als volgt berekend: mensen krijgen gemiddeld op het 65<sup>ste</sup> levensjaar een asbest-gerelateerde ziekte.<sup>7</sup> In verreweg de meeste gevallen overlijdt iemand daar binnen een half jaar aan. Voor de gehele populatie 65-jarigen gaan we uit van een gemiddelde levensverwachting van 84 jaar. Personen die een asbest gerelateerde ziekte krijgen, overlijden daardoor dus gemiddeld 19 jaar eerder. De resterende levensjaren van diegenen die een asbestgerelateerde ziekte hebben, zijn voor de eenvoud in de berekening niet meegenomen omdat het in geval van mesothelioom en longkanker gemiddeld genomen zoals al gesteld een korte periode betreft. In individuele gevallen kan dit langer zijn. Ook hier zijn de aannames relatief conservatief.

Door het aantal verloren DALY's te delen door het aantal personen (dus 100.000), en vervolgens te vermenigvuldigen met de jaarlijkse investeringsnorm van €60.000, is het proportionele investeringsbedrag voor een heel leven per individu te berekenen. Dit bedrag wordt vervolgens gedeeld door 40 om in het geval van werkgerelateerde scenario's de proportionele investering per werkzaam jaar te berekenen. Voor milieu gerelateerde scenario's wordt het investeringsbudget gedeeld door 70 om het jaarlijkse proportionele budget vast te stellen. Ondanks dat er in milieu gerelateerde scenario's wordt uitgegaan van levenslange blootstelling die begint bij de geboorte, wordt er niet met 84, maar met 70 jaar gerekend.

Ieder (adem)beschermingsmiddel kent een zekere beschermingsfactor (BF) die weergeeft in welke mate de blootstelling aan asbestvezels teruggebracht wordt door gebruik van het beschermingsmiddel. Beschermingsmiddelen kunnen namelijk geen 100% bescherming hiertegen bieden, maar wel een bepaalde factor daarvan. De effectiviteit van een beschermingsmiddel wordt dan berekend met de formule  $(BF-1)/BF$ . Voor de verschillende beschermingsmiddelen is in dit onderzoek gewerkt met

---

<sup>6</sup> Helsloot et al (2010).

<sup>7</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/44/levensverwachting-65-jarigen>.

respectievelijke beschermingsfactoren (BF) die oplopen van 20 (P3 mondkapje) tot 1000 (volgelaatsmasker met aanblaasunit).<sup>8</sup> Om te bepalen of een PBM aangeschaft kan worden van het proportioneel beschikbare budget moet dit budget vermenigvuldigd worden met de beschermingsfactor die de PBM biedt. Als hier een bedrag uitkomt dat hoger is dan de kosten van het PBM dan is aanschaf van het PBM proportioneel, als het bedrag kleiner is dan de prijs van het PBM dan is het aanschaffen hiervan buitenproportioneel.

#### Rekenvoorbeeld

Dit voorbeeld gaat uit van een werkgerelateerde blootstelling aan 2000 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup>. Berekend wordt of in dit geval een P3 mondkapje binnen het proportionele budget valt.

Bij de concentratie van 2000 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup> is er volgens de Gezondheidsraad sprake van een risico van  $4 \cdot 10^{-5}$  bij blootstelling gedurende een heel werkzaam leven. Dit betekent dat voor elke 100.000 blootgestelden op gemiddeld 65-jarige leeftijd 4 mensen mesotheliom of longkanker krijgen. Dat komt overeen met  $4 \cdot 19 = 76$  verloren levensjaren per 100.000 blootgestelden. Het proportionele budget om dat te voorkomen is daarmee  $76 \cdot \text{€ } 60.000 = 4,56$  miljoen euro voor die 100.000 blootgestelden. Terugrekenend naar wat voor een individu in elk van zijn 40 arbeidsjaren betekent, geeft dat een proportionele investering van  $4,56$  miljoen euro / 100.000 blootgestelden / 40 jaar = € 1,14 per jaar als daardoor alle sterfte kan worden voorkomen. Het gebruik van P3 mondkapje reduceert de blootstelling en daarmee de sterfte met 95% dus daarvoor is dan beschikbaar  $0,95 \cdot \text{€ } 1,14 = \text{€ } 1,08$  per jaar. Voor dit bedrag kunnen niet elke dag P3 mondkapjes worden aangeschaft. Met andere woorden de inzet van P3 mondkapjes is in deze situatie niet proportioneel.

De berekening komt dus neer op:

- Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden \* 19 = verloren levensjaren per 100.000.
- Verloren levensjaren per 100.000 blootgestelden / 100.000 = verloren levensjaren per blootgesteld individu.
- Verloren levensjaren per blootgesteld individu \* 60.000 = proportioneel budget individu heel werkzaam leven.
- Proportioneel budget individu heel werkzaam leven / 40 = proportioneel budget per jaar.
- Beschermingsfactor PBM \* jaarlijks beschikbare budget = maximaal beschikbare budget voor aanschaf PBM.

## 2.5 De effecten en kosten van het gebruik van PBM's op het risico voor de gezondheid

Voor ieder scenario worden de gezondheidsrisico's in kaart gebracht ervan uitgaande dat geen beschermende maatregelen zijn getroffen.

Bij ieder scenario zijn enkele voorbeelden van beschermingsmiddelen beschreven die in die betreffende situatie gebruikt kunnen worden. Dit betreffen maatregelen die

<sup>8</sup> Dit houdt in dat een dergelijk mondkapje 19/20<sup>e</sup> (95%) van alle asbestvezels tegenhoudt. In het geval van een volgelaatsmasker gaat dit om 999/1000<sup>e</sup> (99,9% procent) van alle vezels.



momenteel binnen de asbestbranche gebruikelijk zijn en tevens worden voorgeschreven (zie bijlage XIII A, Arbeidsomstandighedenregeling). De kosten van deze beschermingsmiddelen worden afgezet tegen het proportionele investeringsbedrag om zo te bepalen of deze middelen kosteneffectief gebruikt kunnen worden. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat volgens de gangbare arbeidshygiënische strategie persoonlijke beschermingsmiddelen zoals adembescherming als laatste te nemen maatregelen toegepast dienen te worden. Persoonlijke beschermingsmaatregelen mogen alleen worden toegepast wanneer bronmaatregelen, collectieve maatregelen (bijv. afscherming, ventilatie) en individuele maatregelen (zoals taakrotatie) niet mogelijk of niet effectief genoeg zijn.

De kosten van de persoonlijke beschermingsmiddelen (zie bijlage 3 voor de volledige tabel) zijn gebaseerd op interviews met betrokken professionals, asbestdeskundigen en asbestsaneerders en door middel van deskresearch.<sup>9</sup> Voor heel specifieke maatregelen zoals bijvoorbeeld wetting agents bleken onze respondenten werkzaam in de asbestsaneringsbranche om voor ons onduidelijke redenen niet genegen om hierover informatie met ons te delen. Geprobeerd is de kosten terug te rekenen uit wat door hen bij bijvoorbeeld woningbouwcorporaties in rekening wordt gebracht.

De prijzen voor PBM's zijn gebaseerd op stuksprijzen.<sup>10</sup> Er is (voor bijvoorbeeld de aanschaf van P3 stofmaskers) geen rekening gehouden met de inkoop van grote aantallen. Hierdoor zou de prijs per PBM in de praktijk voordeliger uit kunnen vallen. We kijken in vrijwel alle scenario's zowel naar een proportionele investering per werkzaam leven (40 jaar) als naar investering per jaar. In geval van een eenmalig of vrijwel incidenteel risico (zoals het eenmalig vervangen van een dak) wordt er niet teruggerekend naar een maximale investering per jaar. Wanneer het proportioneel te investeren bedrag verwaarloosbaar klein is (enkele euro's of centen per jaar) is geen verdere aandacht besteed aan de mogelijkheid van het treffen van veiligheidsmaatregelen.

Het berekende beschikbare budget is een totaalbedrag waar bijvoorbeeld ook de beschikbare financiële middelen voor toezicht in zitten. Het is dus niet zo dat het totale budget voor aanschaf van PBM's beschikbaar is.

---

<sup>9</sup> Zie bijlage 5 voor een lijst met namen van de geïnterviewden.

<sup>10</sup> De in het onderzoek gebruikte bedragen zijn gebaseerd op de kosten van PBM's in 2018.

## 3 Resultaten per scenario

*Dit hoofdstuk bevat de resultaten van het onderzoek. Er wordt telkens per scenario een korte omschrijving gegeven, waarbij aan de hand van literatuur de mate van blootstelling aan asbestvezels is beschreven, de daarbij behorende gezondheidsrisico's in kaart zijn gebracht en de proportionaliteit van beschermingsmaatregelen is berekend. Alle resultaten in de tabellen zijn op twee significante cijfers afgerond en weergegeven. Bij de achterliggende berekening is gerekend met de niet afgeronde getallen. De details van ieder scenario zijn verder uitgewerkt in bijlage B1.*

### 3.1 Scenario 1A: Brandweer

#### 3.1.1 Algemene omschrijving

Brandweerlieden kunnen bij de bestrijding van branden in aanraking komen met gevaarlijke stoffen die hierbij vrijkomen. Bij een brand van asbesthoudend materiaal komen er asbestvezels vrij. Deze verspreiden zich vervolgens samen met de rookpluimen in de lucht. Aangezien brandweerlieden vaak dichtbij de brandhaard opereren, bevinden zij zich ook relatief dichtbij deze bron. Brandweerlieden maken natuurlijk niet dagelijks een asbestbrand mee. We nemen aan dat een brandweerman gemiddeld 10 keer per jaar beroepsmatig blootgesteld wordt aan asbest. Met een gemiddelde tijdsduur van 5 uur per incident. Er zijn in de literatuur geen metingen bekend van concentraties asbestvezels bij werkelijke asbestbranden waarbij direct bij de brandhaard is gemeten. Wel zijn er experimentele gegevens bekend van een gesimuleerde asbestbrand in een container. In dit experiment wordt echter geen rekening gehouden met de verspreiding van vezels in de lucht. In werkelijkheid zal een groot deel van de vezels al hoog in de lucht verspreid zijn voordat brandweermensen ter plaatse zijn. De conservatieve experimentele metingen geven een gemiddelde vezelconcentratie van 37.000 vezels/m<sup>3</sup> en daarnaast een P90 van 54.000 vezels/m<sup>3</sup>.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
1A. Brandweer	Beroepsmatig	5 uur	10x per jaar	GM: 37.000 P90: 54.000

**Tabel 2:** Blootstellingsscenario brandweerman.

Het kan voorkomen dat na een brand asbestvezels worden aangetroffen op de buitenste laag van een brandweeruniform. Aangezien de hiermee gepaard gaande gezondheidsschade verwaarloosbaar<sup>11</sup> is, laten we dit buiten beschouwing.

<sup>11</sup> GGD Drenthe (2015). *Emissie van asbestvezels uit besmet textiel (kleding) en emissiereductie door wassen.*

### 3.1.2 Gezondheidsrisico voor brandweerlieden

Aan de hand van bovenstaande vezelconcentraties kan het bijbehorend gezondheidsrisico worden berekend. Daarbij wordt uitgegaan van een beroepsmatige blootstelling gedurende het hele werkzame leven. Per 100.000 blootgestelden is het aantal sterfgevallen bij het vrijkomen van chrysotiel gemiddeld 2 (GM) en maximaal 3 op de 100.000 blootgestelden (P90). Bij een gemengde samenstelling en bij amfibool is het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden respectievelijk 3 of 9 in het geval van GM blootstelling, en 4 of 12 in het geval van P90 blootstelling.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
1a. Brandweer	Chrysotiel	2	3
	Gemengd	3	4
	Amfibool	9	12

**Tabel 3:** Gemiddelde aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.1.3 Kosten en baten beschermingsbeleid

In onderstaande tabel is voor elk van de subscenario's het aantal verloren DALY'S per 100.000 blootgestelden weergegeven.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal verloren DALY'S	
		GM	P90
1a. Brandweer	Chrysotiel	38	57
	Gemengd	57	76
	Amfibool	170	230

**Tabel 4:** Aantal verloren DALY'S per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

Het aantal verloren DALY's ligt voor dit scenario tussen de 38 en 230 per 100.000 blootgestelden. Hieronder is de proportionele investering voor een heel werkzaam leven en per jaar in de tabel weergegeven.

Scenario	Type asbestvezel	Proportionele investering heel werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
		GM	P90	GM	P90
1A. Brandweer	Chrysotiel	€ 23	€ 34	€ 0.58	€ 0.85
	Gemengd	€ 34	€ 46	€ 0.85	€ 1.2
	Amfibool	€90	€ 140	€ 2.3	€ 3.5

**Tabel 5:** Proportionele investering per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

Zoals af te lezen in tabel 5 is er jaarlijks een bedrag van maximaal €3.5 euro beschikbaar in het geval van P90 blootstelling aan volledig amfibole vezels. Voor een heel werkzaam leven bedraagt de totale proportionele investering voor beschermingsmaatregelen per persoon afgerond tussen de €23 en €140. Dit betekent dat er per brandweerman voor een heel werkleven slechts enkele keren een P3 stofmasker gekocht zou mogen worden, wil er sprake zijn van een proportionele investering om het risico op sterfte te voorkomen. Voor het P3 stofmasker geldt een beschermingsfactor van 20.

In de praktijk dragen brandweerlieden adembescherming om zich te beschermen tegen inademing van allerlei gevaarlijke stoffen in de rook. Aanvullende maatregelen zijn dus ook niet nodig omdat de adembescherming ook bescherming biedt tegen asbest.

## 3.2 Scenario 1B + 1C: Omwonenden bij brand in directe omgeving en op afstand

### 3.2.1 Algemene omschrijving

Regelmatig is in het nieuws te horen: 'bij een brand is asbest vrijgekomen'. Dit komt bijvoorbeeld voor bij stalbranden waarbij er sprake is van asbesthoudende daken. De vraag is hoe gevaarlijk een asbestbrand is voor de gezondheid van zowel direct omwonenden als mensen die op (enige) afstand van de brand wonen. De rook die bij brand vrijkomt, bestaat meestal uit een 'cocktail' van gevaarlijke stoffen. Voor dit onderzoek is specifiek naar het risico van het vrijkomen van asbestvezels gekeken.

We nemen aan dat mensen maximaal twee keer in hun leven als direct of indirect omwonende in aanraking komen met asbest door een brand in de nabije omgeving. Daarbij gaan we net als bij het vorige scenario uit van een tijdsduur van 5 uur per brand. Voor de concentratie asbestvezels voor direct omwonenden (omwonenden 'in de rook') hanteren we eenzelfde conservatieve blootstelling als voor brandweerlieden die dichtbij de brandhaard opereren. Ook in dit geval is de GM dus 37.000 vezels per m<sup>3</sup> en de P90 is 54.000 vezels per m<sup>3</sup>.

Voor omwonenden op enige afstand is deze concentratie vele malen lager. Doordat de asbestvezels in de lucht zijn verspreid over een veel groter gebied is de concentratie verdund. Voor het schatten van de blootstelling voor omwonenden is daarom uitgegaan van een verdunning van de vezelconcentratie bij de bron. De verdunningsfactor is gebruikt zoals beschreven in de Advanced REACH Tool (ART). Deze factor gaat uit van een afstand tot de bron van meer dan 4 meter en invloed van gebouwen op de verspreiding (Fransman et.al. 2011). De geschatte GM voor omwonenden is dan 190 vezels per m<sup>3</sup> en het geschatte P90 is 270 vezels per m<sup>3</sup>. Doordat de blootstelling bij de bron conservatief is ingeschat is ook de blootstelling voor omwonenden een conservatieve schatting. Zie onderstaande tabel voor een overzicht van beide scenario's.

Als gevolg van een asbestbrand zal in de omgeving neerslag van asbestvezels plaatsvinden. Doordat de vezels over een groot oppervlak, en in meerdere richtingen verspreid worden, neemt de initiële vezelconcentratie met een derde macht af. De vezelconcentratie in de lucht als gevolg van die asbestneerslag zal daardoor ordegrottes onder de concentratie van scenario 1C (die uitgaat van de concentratie in de rookpluim) liggen. Daarmee vormt de neerslag van asbestvezels als gevolg van een asbestbrand geen gezondheidsrisico voor omwonenden. Om deze reden is een dergelijk scenario niet opgenomen in dit onderzoek.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>1B. Omwonenden bij brand in directe omgeving</b>	Incidenteel	5 uur	2x per leven	GM: 37.000 P90: 54.000
<b>1C. Omwonenden bij brand op enige afstand</b>	Incidenteel	5 uur	2 x per leven	GM: 190 P90: 270

**Tabel 6:** Blootstellingsscenario brand voor omwonenden dicht bij de bron en op enige afstand.

### 3.2.2 Gezondheidsrisico voor omwonenden

Aan de hand van bovenstaande vezelconcentraties kan het bijbehorend gezondheidsrisico worden berekend. In alle gevallen is in dit scenario het aantal sterfgevallen kleiner dan 0,1 op de 100.000 blootgestelden. We kunnen daarmee stellen dat de gezondheidsrisico's in dit scenario 'nihil' zijn.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>1B. Omwonenden bij brand in directe omgeving</b>	Chrysotiel	Nihil	Nihil
	Gemengd	Nihil	Nihil
	Amfibool	Nihil	Nihil
<b>1C. Omwonenden bij brand op enige afstand</b>	Chrysotiel	Nihil	Nihil
	Gemengd	Nihil	Nihil
	Amfibool	Nihil	Nihil

**Tabel 7:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.2.3 *Kosten en baten beschermingsbeleid*

Het doen van grote investeringen (zoals grootschalige sanering van gedeponeerde asbest en het aan mensen aanbieden van alternatieve woonruimten) om de blootstelling aan asbest door brand te beperken is door de zeer geringe gezondheidsrisico's per definitie buitenproportioneel. Er zal met gezond verstand gekeken moeten worden in welke mate en op welke wijze het gedeponeerde asbest opgeruimd dient te worden.

## 3.3 **Scenario 2: bewerken niet-hechtgebonden plafondplaten**

Doordat in Nederland decennialang asbest is toegepast in gebouwen komt het regelmatig voor dat er bewerkingen van niet-hechtgebonden asbesttoepassingen zoals plafondplaten plaatsvinden. Deze bewerkingen kunnen zowel door particulieren in hun eigen huis, als door professionele installateurs en saneerders uitgevoerd worden. Uit meetgegevens blijkt dat het bewerken van asbesthoudende plafondplaten (board) veelal bestaande uit 30-60% amfibool asbest kan leiden tot de hoogste blootstellingen tijdens saneringswerkzaamheden<sup>12</sup>. Onderstaand zijn de gezondheidsrisico's en de daarmee gepaarde gaande proportionaliteit van verschillende soorten beschermingsmaatregelen weergegeven. In dit scenario wordt onderscheid gemaakt tussen een particulier die een (kleine) bewerking aan het plafond uitvoert, een particulier die zelfstandig het volledige plafond vervangt en bewerkingen die beroeps installateurs en saneerders kunnen uitvoeren onder verschillende omstandigheden.

### 3.3.1 *Algemene omschrijving scenario 2a: gaatje boren in asbesthoudende plafondplaat door bewoner*

Zoals reeds geschreven is er in nog veel Nederlandse huizen asbest aanwezig. Hierdoor kan het voorkomen dat een particulier bij het klussen in zijn eigen huis (onbewust) een gaatje in een asbestplaat boort. Bij dit proces komen asbestvezels vrij waar iemand een half uur aan blootgesteld is. Voor de berekening gaan we er van uit dat dit scenario één keer per jaar voor komt, voor een periode van twintig jaar. Er zijn enkele metingen bekend voor het schroeven in plafondboard. Voor het schatten van de blootstelling tijdens boren is een worst-case schatting gemaakt door 10x de hoogst gemeten blootstelling tijdens schroeven te nemen. Voor het scenario boren in plafondboard is de geschatte blootstelling daarom 77.000 vezels per m<sup>3</sup>.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Spaan S, Voogd E, Tromp P, den Boeft K, de Jong R, Diks, M, en Schinkel J. Beschrijving (verdere) ontwikkeling van de database met blootstellingsgegevens en onderbouwing van het SMA-rt risicoclassificatiesysteem. TNO-rapport TNO 2015 R11737. 11 mei 2016.

<sup>13</sup> In deze scenario's is geen rekening gehouden met mogelijke secundaire besmetting / verontreiniging na de bewerking aangezien de resuspensie van vezels vaak beperkt is.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>2A. Gaatje boren in asbesthoudende plafondplaat door bewoner</b>	Incidenteel	0.5 uur	1x per jaar gedurende periode van 20 jaar	77.000 (maximaal gemeten concentratie (n=2))

**Tabel 8:** Blootstellingsscenario gaatje boren asbesthoudende plafondplaat.

### 3.3.2 Gezondheidsrisico's

De vrijgekomen vezelconcentraties in het geschetste scenario, waarbij uitgegaan is van de maximaal geobserveerde meetwaarde, is dermate klein dat de gezondheidsrisico's nihil zijn.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden
		Hoogste meetwaarde
<b>2A. Gaatje boren particulier</b>	Chrysotiel	Nihil
	Gemengd	Nihil
	Amfibool	Nihil

**Tabel 9:** Gemiddelde aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden bij blootstelling aan de hoogst gemeten waarde uitgesplitst naar asbestsoort.

### 3.3.3 Proportionaliteit beschermingsmaatregelen<sup>14</sup>

In dit scenario is het risico nihil. Er zijn geen specifieke maatregelen noodzakelijk.

### 3.3.4 Algemene omschrijving scenario 2b: Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner

In voorgaand scenario was sprake van een relatief kleine kortdurende bewerking door een particulier. Het kan echter ook voorkomen dat particulieren zelf grotere bewerkingen uitvoeren, zoals het zelfstandig vervangen van een asbesthoudend plafond. Voor dit scenario gaan we ervan uit dat een persoon deze handeling een keer in zijn leven uitvoert en daar twaalf uur lang mee bezig is. De GM blootstelling gedurende deze twaalf uur is volgens de metingen verzameld tijdens het slopen van plafondboard 49.000.000 vezels per m<sup>3</sup>. De P90 waarde op basis van deze metingen is 110.000.000 vezels per m<sup>3</sup>.

<sup>14</sup> Voor de scenario's waar het particulieren betreft is een proportioneel budget weergegeven ter indicatie van de omvang van het risico. Uiteraard staat het een particulier vrij zelf te bepalen wat hij uit wenst te geven aan beschermingsmaatregelen.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>2B. Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner</b>	Incidenteel	12 uur	1x per leven	GM: 49.000.000 P90: 110.000.000

**Tabel 10:** Blootstellingsscenario 'verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner'.

### 3.3.5 Gezondheidsrisico's

De gezondheidsrisico's zijn in dit scenario aanmerkelijk groter dan bij het vorige scenario het geval is. Het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden ligt voor de GM blootstelling, afhankelijk van het type vezel, tussen 1 en 11. In het geval van P90 blootstelling ligt het aantal sterfgevallen voor chrysotiel op 24, voor gemengde samenstelling op 53 en voor amfibool op 230 per 100.000 blootgestelden.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal gevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>2B. Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner</b>	Chrysotiel	1	2
	Gemengd	3	5
	Amfibool	11	23

**Tabel 11:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.3.6. Kosten en baten beschermingsbeleid

Het aantal verloren DALY's ligt, afhankelijk van de blootstellingswaarde en de asbestsoort, tussen de 19 en de 440 per 100.000 blootgestelden. Dit betekent dat voor ieder individu, uitgaande van een maximaal bedrag van €60.000 per gewonnen levensjaar, een bedrag tussen minimaal €11 en maximaal €260 besteed mag worden. Het meest realistisch is dat de betreffende plafondplaten voor een groot deel bestaan uit amfibole vezels.

Scenario	Verloren DALY's		Proportionele investering voor heel leven	
	GM	P90	GM	P90
<b>2B. Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner</b>	19	38	€11	€23
	38	95	€23	€60
	210	440	€130	€260

**Tabel 12:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en proportionele investering per individu, uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM en P90).



### 3.3.7 Algemene omschrijving scenario 2C en D

Installatieprofessionals en saneerders werken regelmatig met asbesthoudende platen. Onderstaand zijn een tweetal van dergelijke scenario's uitgewerkt. In scenario 2C gaan we uit van een installateur die zonder adembescherming kleinschalige bewerkingen uitvoert aan asbesthoudende plafondplaten. Dit doet hij vier uur op een dag, vijf keer per maand voor veertig jaar lang. Gedurende deze tijd staat hij daardoor bloot aan een concentratie asbestvezels van 533.000 vezels per m<sup>3</sup>. Dit is de hoogst gemeten concentratie bij dergelijke bewerkingen welke bekend is bij de onderzoekers.

Saneerders werken beroepsmatig regelmatig met asbesthoudende plafondplaten. Bij dit scenario (2D) wordt ervan uitgegaan dat een saneerder asbesthoudende plafondplaten vervangt zonder rekening te houden met emissiebeperkende maatregelen en adembescherming. We gaan ervan uit dat hij dan zes uur per dag wordt blootgesteld aan asbestvezels, en dat dit vijf dagen in de week voor veertig jaar lang gebeurt. Dit is een worst-case inschatting omdat de saneerder gedurende zijn werkzame leven ook met asbesttoepassingen in aanraking zal komen die een aanzienlijk kleinere blootstelling met zich meebrengen. De gemiddelde blootstelling (GM) in dit scenario was 49.000.000 vezels per m<sup>3</sup>, de P90 waarde is 110.000.000 vezels/m<sup>3</sup>.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels m <sup>3</sup> )
<b>2C. Bewerken asbesthoudende plafondplaat door installateur zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	4 uur	5x per maand 40 jaar lang	530.000 (maximaal gemeten concentratie (n=2))
<b>2D. Verwijderen van asbesthoudende plafondplaten door saneerder zonder adembescherming zonder toepassing van beheersmaatregelen</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 49.000.000 P90: 110.000.000

**Tabel 13:** Blootstellingsscenario's bewerken asbesthoudend plafond door installateur en verwijderen van plafondplaten door saneerder.

### 3.3.8 Gezondheidsrisico's

Door de verschillen in de scenario's met betrekking tot de omvang, duur en frequentie van de blootstelling is de omvang van de gezondheidsrisico's voor beide van de scenario's ook heel verschillend.

Voor het scenario 2C, waar gerekend wordt met de hoogste meetwaarde, geldt dat afhankelijk van de asbestsoort het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden ligt tussen 120 en 600. Bij scenario 2D is voor elk van de drie typen asbestvezels het aantal

sterfgevallen met minimaal 36.000, en maximaal 84.000 op de 100.000 blootgestelden extreem hoog.

Scenario	Type asbestvezels	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden
		Hoogste meetwaarde
<b>2C. Bewerken asbesthoudende plafondplaat door installateur zonder adembescherming</b>	Chrysotiel	120
	Gemengd	190
	Amfibool	590
<b>2D. Verwijderen van asbesthoudende plafondplaten door saneerder zonder adembescherming zonder toepassing van beheersmaatregelen</b>	Chrysotiel	36.000
	Gemengd	56.000
	Amfibool	84.000

**Tabel 14:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden bij hoogst gemeten blootstelling uitgesplitst naar asbestsoort.

### 3.3.9 Kosten en baten beschermingsbeleid

Het aantal verloren DALY's loopt voor scenario 2C, afhankelijk van de samenstelling van de asbestplaten, uiteen van 2300 naar ruim 11.000 per 100.000 blootgestelden. Dit betekent dat voor een heel werkzaam leven per persoon een bedrag van minimaal €1400 en maximaal €6600 proportioneel is. Per werkzaam jaar komt dit in het geval van werken met chrysotiel neer op een bedrag van €38, in het geval van platen met een gemengde samenstelling op €55 en in het geval van volledig amfibole plafondplaten op €170. Dit betekent dat een stofzuigadapter voor op een boormachine, ter waarde van €15, in alle gevallen een proportionele investering zou zijn. Voor dit bedrag zouden ook een aantal P3 mondkapjes aangeschaft kunnen worden. Het is echter de vraag hoe effectief dat is aangezien dergelijke mondkapjes maar één keer te gebruiken zijn en niet genoeg mondkapjes aangeschaft kunnen worden om elke dag een nieuwe te gebruiken. In het geval van volledig amfibool zou ook een boormachine met afzuiging bekostigd kunnen worden. Een dergelijke boormachine kost €225, maar kan twee jaar mee. Aangezien elke twee jaar een budget van €340 beschikbaar is past dit binnen het budget.

Duidelijk is dat het risico onder saneerders die zonder adembescherming werken zeer hoog is. Voor dit scenario is dan ook een fors budget proportioneel om het risico te beperken van jaarlijks €10.000 in het geval van chrysotiel tot €24.000 in het geval van volledig amfibool. Voor elk van de type vezels kan van dit bedrag volledige adembescherming gerealiseerd worden, maar (volgens onder meer de arbeidshygiënische strategie) beter is in te zetten op maatregelen die blootstelling aan de bron voorkomen (zoals wetting agents en afzuiging voor boormachines). Door

(volledige) adembescherming te gebruiken kan de blootstelling gereduceerd worden tot een factor duizend van de blootstelling zonder adembescherming. Het aantal sterfgevallen is in dat geval, afhankelijk van het type asbestvezel, 68, 104 of 323 gevallen per 100.000 blootgestelden. Omdat dit onderscheid theoretisch is, moet je in de praktijk van het bedrag van €24.000 uitgaan. Van tevoren weet iemand vaak niet met welke asbestsoort hij of zij te maken heeft.

Scenario	Verloren DALY's per 100.000 blootgestelden	Proportionele investering voor werkzaam leven	Proportionele investering per jaar
<b>2C. Bewerken asbesthoudende plafond plaat door installateur zonder adembescherming</b>	2300	€1400	€35
	3600	€2200	€55
	11.000	€6600	€170
<b>2D. Verwijderen van asbesthoudende plafondplaten door saneerder zonder toepassing van beheersmaatregelen</b>	680.000	€410.000	€10.00
	1.100.000	€660.000	€17.000
	1.600.000	€960.000	€24.000

**Tabel 15:** Aantal verloren DALY's per 100.000 en proportionele investering per individu bij de hoogste gemeten blootstelling uitgesplitst naar asbestsoort.

### 3.4 Scenario 3A + 4D: wonen met asbest

#### 3.4.1 Algemene omschrijving scenario 3A: bewoners van woning met aangetroffen asbestverontreiniging veroorzaakt door een bewerking aan een asbesthoudende toepassing.

Er kan bij een woning sprake zijn van een (tijdelijke) asbestverontreiniging doordat er tijdens werkzaamheden asbest is vrijgekomen. We gaan in dit scenario ervan uit dat dit één keer per leven voor een periode van ongeveer 5 volledige dagen kan voorkomen. De bijbehorende vezelconcentraties voor dit voorbeeld zijn 70 vezels per m<sup>3</sup> (GM) en 970 vezels per m<sup>3</sup> (P90). Dergelijke concentraties zijn representatief voor veelvoorkomende besmettingen. Scenario 4 beschrijft situaties met extreme besmetting.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>3A. Bewoners van woning met asbestverontreiniging</b>	Incidenteel	24 uur	1 keer per leven 5 dagen	GM: 70 P90: 970

**Tabel 16:** Blootstellingprofiel bewoners van woning met asbestverontreiniging.

### 3.4.2 Gezondheidsrisico voor bewoners

Uit onderstaande tabel blijkt dat voor elk van de subscenario's het aantal sterfgevallen kleiner is dan 0,1 op de 100.000, en dus nihil is. Vanzelfsprekend is het aantal verloren DALY'S en het proportioneel investeringsbedrag daarmee eveneens nihil.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal gevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>3A. Bewoners van woning met asbestverontreiniging</b>	Chrysotiel	Nihil	Nihil
	Gemengd	Nihil	Nihil
	Amfibool	Nihil	Nihil

**Tabel 17:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden voor bewoners van een woning met asbestverontreiniging uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.4.3 Algemene omschrijving scenario 4D: Wonen in woning waar een verontreinig veroorzaakt door de aanwezigheid van restanten spuitasbest aanwezig is

In de tweede helft van de vorige eeuw is spuitasbest veel gebruikt als isolatiemateriaal. Spuitasbest is een asbesttoepassing waaraan zeer weinig bindmiddel is toegevoegd waardoor asbestvezels makkelijk loskomen. In oude woningen (gebouwd voor 1978) kan spuitasbest anno 2018 in bepaalde mate nog steeds voorkomen (dit betreffen nog zeer weinig woningen en is daarom ook een conservatief scenario). Indien de restanten spuitasbest niet goed worden gesaneerd, is men in theorie levenslang hieraan blootgesteld, dat wil zeggen 24 uur per dag voor een periode van 70 jaar. Uit metingen uit de literatuur blijkt dat de gemiddelde vezelconcentratie bij deze extreme vorm van besmettingen 200 vezels per m<sup>3</sup> (GM) is en de P90 300 vezels per m<sup>3</sup> bedraagt wanneer in de besmette ruimte geen activiteiten plaatsvinden die leiden tot veel luchtcirculatie. Zie ook onderstaande tabel voor een overzicht van deze waarden.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>4D. Wonen in woning waar restanten spuitasbest aanwezig zijn</b>	Levenslang	24 uur per dag	Dagelijks, levenslang	GM: 200 P90: 300

**Tabel 18:** Blootstellingsscenario wonen in woning met restanten spuitasbest.

### 3.4.4 Gezondheidsrisico voor bewoners

Hoe schadelijk is het voor de gezondheid om te wonen in een omgeving waar restanten spuitasbest aanwezig zijn? Met behulp van de hierboven genoemde vezelconcentraties kan het bijbehorend gezondheidsrisico worden berekend. Per 100.000 blootgestelden

is het aantal sterfgevallen bij het vrijkomen van chrysotiel 0,2 (GM) en 0,4 (P90). Het is echter zeer aannemelijk dat spuitasbest uit volledig amfibole vezels bestaat. Het is dus het meest realistisch dat het aantal sterfgevallen als gevolg van het wonen in een woning met spuitasbest tussen 2 (GM) en 3 (P90) ligt.

Scenario	Type asbestvezel	Sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>4D. Wonen in woning waar restanten spuitasbest aanwezig zijn</b>	Chrysotiel	0,2	0,4
	Gemengd	0,5	0,8
	Amfibool	2	3

**Tabel 19:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.4.5 Kosten en baten beschermingsbeleid

Hieronder is de proportionele investering per jaar in de tabel opgenomen. Voor de asbesttoepassing amfibool gaat het om 38 verloren levensjaren per 100.000 blootgestelden bij gemiddelde blootstelling (GM) en 57 verloren levensjaren (P90) per 100.000 blootgestelden. Het is dan proportioneel om een bedrag tussen de €23 en €34 te besteden aan beschermingsmiddelen voor een heel leven. Per jaar gaat het om een verwaarloosbaar bedrag van maximaal €0,50 dat per persoon mag worden besteed aan bescherming. Voor dit bedrag kunnen geen maatregelen getroffen worden.

Scenario	Aantal verloren DALY's		Proportionele investering voor heel leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
<b>4D. Wonen in woning waar restanten spuitasbest aanwezig zijn</b>	3,8	7,6	€2,3	€4,6	€0,03	€0,07
	9,5	15	€5,7	€9	€0,08	€0,21
	38	57	€23	€34	€0,33	€0,48

**Tabel 20:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en een proportionele investering per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.5 Scenario 4: werken in of bezoeken van een gebouw waar spuitasbest is toegepast

Bij niet-hechtgebonden asbesttoepassingen (zoals bijvoorbeeld asbestkoord, leidingisolatie en spuitasbest) kunnen de vezels makkelijk van elkaar losraken en daardoor in de lucht terecht komen. In gebouwen waar is gebouwd met niet-hechtgebonden asbest en waar activiteiten zijn die leiden tot de nodige luchtverplaatsing kan daardoor een constante (lage) concentratie asbestvezels in de lucht voorkomen. Door aanwezig te zijn in een dergelijke panden loopt men dus

mogelijk een gezondheidsrisico. In deze paragraaf is de grootte van de gezondheidsrisico's als gevolg van besmettingen veroorzaakt door niet-hechtgebonden asbest berekend voor een aantal verschillende situaties in verblijfsomgevingen.

### 3.5.1 Algemene omschrijving scenario 4a+b: werken in, of bezoeken van, een gebouw waarin niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is

In deze twee scenario's gaan we er van uit dat mensen zich bevinden in een pand waar spuitasbest is toegepast en een asbestverontreiniging veroorzaakt door het toegepaste spuitasbest aanwezig is. Binnen beide scenario's wordt activiteiten dichtbij of aan de bron uitgevoerd die leiden tot enige luchtverplaatsing. De geschatte blootstelling is 500 vezels per m<sup>3</sup> uitgaande van een gemiddelde meting, en een concentratie van 1400 vezels/m<sup>3</sup> uitgaande van de P90 waarde. Het verschil tussen deze scenario's zit in de duur en de frequentie van blootstelling. In scenario 4a gaan we uit van mensen die werken in een pand met asbestverontreiniging. We gaan ervan uit dat zij dit acht uur per dag doen, vijf dagen in de week voor veertig jaar lang. Het scenario 4B gaat in op incidenteel bezoek aan een pand met niet-hechtgebonden asbestverontreiniging. Hierbij gaan we ervan uit dat een bezoek gemiddeld twee uur duurt en dat dit twee keer paar jaar voorkomt, een heel mensenleven (70 jaar) lang.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>4A. Werken in gebouw waar spuitasbest is toegepast en een asbestverontreiniging aanwezig is (reguliere activiteit)</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400
<b>4B. Bezoek aan gebouw spuitasbest is toegepast en een asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Incidenteel	2 uur	2 x per jaar, levenslang	GM: 500 P90: 1400

**Tabel 21:** Blootstellingsprofielen werken in en bezoeken van gebouw waar spuitasbest is toegepast.

### 3.5.2 Gezondheidsrisico's

Voor het scenario 4a, waarin gewerkt wordt in een gebouw waar asbestverontreiniging aanwezig is, varieert het aantal sterfgevallen van 1 per 100.000 blootgestelden in het geval van gemiddelde blootstelling aan chrysotiel tot 12 per 100.000 blootgestelden bij P90 blootstelling aan amfibole vezels. Voor elk van de subscenario's van scenario 4b geldt dat het risico nihil is.

Scenario	Type asbestvezel	Sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
4A. Werken in gebouw waar niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is (reguliere activiteit)	Chrysotiel	0,9	3
	Gemengd	1	4
	Amfibool	4	12
4B. Bezoek aan gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is.	Chrysotiel	Nihil	Nihil
	Gemengd	Nihil	Nihil
	Amfibool	Nihil	Nihil

**Tabel 22:** Het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.5.3 Kosten en baten beschermingsbeleid

Het aantal verloren DALY's in scenario 4a is in het meest gunstige geval 19, en in het slechtste geval 230 per 100.000 blootgestelden. De maximale investering die daarmee samenhangt is voor een heel werkzaam leven €10 in het minimale geval, en €150 uitgaande van het meest negatieve scenario. Per werkzaam jaar gaat dit dus om een bijna verwaarloosbaar bedrag van minder dan een euro in de meeste gevallen, en minder dan €4 in het scenario van P90 blootstelling aan volledig amfibool. In scenario 4b zijn de gezondheidsrisico's nihil. Daarmee zou iedere investering in beschermingsmaatregelen disproportioneel zijn.

Scenario	Verloren DALY's per 100.000 blootgestelden		Proportionele investering voor heel werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
4A. Werken in gebouw waar niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is (reguliere activiteit)	17	57	€ 10	€ 34	€ 0,25	€ 0,85
	19	76	€ 11	€ 46	€ 0,28	€ 1,2
	76	230	€ 46	€150	€ 1,2	€ 3,8
4B. Bezoek aan gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0

**Tabel 23:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en een proportionele investering per individu voor een heel werkzaam leven en per werkzaam jaar, uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.5.4 Algemene omschrijving scenario 4C1+C2+C3: Onderhoudspersoneel werkzaam in gebouw waar een asbestverontreiniging veroorzaakt door spuitasbest aanwezig is

In het voorgaande beschreven scenario werd gekeken naar de gezondheidsrisico's van niet-hechtgebonden asbest voor mensen die alleen in de ruimte aanwezig zijn. In dit scenario wordt gekeken naar werklieden die onderhoud plegen en daarbij dus het risico lopen de concentratie van vrijgekomen vezels te vergroten. Dit scenario is uitgesplitst in drie subscenario's.

In het eerste scenario (4C1) is sprake van onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten in het pand. De totale berekende blootstelling is op basis van acht uur per dag, vijf dagen per maand voor veertig jaar lang. De blootstellingsgegevens zijn afkomstig uit meetstudies waar extreme besmettingen afkomstig van restanten spuitasbest hebben plaatsgevonden. De vrijkomende concentratie van vezels is in dit scenario 500 vezels/m<sup>3</sup> in het geval uitgegaan wordt van de gemiddelde waarde, en 1400 vezels per m<sup>3</sup> indien gerekend wordt met de P90 waarde.

Voor scenario 4C2 wordt gekeken naar onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging. Hierbij geldt dat gerekend is met acht uur blootstelling per dag, 5 dagen per maand voor een periode van 40 jaar lang. De gemiddelde concentratie is in dit geval 6900 vezels/m<sup>3</sup> of 76.000 vezels/m<sup>3</sup> voor de P90 waarde. In scenario 4C3 gaan we uit van onderhoudswerkzaamheden op de plek van de verontreiniging. Hierdoor is de concentratie vezels, uitgaande van de hoogste gemeten waarde, met 610.000 per vezels/m<sup>3</sup> hoog. Er wordt echter ook vanuit gegaan dat dit type blootstelling niet structureel, maar incidenteel is. We gaan er hierbij van uit dat de blootstelling een uur per dag duurt, en dat dit vijf dagen in de maand voor veertig jaar lang voorkomt.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>4C1. Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400
<b>4C2. Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 6900 P90: 76.000
<b>4C3. Onderhoudswerkzaamheden op de plek van de verontreiniging</b>	Incidenteel	1 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	Max: 610.000

Tabel 24: Blootstellingsprofielen scenario's onderhoudswerkzaamheden.



### 3.5.5 Gezondheidsrisico's

In scenario 4C1 is het aantal sterfgevallen 0,2 of 0,4 op de 100.000 blootgestelden wanneer sprake is van gemiddelde blootstelling aan chrysotiel of een gemengde samenstelling van asbestvezels. In het geval van amfibool asbest is het aantal sterfgevallen 1 op de 100.000 blootgestelden. Het aantal sterfgevallen ligt iets hoger wanneer sprake is van blootstelling aan het hoge blootstellingsscenario. Voor chrysotiel en gemengde samenstelling is het aantal sterfgevallen 0,6 of 1 op de 100.000 blootgestelden. Voor amfibool is het aantal sterfgevallen 3 op de 100.000 blootgestelden.

Bij blootstelling aan de gemiddeld waargenomen concentratie vezels ligt het aantal sterfgevallen, afhankelijk van het type asbestvezel, op 3, 5 of 15 per 100.000 blootgestelden. Bij blootstelling aan de P90 concentratie ligt het gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden, afhankelijk van het type vezel, op 35, 54 of 170 per 100.000 blootgestelden. Voor scenario 4C3 loopt het aantal sterfgevallen van 35 per 100.000 blootgestelden in het geval van chrysotiel op tot 170 per 100.000 in het geval van blootstelling aan volledig amfibole vezels.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>4C1.</b> Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten	Chrysotiel	0,2	0,6
	Gemengd	0,4	1
	Amfibool	1	3
<b>4C2.</b> Onderhoudswerkzaamheden Op de plek van de verontreiniging	Chrysotiel	35	35
	Gemengd	5	54
	Amfibool	15	170

**Tabel 25:** Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden
		Hoogste meetwaarde
<b>4C3.</b> Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging waarbij restanten vrijkomen	Chrysotiel	35
	Gemengd	54
	Amfibool	170

**Tabel 26:** Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden bij maximaal gemeten blootstelling uitgesplitst naar asbestsoort.

### 3.5.6 Kosten en baten beschermingsbeleid

Het aantal verloren DALY's is in scenario 4C1 ligt tussen 3,8 in het geval van gemiddelde blootstelling aan chrysotiel, tot 57 in het geval van P90 blootstelling aan amfibole vezels. Het jaarlijks proportioneel te investeren bedrag dat hier uit voortkomt is in alle gevallen kleiner dan een euro, en daarmee verwaarloosbaar klein.

Voor de scenario's binnen 4C2 waarin uitgegaan wordt van blootstelling aan een gemiddelde concentratie van vezels, loopt het aantal verloren levensjaren van 57 in het geval van chrysotiel, tot 290 in het geval van amfibool. Een proportionele investering in beschermingsmiddelen is op jaarbasis daardoor met een maximum van €4,3 (in het amfibool scenario) niet voldoende om PBM's van aan te kunnen schaffen. Voor het P90 scenario is het aantal verloren levensjaren, en daarmee ook de hoogte van het proportionele investeringsbedrag, een stuk hoger. Het aantal verloren levensjaren ligt, afhankelijk van het type vezel, tussen de 670 en 3200 levensjaren. In het geval van blootstelling aan uitsluitend chrysotiel is er voor een heel werkzaam leven een bedrag van €400 beschikbaar. Bij een gemengde samenstelling gaat het om €600 en bij uitsluitend amfibool is voor een heel werkzaam leven een investering tot het bedrag van €1900 proportioneel te noemen. Een proportionele investering per werkzaam jaar ligt dan tussen de €10 en €48 afhankelijk van het type vezel waar mee gewerkt wordt.

Scenario	Verloren DALY's per 100.000 blootgestelden		Proportionele investering voor heel werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
<b>4C1.</b>	3,8	11	€2,3	€6,6	€0,06	€0,17
<b>Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten</b>	7,6	19	€4,6	€11	€0,19	€0,28
	19	57	€11	€34	€0,28	€0,85
<b>4C2.</b>	57	670	€ 34	€400	€ 0,9	€ 10
<b>Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging</b>	95	1000	€ 57	€600	€ 1,4	€ 15
	290	3200	€ 170	€1900	€ 4,3	€ 48

**Tabel 27:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en proportioneel investeringsbedrag per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

Scenario	Verloren DALY's per 100.000 blootgestelden	Proportionele investering voor heel werkzaam leven	Proportionele investering per jaar
4C3. Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging waarbij restanten vrijkomen	670	€ 400	€ 10
	1000	€ 600	€ 15
	3200	€ 1900	€ 48

**Tabel 28:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en proportioneel investeringsbedrag per individu bij hoogste meetwaarde, uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

In (sub)scenario 4C3 loopt het aantal verloren levensjaren van 670 in het geval van chrysotiel, tot 3200 in het geval van amfibool. Daar tussenin ligt het aantal verloren levensjaren in het geval van een gemengde samenstelling op 1000. Dit betekent dat voor bescherming tegen blootstelling aan chrysotiel een proportionele investering voor een werkzaam leven €400 bedraagt. Voor een gemengde samenstelling is het maximaal te investeren bedrag €600 en voor amfibool €1900. Dit komt neer op jaarlijks te investeren bedragen van €10, €15 of €48. De mogelijkheden voor aanschaf van PBM's zijn in de eerste twee gevallen vrij beperkt. In het laatste geval zouden er enkel P3 stofmaskers, een halfgelaatsmasker of een afzuiging voor een boormachine aangepast kunnen worden.

### 3.6 Scenario's 4E + 4F: spuitasbest in schoolgebouwen

#### 3.6.1 Algemene omschrijving scenario's 4E + 4F

Ook in schoolgebouwen (gebouwd voor 1993) kan bij de bouw spuitasbest zijn toegepast. Twee groepen die logischerwijs voornamelijk gebruikmaken van deze (veelal gesaneerde) panden zijn schoolgaande kinderen (scenario's 4E) en leraren (scenario's 4F). Scenario 4E dat is onderverdeeld in scenario 4E1 en scenario 4E2 gaat uit van 'schoolgaande kinderen die verblijven in een gebouw waar een verontreiniging aanwezig is' en is onderverdeeld in twee scenario's. Scenario 4E1 gaat uit van het doen van reguliere activiteiten in het klaslokaal. Hierbij wordt aangenomen dat de kinderen voor een duur van 6 uur per dag, 5 dagen in de week, 40 weken per jaar voor een periode van 16 jaar (schooljaren) worden blootgesteld aan gemiddeld 500 asbestvezels per m<sup>3</sup> en een P90 van 1400 asbestvezels per m<sup>3</sup>.

Naast dat kinderen in een klaslokaal reguliere activiteiten verrichten, veronderstellen we dat er ook activiteiten worden verricht waarbij de verontreiniging wordt verstoord, omdat het dichtbij de bron plaatsvindt (scenario 4E2). Deze blootstelling is incidenteel van aard met een blootstellingsduur van 1 uur per dag, 1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende wederom 16 jaar lang. De gemeten waarden asbestvezels zijn hierbij hoger met een GM van 6900 asbestvezels per m<sup>3</sup> en een P90 van 76.000 asbestvezels

per m<sup>3</sup>. Deze blootstellingsconcentraties zijn gebaseerd op blootstelling aan verontreinigingen als gevolg van spuitasbest toepassingen.

Scenario 4F is als volgt: 'Leraren die werken in een gebouw waar een extreme asbestverontreiniging aanwezig is'. Ook dit scenario is onderverdeeld in twee scenario's. Scenario 4F1 betreft het verrichten van reguliere activiteiten in een klaslokaal, waarbij er beroepsmatig 8 uur per dag, 5 dagen per week 40 weken per jaar gedurende 40 jaar sprake is van blootstelling. De bijbehorende gemiddelde- en P90 blootstelling is respectievelijk 500 en 1400 asbestvezels per m<sup>3</sup>.

Scenario 4F2 betreft activiteiten dichtbij de verontreinig veroorzaakt door de asbestbron, waarbij sprake is van incidentele blootstelling. Dit is voor 1 dag per maand, 1 uur per dag voor een beroepsmatige periode van 40 weken per jaar gedurende 40 jaar. Hierbij zijn hogere concentraties gemeten dan bij het verrichten van reguliere activiteiten in een klaslokaal. De gemiddelde blootstelling in dit scenario is 6900 asbestvezels per m<sup>3</sup> en de P90 is 76.000 asbestvezels per m<sup>3</sup>.

Op de volgende pagina is in tabel 29 een samenvatting gegeven van bovenstaand omschreven scenario's.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>4E. Schoolgaande kinderen die verblijven in een gebouw waar een asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Verblijfsomgeving	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	
<b>4E1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 500 P90: 1400
<b>4E2: Activiteiten in klaslokaal waarbij de verontreiniging wordt verstoord</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 6900 P90: 76.000
<b>4F. Leraren die werken in een gebouw waar een asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	
<b>4F1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 500 P90: 1400
<b>4F2. Activiteiten in klaslokaal rondom verontreinigde bron</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 6900 P90: 76.000

**Tabel 29:** Blootstellingsscenario's asbestverontreiniging in schoolgebouw.

### 3.6.2 Gezondheidsrisico voor schoolkinderen

In hoeverre lopen schoolkinderen risico in schoolgebouwen waarin een extreme asbest besmetting zich bevindt? Het aantal sterfgevallen per 100.000 kinderen voor de verschillende asbestvezels is berekend. Het aantal sterfgevallen bij gemiddelde blootstellingsconcentraties voor chrysotiel en gemengd asbest zijn bij het scenario 'reguliere activiteiten in klaslokaal' 0,6 of 0,9 op de 100.000 blootgestelden. Bij amfibool gaat het om 3 sterfgevallen op 100.000 kinderen bij een gemiddelde blootstellingsconcentratie. Bij blootstelling aan de P90 waarde is het aantal sterfgevallen 2 op de 100.000 kinderen in het geval van chrysotiel of een gemengde asbestsoort en 8 in het geval van amfibool.

Bij activiteiten rondom de verontreinigde bron is, wanneer sprake is van het gemiddelde blootstellingswaarde maximaal 1 op de 100.000 blootgestelden in het geval van amfibool. Bij P90 blootstelling is voor chrysotiel en gemengd sprake van 3 en 4 sterfgevallen op de 100.000 blootgestelde kinderen. Het aantal sterfgevallen ligt bij

blootstelling aan amfibole vezels met 3, 4 of 14 op de 100.000 blootgestelde kinderen iets hoger.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal gevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>4E1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Chrysotiel	0,6	2
	Gemengd	0,9	2
	Amfibool	3	8
<b>4E2. Activiteiten rondom verontreinigende bron</b>	Chrysotiel	0,3	3
	Gemengd	0,4	4
	Amfibool	1	14

**Tabel 30:** Het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.6.3 Kosten en baten beschermingsbeleid schoolkinderen

Scenario	Aantal verloren DALY's		Proportionele investering voor heel werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
<b>4E1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	11	38	€ 6,6	€ 23	€ 0,41	€ 1,4
	17	38	€ 10	€ 23	€ 0,62	€ 1,2
	57	152	€ 34	€ 91	€ 1,8	€ 5,7
<b>4E2. Activiteiten rondom verontreinigende bron</b>	5,7	57	€ 3,4	€ 23	€ 0,21	€ 1,4
	7,6	76	€ 4,6	€ 46	€ 0,29	€ 2,9
	19	270	€ 11	€ 160	€ 1,2	€ 10

**Tabel 31:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en proportioneel investeringsbedrag per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

Het aantal verloren DALY's per 100.000 kinderen ligt voor het scenario van reguliere activiteiten in het klaslokaal tussen 11 en 152 bij gemiddelde blootstelling. Bij P90 blootstelling ligt het aantal verloren DALY'S tussen 38 en 152 op de 100.000 blootgestelden afhankelijk van de asbestsoort. Het proportionele bedrag dat jaarlijks besteed zou mogen worden is maximaal €5,7 en daarmee verwaarloosbaar klein.

Voor het scenario waarbij kinderen incidenteel activiteiten in leslokalen verrichten rondom de verontreinigde bron zijn de risico's en het daarbij behorende budget iets hoger. Met een maximaal budget van €10 geldt echter ook voor dit scenario dat geen maatregelen getroffen kunnen worden.

### 3.6.4 Gezondheidsrisico voor leraren

Ook voor leraren die blootgesteld worden aan een asbestbron in leslokalen is het gezondheidsrisico per 100.000 blootgestelden berekend. Bij reguliere activiteiten in een klaslokaal ligt het aantal sterfgevallen (bij een gemiddelde blootstelling aan asbestvezels) tussen de 1 (bij zowel chrysotiel als gemengd) en 4 in het geval van amfibole vezels. Voor de P90 blootstelling ligt het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden tussen de 2 en 10. Voor activiteiten rondom de verontreinigde bron geldt vooral voor de P90-waarden dat het aantal sterfgevallen wat hoger ligt, namelijk 3 bij Chrysotiel, 4 bij een gemengde vezelsamenstelling en 14 in het geval van amfibool.

Scenario	Type asbestvezel	Aantal gevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>4F1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Chrysotiel	1	2
	Gemengd	1	3
	Amfibool	4	10
<b>4F2. Activiteiten in klaslokaal rondom verontreinigde bron</b>	Chrysotiel	Nihil	3
	Gemengd	Nihil	4
	Amfibool	1	14

**Tabel 32:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.6.5 Kosten en baten beschermingsbeleid leraren

Scenario	Aantal verloren DALY's		Proportionele investering voor heel werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
<b>4F1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	19	38	€ 11	€ 23	€ 0,28	€ 0,58
	19	57	€ 11	€ 34	€ 0,28	€ 0,85
	76	190	€ 46	€ 110	€ 1,2	€ 2,8
<b>4F2. Activiteiten in klaslokaal rondom verontreinigde bron</b>	0	57	€ 0	€ 34	€ 0	€ 0,85
	0	76	€ 0	€ 46	€ 0	€ 1,2
	19	270	€ 11	€ 160	€ 0,28	€ 4

**Tabel 33:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en bijbehorende proportionele investering per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingsniveau (GM of P90).

Het aantal verloren DALY's per 100.000 leraren bij het scenario van reguliere activiteiten in een klaslokaal (4F1) ligt tussen de 19 en 190. Bij het uiterste geval, waarbij een leraar wordt blootgesteld aan hoge concentraties amfibool, mag er een bedrag van ongeveer €110 worden besteed voor een heel werkzaam leven. Indien de bedragen per heel werkzaam leven worden omgerekend naar proportionele investeringen per jaar dan betreft het dusdanig kleine bedragen (tussen €0,28 en €2,8) dat voor dat budget geen persoonlijke beschermingsmiddelen aangeschaft kunnen worden. Ook wanneer er activiteiten rondom een verontreinigde bron plaatsvinden (4F2) is de proportionele investering die per jaar gedaan mag worden laag, namelijk tussen de afgerond €0 en €4.



### 3.7 Scenario's 5A: Onderhoudspersoneel werkzaam in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn

#### 3.7.1 Algemene omschrijving scenario's 5A1 + 5A2 + 5A3

Onderhoudsmonteurs, zoals installateurs, kunnen met enige regelmaat in ruimten komen waar ook asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn. Bijvoorbeeld als zij in meterkasten of CV-ruimten werkzaamheden verrichten. We gaan hierbij uit van drie veelvoorkomende scenario's, namelijk:

- Het betreden van ruimten, bijvoorbeeld voor controle (scenario 5A1). Dit betreft beroepsmatige blootstelling van 8 uur per dag, 5 dagen per week voor in totaal 40 jaar lang. De bijbehorende gemeten concentratie vezels zijn: 200 (GM) vezels per m<sup>3</sup> en 400 (P90) vezels per m<sup>3</sup>.
- Het uitvoeren van werkzaamheden in ruimten zonder direct contact met een asbesthoudende bron (scenario 5A2). Bij dit scenario gaan we uit van een blootstelling van 8 uur per dag, 15 dagen per maand voor een beroepsmatige periode van 40 jaar lang. De gemeten concentratie vezels hierbij is voor de gemiddelde blootstelling en voor P90 respectievelijk 290 vezels per m<sup>3</sup> en 1800 vezels per m<sup>3</sup>.
- Het uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron (scenario 5A3). Voor dit scenario is uitgegaan van een blootstelling van incidentele aard: 4 uur per dag, 5 dagen per jaar voor in totaal 40 jaar lang. De gemiddelde blootstelling is 16.300 asbestvezels per m<sup>3</sup> en de P90 84.000 asbestvezels per m<sup>3</sup>.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>5A1. Betreden van ruimten (bijv. voor controle)</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 jaar lang	GM: 200 P90: 400
<b>5A2. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte zonder direct contact met een asbesthoudende bron</b>	Regulier	8 uur per dag	15 dagen per maand, 40 jaar lang	GM: 290 P90: 1.800
<b>5A3. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron</b>	Incidenteel	4 uur per dag	5 dagen per jaar, 40 jaar lang	GM: 16.000 P90: 84.000

**Tabel 34:** Blootstellingsscenario's betreden van en uitvoeren werkzaamheden in ruimte met asbestbesmetting.

### 3.7.2 Gezondheidsrisico voor onderhoudsmonteurs

Voor het betreden van ruimten (scenario 5A1) ligt het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden tussen 0,4 (bij chrysotiel GM) en 4 sterfgevallen per 100.000 blootgestelden (bij amfibool P90). Bij het uitvoeren van werkzaamheden in ruimten zonder direct contact met een asbesthoudende bron (scenario 5A2) ligt het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden tussen 2 en 12 (bij amfibool P90). Bij het uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron (scenario 5A3) ligt het risico tussen 0,3 en 8 per 100.000 blootgestelden (amfibool P90).

Scenario	Type asbestvezel	Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>5A1. Betreden van ruimten</b>	Chrysotiel	0,4	0,7
	Gemengd	0,6	1
	Amfibool	2	4
<b>5A2. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte zonder direct contact met een asbesthoudende bron</b>	Chrysotiel	0,4	2
	Gemengd	0,6	4
	Amfibool	2	12
<b>5A3. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron</b>	Chrysotiel	0,3	2
	Gemengd	0,5	2
	Amfibool	1	8

**Tabel 35:** Gemiddeld aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90)

### 3.7.3 Kosten en baten beschermingsbeleid onderhoudsmonteurs

Het treffen van persoonlijke beschermingsmaatregelen is voor geen van de drie verschillende scenario's proportioneel. In de meeste gevallen ligt het jaarlijks te investeren bedrag namelijk onder een euro. Het maximaal beschikbare bedrag ligt met €3,5 ook ver onder het budget dat nodig is om PBM's aan te kunnen schaffen.

Scenario	Aantal verloren DALY's		Proportionele investering voor werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
<b>5A1. Betreden van ruimten</b>	7,6	13	€ 4,6	€ 7,8	€ 0,19	€ 0,2
	11	19	€ 6,6	€ 11	€ 0,17	€ 0,28
	38	76	€ 23	€ 46	€ 0,58	€ 1,2
<b>5A2. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte zonder direct contact met een asbesthoudende bron</b>	7,6	38	€ 4,6	€ 23	€ 0,12	€ 0,58
	11	76	€ 6,6	€ 46	€ 0,1	€ 1,2
	19	230	€ 11	€ 140	€ 0,28	€ 3,5
<b>5A3. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron</b>	5,7	38	€3,4	€ 23	€ 0,09	€ 0,58
	9,5	38	€5,7	€ 23	€ 0,14	€ 0,58
	19	150	€11	€ 90	€ 0,28	€ 2,3

**Tabel 36:** Aantal verloren levensjaren per 100.000 blootgestelden en bijbehorende proportionele investering per individu uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.8 Scenario 6: verwijderen golfplaten van dak

Op veel daken in Nederland liggen golfplaten van asbesthoudend materiaal. Al deze daken moeten uiterlijk in 2025 volledig asbestvrij gemaakt zijn. Onderstaand zijn een drietal scenario's uitgeschreven waarin de gezondheidsrisico's, en de daarmee samenhangende proportionele investeringen worden berekend, voor verschillende manieren waarop de golfplaten van het dak kunnen worden gehaald. Het onderscheid in de drie subscenario's zit in veiligheidsmaatregelen die wel of niet zijn toegepast, de frequentie van blootstelling en de vraag of de golfplaten verwijderd worden door een particulier of een professioneel saneerder.

#### 3.8.1 Algemene omschrijving scenario's

Voor subscenario 6A wordt gekeken naar de gezondheidsrisico's voor een particulier die zelf de golfplaten van zijn dak vervangt, en daarbij geen beheersmaatregelen toepast. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat iemand hier acht uur op een dag mee bezig is, en dit twee dagen in zijn gehele leven doet. De geschatte vezelconcentratie waar deze persoon aan bloot staat is uitgaande van een GM van 2.700 vezels/m<sup>3</sup> en in het geval van de P90 waarde van 10.500 vezels per m<sup>3</sup>. In scenario 6B gaat het niet om een particulier, maar om een professioneel saneerder. Deze saneerder maakt in dit scenario geen gebruik van beheersmaatregelen en werkt zonder adembescherming. Aangezien het om beroepsmatige blootstelling gaat gaan we er van uit dat iemand zes uur op een dag wordt blootgesteld, voor vijf dagen in de week en voor 40 jaar lang.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>6A. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door particulier</b>	Incidenteel	8 uur	2 dagen per leven	GM: 2.700 P90: 11.000
<b>6B. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	8 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 2.700 P90: 11.000

**Tabel 37:** Blootstellingsscenario's verwijderen van golfplaten door particulier of saneerder.

### 3.8.2 Gezondheidsrisico's

In scenario 6a zijn de gezondheidsrisico's nihil. Door de lage frequentie waarin mensen in dit scenario blootgesteld worden aan asbest is het aantal sterfgevallen kleiner dan 0,1 op de 100.000 blootgestelden. Voor scenario 6B ligt het aantal sterfgevallen tussen 4 en 69 op de 100.000 blootgestelden, afhankelijk van het blootstellingswaarde (GM of P90) en het type asbestvezel.

Scenario	Type Asbestvezel	Aantal gevallen per 100.000 blootgestelden	
		GM	P90
<b>6A. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door particulier.</b>	Chrysotiel Gemengd Amfibool	Nihil Nihil Nihil.	Nihil Nihil Nihil
<b>6B. Verwijderen van golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder zonder adembescherming</b>	Chrysotiel Gemengd Amfibool	4 6 18	15 22 69

**Tabel 38:** Aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde (GM of P90).

### 3.8.3 Kosten en baten beschermingsbeleid vervangen asbestdaken

Voor scenario 6A geldt dat, omdat het risico nihil is, iedere vorm van beschermingsmaatregelen per definitie disproportioneel zouden zijn. In scenario 6B ligt het aantal verloren jaren, afhankelijk van de gehanteerde blootstellingswaarde en het asbesttype, tussen 76 en 1300. Dit betekent dat het maximaal te investeren bedrag voor een heel werkzaam leven tussen €56 en €780 ligt. Dit komt neer op een jaarlijks

investeringsbedrag van €20 in het geval van P90 blootstelling aan uitsluitend amfibole vezels. Alleen in dit geval zou in de vorm van een stofzuiger voor een boormachine enige vorm van PBM's aangeschaft kunnen worden. Voor de overige sub scenario's is dit niet mogelijk.

In deze scenario's is echter wel sprake van een secundair risico. Dit zijn risico's die niet voortkomen uit de blootstelling aan asbest, zoals bijvoorbeeld vallen van het dak. Gezien de geringe omvang van de 'asbest gerelateerde risico's' lijkt het in dit scenario zinvoller om beschermingsmaatregelen tegen de secundaire, dan tegen de primaire, risico's te nemen.

Scenario	Verloren DALY's per 100.000 blootgestelden		Proportionele investering voor werkzaam leven		Proportionele investering per jaar	
	GM	P90	GM	P90	GM	P90
6A. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door particulier	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
6B. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder zonder adembescherming	76	290	€ 46	€ 170	€ 1,2	€ 4,3
	110	420	€ 66	€ 250	€ 1,7	€ 6,3
	340	1300	€ 200	€ 780	€ 5	€ 20

**Tabel 39:** Aantal verloren DALY's per 100.000 blootgestelden en proportioneel investeringsbedrag per individu uitgesplitst naar blootstellingswaarde (GM en P90).

## 4 Samenvatting, duiding en aanbevelingen

---

*In dit hoofdstuk worden van ieder scenario de bevindingen samengevat en geïnd. Daarna worden algemene conclusies getrokken en aanbevelingen gegeven. Tenslotte wordt de gevolgde systematiek bediscussieerd.*

### 4.1 Aanleiding van het onderzoek

Het huidige Nederlandse beleid voor beheersing van risico's als gevolg van blootstelling aan asbest gaat uit van het inzetten van (beschermings)maatregelen die worden ingezet wanneer de aanwezigheid van asbest wordt geconstateerd. Dus vaak is de aanwezigheid van asbest, en niet het werkelijke asbestblootstellingsrisico bepalend voor de inzet van beschermingsmaatregelen. Dit is begrijpelijk omdat het in veel situaties momenteel onduidelijk is wat de blootstelling aan asbest (door inhalatie) werkelijk is, en daarmee wat de bijbehorende gezondheidsrisico's zijn. Hierdoor is het dus momenteel veelal niet mogelijk een schatting van de proportionaliteit van de getroffen maatregelen te maken.

Woningcorporaties behoren tot de organisaties die een verantwoordelijkheid dragen voor proportioneel asbestveiligheidsbeleid. In hun oudere panden is immers, net zoals in elk bouwwerk van voor 1993, waarschijnlijk asbest aanwezig. Aedes vereniging van woningcorporaties en de woningcorporaties Talis, Woonbron en Vestia hebben daarom laten onderzoeken wat gezondheidsrisico's zijn in veel voorkomende asbestsituaties. Met deze kennis verwacht men in de toekomst voortaan beter onderbouwd besluiten te kunnen nemen over passende maatregelen om werknemers en huurders te beschermen tegen de risico's van asbest.

Een consortium met onderzoekers van TNO, Universiteit Utrecht, Radboud Universiteit Nijmegen en Crisislab heeft de opdracht gekregen om dit onderzoek uit te voeren.

Opdrachtgevers en de onderzoekers van het consortium onderkennen dat in de bouwpraktijk en in het publieke debat er een verschil kan bestaan tussen aan de ene zijde de objectieve risico's en aan de andere zijde de gepercipieerde risico's en de derhalve verwachte maatregelen. Het is juist daarom dat dit onderzoek tracht meer inzicht te verschaffen in de objectieve risico's die blootstelling aan asbest in verschillende situaties met zich meebrengt. Het secundaire doel is daarmee dat het publieke debat over de te nemen beschermingsmaatregelen aan de hand van de feitelijke inzichten uit dit onderzoek gevoerd kan worden.

## 4.2 Opzet van het onderzoek

Dit onderzoek richt zich op het bepalen van de kosten en baten van beschermingsbeleid in een aantal veel voorkomende situaties van asbestblootstelling. Het gaat om zes hoofdtypen situaties, met allerlei varianten daarop (verschillende scenario's). De onderzochte scenario's zijn zowel arbeid gerelateerd (als het blootstelling van werknemers betreft), als (binnen)milieu-gerelateerd zijn (als het bijvoorbeeld blootgestelde omwonenden, hobbyisten of bewoners of gebruikers van huizen of andere gebouwen betreft).

De zes hoofdtypen scenario's zijn:

- brand in een gebouw waarin asbest aanwezig is met derhalve risico's voor brandweer en omgeving,
- bewerking van plafondplaten met niet-hechtgebonden asbest door werknemers en particulieren,
- wonen in woningen waarin asbest verwerkt is,
- werken in of bezoeken van een gebouw waarin asbest verwerkt is,
- werken door onderhoudspersoneel in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn en
- verwijderen van asbestdaken door werknemers of particulieren.

Dit onderzoek bepaalt voor de zes genoemde realistische scenario's:

- de asbestblootstelling door analyse van wat er bekend is aan betrouwbare meetresultaten,
- met een risicoanalyse conform de methodiek van de Gezondheidsraad het daarbij behorende gezondheidsrisico,
- de proportionele investering die past bij dit risico met gebruik van de reguliere normering hiervoor en
- wat de kosten zijn van persoonlijke beschermingsmaatregelen die hierbij passen.

Dit onderzoek beschrijft de risico's op het niveau van aan asbest blootgestelde populaties (zoals bewoners of werknemers). Het onderzoek doet geen uitspraken over het risico dat individuen lopen. Dit individuele risico hangt immers van vele factoren af die variëren van genetische aanleg tot te beïnvloeden versterkende factoren als roken. De effectiviteit en efficiëntie van de beschouwde preventieve maatregelen worden daarom ook op dat groepsniveau berekend.

Er zijn een aantal belangrijke kanttekeningen bij de gevolgde benadering:

### *De meeste inschattingen zijn conservatief*

Door het gehele onderzoek wordt gebruik gemaakt van conservatieve schattingen ten aanzien van de blootstellingsconcentratie, de blootstellingsduur en blootstellingsfrequentie. Dit betekent dat voor de beschreven scenario's de werkelijke

blootstelling en de daarmee gepaarde risico's in de praktijk lager zullen zijn. Ook is voor elk van de scenario's gekeken naar drie typen asbest samenstellingen. Deze drie samenstellingen zijn in ieder beschreven scenario realistisch. Chrysotiel komt bijvoorbeeld niet voor in plafondplaten en amfibool nauwelijks in daken. In elk scenario is structureel gerekend met een zo hoog mogelijke blootstelling, binnen de kaders van wat praktisch realistisch is, maar zodanig, dat de berekende risico's geen onderschatting vormen. De gebruikte methodiek kan gebruikt worden als benchmarking voor scenario's met eenzelfde type blootstellingsprofiel. De uitkomsten van deze studie geven als gevolg hiervan een beeld van de orde grootte van de te verwachten risico's.

#### *Geringe risico's (te) veel metingen, hoge risico's nauwelijks metingen*

Voor een aantal scenario's geldt dat het aantal metingen waarover betrouwbaar gerapporteerd is, beperkt is. Hierdoor zijn de blootstellingsconcentraties met de nodige onzekerheid omgeven.

Uit de onderbouwing van de blootstellingschattingen bij de scenario's blijkt dat metingen naar blootstelling tijdens het bewerken/verwijderen van asbesthoudende toepassingen slechts beperkt beschikbaar zijn. TNO beschrijft ongeveer 600 metingen in haar rapport over de onderbouwing van het SMA-rt systeem.<sup>15</sup> Daarentegen zijn er wel veel meetgegevens over blootstellingen bij incidenten. Zo zijn bij een incident met besmetting van woningen (scenario 3A) meer dan 200 luchtmonsters en meer dan 4000 kleefmonsters verzameld. Dit is opmerkelijk omdat kleefmonsters zich enkel lenen tot het bepalen of asbest aanwezig is en niet lenen om het blootstellings- of daarmee samenhangend gezondheidsrisico in te schatten. Bovendien leverde het merendeel van de metingen niet te detecteren niveaus op. Daarmee had op een zeker moment de vraag gesteld kunnen worden hoeveel zin het nog had om door te meten. Het is een illustratie van het feit dat vaak een *a priori* vastgestelde doeltreffende meetstrategie ontbreekt, waardoor onnodig veel monsters worden genomen.

#### *Beperkingen kosten-batenanalyse met DALY's*

De kosten-baten analyse richt zich op wat proportionele investeringen zijn voor, met name, PBM's. Hiervoor wordt de door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) aanbevolen standaard van het gebruik van DALY's ingezet. Voor die DALY's zijn ook de gangbare normen beschikbaar die wij gebruikt hebben. Desalniettemin zijn er complexere en meer omvattende kosten-batenanalyses denkbaar. Die hebben wij niet gebruikt.

---

<sup>15</sup> Spaan et al (2016).



#### 4.3 Samenvatting en duiding van de onderzoeksresultaten per scenario

In deze paragraaf vatten we de onderzoeksresultaten voor elk van de onderzochte standaardscenario's samen.

Om de resultaten te duiden gebruiken we in vergelijking met het voorgaande hoofdstuk twee nieuwe begrippen: het verwaarloosbaar risico (VR) en het maximum toelaatbaar risico (MTR). Een uitgebreidere uitleg wordt in bijlage B2 gegeven en natuurlijk in het rapport van de Gezondheidsraad uit 2010. Hier volstaan we met de volgende uitleg:

- Het verwaarloosbaar risico (VR) **voor de werkomgeving** correspondeert met een blootstellingsniveau van 2000 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup> gedurende 8 uur per dag en 40 arbeidsjaren. Voor werkgerelateerde scenario's komt dit er op neer dat het VR overschreden wordt wanneer het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden groter is dan 4. Het verwaarloosbaar risico (VR) **voor de leefomgeving** correspondeert met een blootstellingsniveau van 28 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup> gedurende 24 uur per dag en 100 levensjaren. Het individueel risico op het optreden van een asbestgerelateerde ziekte *per jaar* is dan 1 op de honderd miljoen blootgestelden. Dit komt er op neer dat in het geval van leefomgeving scenario's het VR overschreden wordt wanneer het aantal sterfgevallen groter is dan 0,1 op de 100.000 blootgestelden.
- Het maximum toelaatbaar risico (MTR) **voor de werkomgeving** correspondeert met een blootstellingsniveau van 200.000 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup> gedurende 8 uur per dag en 40 arbeidsjaren. Dit komt er op neer dat het MTR overschreden wordt wanneer het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden groter dan 400 is. Het maximum toelaatbaar risico (MTR) **voor de leefomgeving** correspondeert met een blootstellingsniveau van 2800 chrysotiel vezels per m<sup>3</sup> gedurende 24 uur per dag en 100 levensjaren. Het individueel risico op het optreden van een asbest gerelateerde ziekte *per jaar* is dan 1 op de miljoen blootgestelden. Dit betekent dat in leefomgeving scenario's het MTR overschreden wordt wanneer het aantal sterfgevallen groter is dan 10 op de 100.000 blootgestelden.
- In het algemeen veiligheidsbeleid geldt dat risico's tot aan het MTR als acceptabel worden beschouwd maar dat waar redelijk mogelijk moet worden gestreefd naar verlaging tot aan het VR. Beneden het VR wordt het risico als verwaarloosbaar beschouwd en is dan geen aanvullend beleid meer nodig. Bij kankerverwekkende stoffen zoals asbest verlangt het Nederlandse arbobeleid dat ook beneden het VR nog gekeken wordt of maatregelen mogelijk zijn.

#### Scenario: Brand in een gebouw waarin asbest aanwezig is

Asbestbranden komen geregeld voor. Vaak worden dan dure maatregelen genomen om omwonenden te beschermen tegen asbestblootstellingen. Denk hierbij aan het afzetten van gebieden en het evacueren van omwonenden. Het blijkt echter dat de werkelijke risico's van een asbestbrand vele malen kleiner zijn dan de gepercipieerde gezondheidsrisico's. Voor een brandweerman is het risico in het slechtste scenario (P90 blootstelling aan uitsluitend amfibool vezels uitgaande van geen verdunning van

de vezels in de lucht) met 12 sterfgevallen per 100.000 blootgestelden ruimschoots onder het MTR. Voor omwonenden, zowel diegenen die dichtbij als diegenen die op enige afstand wonen, is het risico zelfs onder deze worst-case inschatting nihil. Voor een brandweerman zou een proportionele investering slechts enkele euro's bedragen, en voor omwonenden is iedere investering per definitie buitenproportioneel. Deze bedragen staan in schril contrast met de grote kosten die in werkelijkheid gemaakt worden in het geval van een asbestbrand (zie kader) met als voorbeeld de brand in Roermond.

#### **Brand in Roermond**

In een havengebied vlakbij de binnenstad van Roermond woedde in december 2014 een brand in een opslagloods voor jachten. Hierbij kwam asbest vrij. Er was sprake van een besmet gebied met een afstand tot ongeveer 1500 meter. Door de windrichting verspreidde de rookwolk zich over de binnenstad van Roermond, waar roetdeeltjes terecht kwamen. De burgemeester besloot om de binnenstad af te sluiten en de binnenstad te laten schoonmaken.<sup>16</sup> Destijds werd daarom ook wel gesproken van een 'spookstad'. De noodverordening die hiervoor werd ingesteld, was in totaal drie dagen van kracht.<sup>17</sup> Winkels bleven in die periode gesloten en ook het treinverkeer kwam stil te liggen. De asbestbrand in Roermond heeft door de opruimkosten en de afsluiting van het verkeer meer dan drie miljoen euro gekost.<sup>18</sup>

#### **Scenario: Bewerking van plafondplaten met niet-hechtgebonden asbest**

Bewerking van plafondplaten met niet-hechtgebonden asbest kan regelmatig voorkomen doordat in Nederland veel gebouwd is met dit materiaal. Dit scenario is onderverdeeld in bewerking door particulieren en bewerking door professionals. Hierbij wordt duidelijk dat de risico's nogal verschillen. Indien een particulier een gaatje boort in een plafondplaat zijn de risico's nihil. Beschermende maatregelen zijn daardoor theoretisch gezien per definitie buitenproportioneel maar wel altijd zinvol en op simpele wijze te nemen door bijvoorbeeld nat te werken of ook bij de hobbymarkt simpele disposable maskers aan te schaffen. Ingrijpender is de situatie dat een particulier een compleet boardplafond verwijderd. In dit scenario is de frequentie van blootstelling laag, maar is wel sprake van blootstelling aan een zeer hoge concentratie asbestvezels en de kans is groot dat dit onder relatief ongecontroleerde omstandigheden gebeurt. Hierdoor komen risico's, in het geval sprake is van blootstelling aan volledig amfibool (wat aannemelijk is), boven het MTR uit. Uitgaande van P90 blootstelling aan amfibool zou een eenmalige investering tot €260 proportioneel zijn.

Voor installateurs geldt dat zij als logisch gevolg van hun werkzaamheden veel frequenter blootgesteld worden aan asbest dan particulieren. Het gezondheidsrisico dat zij lopen wordt in grote mate bepaald door de voorzorgsmaatregelen die zij al dan niet treffen. Voor een installateur die plafondplaten bewerkt met adembescherming

<sup>16</sup> Helsloot et al (2015).

<sup>17</sup> De Vreeze (2015).

<sup>18</sup> Zie: <https://www.ad.nl/binnenland/kosten-asbestsanering-roermond-ruim-3-miljoen~a5fbabed/>

geldt dat de gezondheidsrisico's verwaarloosbaar klein zijn. Voor een installateur die dezelfde handeling uitvoert zonder adembescherming geldt het risico van 120 tot en met 600 sterfgevallen per 100.000 blootgestelden, afhankelijk van het type asbestvezel dat vrijkomt. Hier is voor een heel werkzaam leven een proportioneel te investeren bedrag van tussen €1400 en €6600 aan verbonden.

Voor een saneerder die gedurende zijn hele werkzame leven plafondplaten verwijdert zonder adembescherming, is het aantal sterfgevallen zeer hoog. Het gemiddelde aantal sterfgevallen is in het geval van chrysotiel 36.000 op de 100.000 en in het geval van amfibool 84.000 op de 100.000. Voor dit scenario is dan ook een groot budget<sup>19</sup> proportioneel om maatregelen te treffen. Dit loopt van €10.000 per individu per jaar in het geval van chrysotiel tot €24.000 in het geval van volledig amfibool. Hierbij moet wel de nuancering aangebracht worden dat het scenario van een saneerder die zijn hele werkzame leven zonder adembescherming asbesthoudende niet-hechtgebonden plafondplaten verwijdert conservatief is ingeschat. In Nederland gaat het namelijk in ongeveer 70% van de uitgevoerde saneringen om hechtgebonden toepassingen.<sup>20</sup> Dit neemt echter niet weg dat saneerders zonder adembescherming of andere blootstelling reducerende maatregelen een onacceptabel hoog gezondheidsrisico lopen.

### **Scenario: Wonen in woningen waarin asbest aanwezig is**

In een woning kan sprake zijn van blootstelling aan asbestvezels doordat er een asbestverontreiniging optreedt door bewerking van een asbesthoudende toepassing, of omdat er nog restanten spuitasbest in de woning aanwezig zijn. Voor beide scenario's geldt dat de hiermee gepaard gaande gezondheidsrisico's beperkt zijn. Voor het wonen in een woning met een asbestverontreiniging is alleen sprake van een risico dat net boven het MTR (1,08) uitkomt in het geval van P90 blootstelling aan volledig amfibole asbestvezels. In alle andere gevallen is het risico kleiner dan het MTR. Voor het wonen in een woning met spuitasbest geldt dat het risico in ieder geval kleiner is dan het MTR. Voor beide scenario's gaat het om proportionele investeringen die gerekend per (levens)jaar verwaarloosbaar klein zijn. Het totale bedrag is voor P90 blootstelling aan amfibool met €120 het hoogst.

#### **Kosten in de praktijk bij verontreinigde woningen**

Het komt voor dat bewoners van woningen waarbij sprake is van asbestverontreiniging tijdelijk hun woning moeten verlaten totdat het asbest is verwijderd en de woning door een onafhankelijk asbestlaboratorium is vrijgesteld. Kosten die gemaakt moeten worden om de bewoners (tijdelijk) te voorzien van een slaap- en verblijfruimte (zoals hotel), de woningen te saneren, laboratoriumtesten en schadevergoedingen komen voor de rekening van woningcorporaties. Dit kan oplopen tot miljoenen euro's, zoals bijvoorbeeld in de Utrechtse wijk Kanaleneiland in 2012 het geval was.

<sup>19</sup> Als we over veiligheidsbudget spreken bedoelen we altijd het geheel aan maatschappelijke veiligheidsinvesteringen dus door overheid, opdrachtgevers en werkgevers.

<sup>20</sup> Spaan et al (2016).

### Scenario: Werken in of bezoeken van een gebouw waarin niet-hechtgebonden asbest verwerkt is

Niet-hechtgebonden asbest is gevaarlijker dan hechtgebonden asbest doordat vezels makkelijker in de lucht komen. Het werken in of bezoeken van gebouwen waarin niet-hechtgebonden asbest aanwezig is zou daardoor een gezondheidsrisico met zich mee kunnen brengen. Voor het werken, en het incidenteel bezoeken, van een gebouw waarin niet-hechtgebonden asbest aanwezig is geldt echter dat de risico's in alle gevallen kleiner zijn dan het MTR. In het geval van een incidenteel bezoek gaat het zelfs om een verwaarloosbaar risico. Het nemen van beschermingsmaatregelen is dus buitenproportioneel, of er is slechts een verwaarloosbaar bedrag beschikbaar.

Bij deze (sub) scenario's wordt door het bezoek aan, of het werken in het gebouw de concentratie asbestvezels in de lucht als gevolg van de asbestverontreiniging niet beïnvloedt. Wanneer onderhoudswerkzaamheden in een dergelijk pand plaatsvinden kan meer luchtverplaatsing plaatsvinden waardoor de concentratie asbestvezels in de lucht wel kan toenemen. Afhankelijk van de afstand tot de verontreiniging, en de mate van besmetting afkomstig uit de asbestbron, en de mate van luchtverplaatsing kunnen de risico's als gevolg hiervan verschillen en mogelijk ook hoger uitvallen. Het grootste gezondheidsrisico ontstaat wanneer kortdurend incidenteel gewerkt wordt in de buurt van een extreme besmetting waardoor er sprake is van een P90 blootstelling van 76.000 vezels/m<sup>3</sup>. Het aantal sterfgevallen per 100.000 blootgestelden in het geval van blootstelling aan amfibole vezels is hier 170. Hier is een proportionele investering van maximaal €1900 voor een werkzaam leven, of €48 per werkzaam jaar, beschikbaar. In het geval onderhoudswerkzaamheden plaatsvinden in de buurt van een verontreiniging, en hierbij resten vrijkomen, is de blootstellingsconcentratie aanmerkelijk hoger. Doordat er echter vanuit wordt gegaan dat dit scenario veel minder vaak voorkomt is de cumulatieve blootstelling een stuk lager. Hierdoor is ook het gezondheidsrisico met een maximum van 170 sterfgevallen per 100.000 blootgestelden aanmerkelijk lager. In dit geval is het maximaal gerechtvaardigde bedrag voor een heel werkzaam leven €1900 of €48 per werkzaam jaar.

In schoolgebouwen die gebouwd zijn voor 1993 is de kans aanwezig dat bij de bouw asbest gebruikt is. Dit betekent dat schoolgaande kinderen en hun leraren aan asbest blootgesteld kunnen worden en daardoor dus mogelijk een gezondheidsrisico lopen. Gelukkig blijkt echter dat de gezondheidsrisico's, zowel voor scholieren als voor het onderwijzend personeel, beperkt zijn. Voor ieder subscenario geldt dat de risico's in alle gevallen ruimschoots onder het MTR liggen. In een aantal gevallen is zelfs sprake van verwaarloosbare risico's. Het proportionele budget om veiligheidsmaatregelen te nemen is daarmee ook nihil.

#### Scholen dicht vanwege asbest

Regelmatig gaan er schoolgebouwen tijdelijk dicht bij de vondst van asbest. Er wordt dan voor de betreffende periode op zoek gegaan naar alternatieve huisvesting. Kosten voor verwijdering en tijdelijke huisvesting kunnen oplopen tot in de miljoenen. Een bekend voorbeeld is de asbestbesmetting in het Martinuscollege in 2011.

### **Scenario: Werken door onderhoudspersoneel in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn**

Onderhoudspersoneel komt regelmatig in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn. Afhankelijk van de werkzaamheden die zij uitvoeren, de daarmee samenhangende blootstelling en de duur en frequentie van deze blootstelling zou hier een gezondheidsrisico uit voort kunnen vloeien. Dit risico blijkt in de doorberekende scenario's echter niet zo groot te zijn. Voor elk van de drie (sub)scenario's geldt dat de gezondheidsrisico's kleiner dan het MTR zijn. In een aantal scenario's is het risico zelfs verwaarloosbaar klein. Dit betekent dat het proportioneel jaarlijks te investeren bedrag slechts enkele centen tot enkele euro's bedraagt en dat het aanschaffen van PBM's dus niet mogelijk, maar ook niet noodzakelijk, is.

### **Scenario: Verwijderen asbesthoudend dak door werknemers of particulieren**

Een actueel scenario doordat er vanaf 2025 een landelijk verbod is op asbesthoudende daken. Voor eind 2024 moeten al deze daken verwijderd worden, terwijl er op dit moment in Nederland nog zo'n 80 miljoen vierkante meter asbestdakoppervlak ligt. Bij het verwijderen van deze daken zouden mogelijk asbestvezels vrij kunnen komen. Dat zou een gezondheidsrisico met zich mee kunnen brengen en daarom moeten verplicht maatregelen getroffen worden. Het blijkt echter dat deze risico's niet zo groot zijn. In de scenario's is onderscheid gemaakt tussen incidentele blootstelling voor een particulier door het zelfstandig verwijderen van een asbesthoudend dak, en meer frequente en structurele blootstelling door professionele saneerders.

In het geval een saneerder werkt zonder toepassing van beheersmaatregelen en zonder goed functionerende adembescherming is het risico maximaal 69 sterfgevallen op 100.000 blootgestelden. Dit is weliswaar boven het verwaarloosbare niveau, maar onder het MTR. Het treffen van aanvullende beschermingsmaatregelen is vanuit het oogpunt van proportionaliteit dus onnodig.

#### **Sanering asbestdaken**

In oktober 2018 stemde de Tweede Kamer in met het wetsvoorstel van staatssecretaris Stientje van Veldhoven om asbestdaken te verbieden.<sup>21</sup> Dit betekent dat voor 2025 alle asbesthoudende daken gesaneerd moeten zijn. Zonder extra maatregelen zouden naar verwachting rond 2044 alle asbestdaken autonoom gesaneerd zijn als logisch gevolg van het verlopen van de economische levensduur. Uit een MKBA die in opdracht van het Ministerie van Milieu en Infrastructuur werd uitgevoerd bleek dat de extra kosten van deze versnelde saneringsoperatie 882 miljoen euro bedragen.<sup>22 23</sup> Daarnaast is het zo dat de saneringskosten van een asbesthoudend dak sowieso al vele malen hoger zijn door de hoge kosten van aanvullende beschermingsmaatregelen die genomen moeten worden.

<sup>21</sup> <https://www.infomil.nl/onderwerpen/asbest/verbod/>

<sup>22</sup> Ecorys (2015).

<sup>23</sup> Raad van State (2016). Advies W14.16.0313/IV.

We hebben in de risicoschatting laten zien dat dat de risico's op een asbestgerelateerde ziekte in dit scenario erg klein zijn en dat daarom investering in bijvoorbeeld PBM's niet proportioneel is.

#### 4.4 Aanbevelingen

Op basis van de onderzoeksresultaten formuleren wij een aantal aanbevelingen.

Onze hoofdaanbeveling is:

*Gebruik de uitkomsten van dit onderzoek als input voor een maatschappelijk debat over het verschil tussen werkelijke en gepercipieerde risico's en de daarbij passende maatregelen.*

Ten behoeve van dat gewenste debat moet duidelijk gecommuniceerd worden dat momenteel in een aantal scenario's wel risico wordt verwacht, maar dat deze er feitelijk niet is en maatregelen dus op die plekken niet proportioneel zijn. Duidelijk zijn over het verschil tussen feitelijke en verwachte risico's zorgt er hopelijk voor dat het beleid rondom asbest rationeler wordt.

Meer in detail hebben wij de volgende aanbevelingen:

*Aanbeveling: centraliseer de opslag van metingen t.b.v. een efficiënte meetstrategie*

In de praktijk worden op drie verschillende manieren risico's aan asbest in kaart gebracht; middels risicobeoordelingsonderzoek, middels eindcontrole en middels blootstellingsonderzoek, welke worden uitgevoerd door asbestlaboratoria. Behalve luchtmonsters worden in de praktijk als onderdeel van risicobeoordelingen en eindmetingen ook kleefmonsters genomen. De aanwezigheid van asbest op een kleefmonster zegt iets over potentiële blootstellingsrisico's. Daarnaast moeten momenteel eigenlijk altijd luchtmonsters worden genomen om de concentratie asbestvezels in de lucht te bepalen (actueel risico). Alleen bij een snelle screening en/of het inkaderen van een verontreinigd gebied kan tijdelijk worden volstaan met uitsluitend kleefmonsters. Een dergelijke screening wordt dan beschouwd als een voorfase van een complete risicobeoordeling en kan als hulpmiddel worden gebruikt voor het onderbouwen van een effectieve onderzoeksstrategie (NEN 2991), waarbij rekening moet worden gehouden met onder andere het besmette gebied en het verwachte risico van de betrokkenen.

Het is bekend dat in veel situaties waarbij blootstelling gemeten wordt tijdens het werken met asbesthoudende toepassingen gemeten wordt, maar dat deze blootstellingsdata vaak niet wordt gedeeld. Dit zorgt ervoor dat vaak dezelfde situaties worden bemeaten. Het zou veel effectiever zijn wanneer door het delen van meetgegevens bepaald kan worden voor welke situaties de risico's ook zonder nadere

metingen voldoende ingeschat kunnen worden en voor welke situaties niet. Door het centraal analyseren van meetgegevens kan daarom gekomen worden tot landelijke meetprogramma in plaats van allerlei (herhaalde) meetstudies op projectniveau.

*Aanbeveling: harmoniseer het wettelijke regime voor blootstelling aan stoffen*

Het Rijksbeleid kent normen voor de blootstelling aan stoffen door werknemers en de omgeving. In het algemeen wordt uitgegaan van het in het Rijksbeleid vastgelegde maximaal toelaatbare risico (MTR) dat bijvoorbeeld ook bij de advisering van de Gezondheidsraad over asbest gebruikt is (zie bijlage B2 voor details). Het MTR voor werkzaamheden met asbest correspondeert met 200.000 vezels (chrysotiel) per m<sup>3</sup>.

Sinds 1 januari 2017 geldt voor asbest de wettelijke norm van 2000 vezels/m<sup>3</sup> waaraan werknemers gedurende een 8-urige werkdag gemiddeld gedurende een arbeidsleven (5 dagen per week, 40 jaar lang) blootgesteld mogen worden. Bij concentraties boven de 2000 vezels/m<sup>3</sup> moeten redelijke maatregelen genomen worden om de blootstelling van werknemers weer beneden die 2000 vezels/m<sup>3</sup> te krijgen. De 2.000 vezels per m<sup>3</sup> corresponderen met het zogenaamde verwaarloosbaar risico (VR).

De wetgever heeft daarmee voor werkzaamheden met het risico op asbestblootstelling gekozen voor scherpere normen dan voor het risico bij werkzaamheden met sommige andere stoffen.<sup>24</sup>

In vergelijking met het wettelijke regime voor de omgang met (al dan niet carcinogene) stoffen valt op dat het asbestregime in het Arbeidsomstandighedenbesluit veel expliciete eisen stelt die voor andere (ook carcinogene) stoffen aan de branches zelf worden overgelaten.

De discussie die wij hier willen starten gaat over de hoe de natuurlijk gewenste ALARA-strategie<sup>25</sup> (as low as reasonably achievable) een praktische en proportionele vertaling kan krijgen ook voor het risico van blootstelling aan asbest.

*Aanbeveling: bepaal wat doeltreffende en efficiënte beschermingsmaatregelen zijn*

Een goed overzicht van wat doeltreffende beschermingsmaatregelen zijn voor verschillende standaardsituaties en wat hun kosten-batenverhouding is, ontbreekt, zoals ook wij in dit onderzoek bemerkten. Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld een studie van TNO naar de beschermingsfactor die maskers bieden en een studie van de GGD naar het effect van wassen van bedrijfskleding.

---

<sup>24</sup> Ook voor andere carcinogene stoffen wordt het VR als streefwaarde gehanteerd maar dit geldt niet voor alle stoffen.

<sup>25</sup> Het ALARA-principe ('As Low As Reasonably Achievable') houdt in dat bestraling en besmetting van mensen, dieren, planten en goederen zoveel als redelijkerwijs mogelijk is, wordt beperkt. Dit principe gaat bijvoorbeeld op voor kankerverwekkende stoffen.

Feitelijk ontbreekt een proportionele variant op een arbocatalogus specifiek voor beschermingsmaatregelen tegen het risico op asbestgerelateerde ziekten.

Bij het samenstellen van zo'n asbest-arbocatalogus moet bedacht worden dat voor de meeste scenario's geldt dat het proportionele bedrag dat per individu besteed kan worden zeer klein is. Het is daardoor in veel gevallen niet haalbaar om van dat zeer kleine beschikbare budget jaarlijks (voldoende) PBM's aan te schaffen ook al zijn sommige per stuk niet duur (zoals mondkapjes en tyveks).

Overwogen kan worden om het beschikbare budget (aan de hand van een te bepalen bestedingslimiet) collectief in te zetten voor maatregelen die structureel van aard zijn. Collectieve maatregelen kunnen gericht zijn op de werknemers. Slechts als voorbeeld, te denken valt aan het organiseren door organisaties in de installatiebranche van (jaarlijkse) toolboxmeetings rond het thema asbest. Veel organisaties in deze branche zijn immers al VCA-gecertificeerd, waarvoor de verplichting sowieso geldt om jaarlijks een aantal toolboxmeetings te organiseren. Door hierin te investeren zullen werknemers die beroepsmatig met asbest werken meer risicobewust te werk gaan. Hierdoor kan de eventuele blootstelling aan asbestvezels, en daarmee het risico, nog verder teruggebracht worden.

Collectieve maatregelen kunnen ook op particulieren gericht zijn zoals, slechts als voorbeeld, door een nationale voorlichtingscampagne gericht op het vertellen dat het sowieso aan te bevelen is bij sloopwerkzaamheden in huis een stofmasker te dragen. We noemen het bovenstaande nadrukkelijk slechts als mogelijkheid niet als aanbeveling. Immers het effect van voorlichtingscampagnes is momenteel vaak onbekend zodat het dus lastig te beoordelen is of een dergelijke campagne werkelijk een kosteneffectief instrument is.

#### 4.5 Samenvattende bevindingen

Voor de arbeidsgelateerde scenario's met een risico onder het VR voor arbeid (kleiner dan 4 sterfgevallen op de 100.000 blootgestelden) geldt dat al het beschermingsbeleid overbodig is. Het gaat om de scenario's: 1a, 4a, 4c1, 4e1, 4e2, 4f1, 4f2, 5a1, 5a2, 5a3<sup>26</sup>. Voor milieugerelateerde scenario's gaat het om de volgende scenario's die een aantal sterfgevallen onder het VR voor milieu (minder dan 0,1 sterfgeval op de 100.000 blootgestelden) hebben: 1b, 1c, 2a, 3a, 4b en 6a.

Voor de arbeidsgelateerde scenario's met een risico boven het MTR voor arbeid (groter dan 400 op de 100.000 blootgestelden), zie de tabel hieronder, geldt dat beschermingsbeleid noodzakelijk is.

---

<sup>26</sup> Voor deze scenario's geldt dat tenminste een, of meerdere, subscenario's onder het VR liggen. Het kan dus wel zo zijn dat bij het hoge blootstellingsniveau, en de asbestsoort amfibool wel risico's boven het VR zijn.



Scenario	Asbestsoort	Sterf gevallen per 100.000	Jaarlijks beschikbare budget
		GM P90	GM P90
		Hoogste meetwaarde	Hoogste meetwaarde
<b>2C. Bewerken asbesthoudende boardplafondplaat door installateur</b>	Chrysotiel	120	€ 38
	Gemengd	190	€ 55
	Amfibool	590	€ 170
<b>2D. Verwijden boardplafond door saneerder</b>	Chrysotiel	36.000	€ 10.000
	Gemengd	56.000	€ 17.000
	Amfibool	84.000	€ 24.000

**Tabel 40:** Overzicht van alle werkgerelateerde scenario's met een gemiddeld aantal sterfgevallen dat groter is dan MTR uitgesplitst naar asbestsoort en blootstellingswaarde.

Voor scenario 2C geldt dat alleen in de meeste negatieve situatie het risico boven het MTR uit komt. In dit geval is er een budget van €170 beschikbaar. Van dit budget kan een boormachine met afzuiging aangeschaft worden. Ook is het mogelijk een half gelaatsmasker of meerder P3 mondkapjes aan te schaffen, maar door de hoge gebruikskosten kunnen deze geen heel jaar gebruikt worden.

In het geval van scenario 2D is het evident dat aanvullende maatregelen getroffen moeten worden. Dit scenario betreft dan ook de beroepsmatige saneerder van niet-hechtgebonden asbest nog zonder beschermingsmaatregelen en resulteert in zeer hoge risico's voor elke van de asbestsoorten. Uitgaande van de reguliere investeringsnorm van €60.000 mag hier dan ook een fors bedrag tegenover staan. Voor het jaarlijks beschikbare budget kunnen maatregelen getroffen worden waarmee volledige adembescherming gerealiseerd kan worden. Het gaat dan om het gebruik van volgelaatsmasker met aanblaasunit die een beschermfactor duizend heeft. Beter nog is om gebruik te maken van 'wetting agents' of andere bronmaatregelen om de vezelemissie te verkleinen.

Voor de milieugerelateerde scenario's met een risico boven het MTR voor milieu (groter dan 10 op de 100.000 blootgestelden) geldt dat beschermingsbeleid noodzakelijk is.

Het gaat hier om scenario 2B, waarin een particulier zelfstandig een asbesthoudend plafond vervangt. In tegenstelling tot de werkgerelateerde en de andere milieurisico's gaat dit om een vrijwillig gelopen risico. Wanneer we de standaard rekenmethode hanteren komt hier een proportioneel budget van maximaal €260 uit. Het staat particulieren natuurlijk helemaal vrij om meer geld uit te geven aan beschermende



maatregelen, hoewel de overheid dat niet moet doen of moet verplichten op grond van haar eigen richtlijnen voor proportioneel veiligheidsbeleid.

Voor de scenario's met een risico tussen VR en MTR geldt dat nauwkeurig gekeken moet worden welke beschermingsmaatregelen proportioneel zijn.

## B1 Uitgewerkte blootstellingsscenario's

In deze bijlage staat een overzichtstabel van de blootstellingsscenario's en daarnaast is elk scenario specifiek omschreven.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>1A. Brandweer</b>	Beroepsmatig	5 uur	10x per jaar	GM: 37.350 P90: 53.500
<b>1B. Omwonenden bij brand, in directe omgeving</b>	Incidenteel	5 uur	2x per leven	GM: 37.350 P90: 53.500
<b>1C. Omwonenden bij brand, op enige afstand</b>	Incidenteel	5 uur	2x per leven	GM: 188 P90: 268
<b>2A. Gaatje boren in asbesthoudende plafondplaat door bewoner/ particulier</b>	Incidenteel	0.5 uur	1x per jaar gedurende periode van 20 jaar	77.000 (maximaal gemeten concentratie(n=2))
<b>2B. Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner</b>	Incidenteel	12 uur	1x per leven	GM: 49.000.000 P90: 105.000.000
<b>2C. Bewerken asbesthoudende plafondplaat door installateur zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	4 uur	5x per maand 40 jaar lang	533.000 (maximaal gemeten concentratie(n=2))
<b>2D. Verwijderen van asbesthoudende plafondplaten door saneerder zonder adembescherming zonder toepassing van beheersmaatregelen</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 49.000.000 P90: 105.000.000
<b>3A. Bewoners van woning met asbestverontreiniging</b>	Incidenteel (bewoners)	24 uur per dag	1 keer per leven 5 dagen	34 bewoners (aanneمة 20 woningen waar asbest in de lucht is aangetroffen)
<b>4A. Werken in gebouw waar spuitasbest is toegepast en een asbestverontreiniging aanwezig is (reguliere activiteit)</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400
<b>4B. Bezoek aan gebouw spuitasbest is toegepast en een asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Incidenteel	2 uur	2 x per jaar, levenslang	GM: 500 P90: 1400

<b>C. Onderhoudspersoneel werkzaam in gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 jaar lang	
<b>4C1. Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400
<b>4C2. Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 6900 P90: 76.000
<b>4C3. Onderhoudswerkzaamheden op de plek van de verontreiniging</b>	Incidenteel	1 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	Max: 610.000
<b>4D. Wonen in woning waar restanten spuitasbest aanwezig zijn</b>	Levenslang	24 uur per dag	Dagelijks, levenslang	GM: 200 P90: 300
<b>E. Schoolgaande kinderen die verblijven in een gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Verblijfsomgeving	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	
<b>4E1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 500 P90: 1400
<b>4E2: Activiteiten in klaslokaal waarbij de verontreiniging wordt verstoord</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 6900 P90: 76.000
<b>F. Leraren die werken in een gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	
<b>4F1. Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 500 P90: 1400

<b>4F2. Activiteiten in klaslokaal rondom verontreinigde bron</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 6900 P90: 76.000
<b>5A. Onderhoudspersoneel werkzaam in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week 40 jaar lang	
<b>5A1. Betreden van ruimten (bijv. voor controle)</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 jaar lang	GM: 205 P90: 401
<b>5A2. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte zonder direct contact met een asbesthoudende bron</b>	Regulier	8 uur per dag	15dagen per maand, 40 jaar lang	GM: 290 P90: 1.790
<b>5A3. Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron</b>	Incidenteel	4 uur per dag	5 dagen per jaar, 40 jaar lang	GM: 16.300 P90: 84.000
<b>6A. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door particulier</b>	Incidenteel	8 uur	2 dagen per leven	P90: 10.500
<b>6B. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 2.700 P90: 10.500

**Tabel 41:** Overzicht blootstellingsscenario's.

## Scenario 1: Blootstelling aan asbest bij brand het onderzoek

### Situatie

Regelmatig verschijnt er in het nieuws een bericht dat asbest is vrijgekomen tijdens een brand. Tijdens en na een dergelijk incident worden allerlei maatregelen getroffen om mensen te beschermen tegen blootstelling aan asbest. De mate waarin maatregelen worden getroffen varieert echter. In het zwaarste geval worden mensen geëvacueerd, worden gebieden afgesloten, en worden deze gebieden vervolgens helemaal schoongemaakt.

De blootstelling tijdens de brand wordt gedefinieerd als primaire blootstelling. De blootstelling die kan ontstaan door het inlopen of resuspending van gesedimenteerde asbestvezels dan wel asbestflinters die worden verpulverd doordat er over wordt gelopen of gereden wordt secundaire blootstelling genoemd.

### Blootstellingsgegevens

TNO heeft in 1995 experimenteel bepaald welke concentraties asbest vrijkomen wanneer asbestcement golfplaat en asbestcement vlakke plaat in brand worden gestoken. In twee geschakelde zeecontainers zijn asbesthoudende materialen op een brandertafel geplaatst en verbrand, terwijl pal achter het verbrandde materiaal en in de luchtstroom werd bemonsterd. In een praktijksituatie vindt primaire vezelemisatie plaats doordat de sommige van de aanwezige asbesthoudende toepassingen door snelle verhitting exploderen, waarbij flinters gedelamineerd asbestcement zich tot enkele honderden meters kunnen verplaatsen.

Tijdens de experimenten zijn drie verschillende proeven uitgevoerd, één met verweerde golfplaat, één met een gecoate dunne plaat, en één met een gecoate dikke plaat. Tijdens elk experiment zijn twee luchtmetingen verricht (één midden in de container en één in de afgezogen lucht). De monsterneming werd gestart op het moment dat de brander werd ontstoken en het proefstuk op de brander werd geplaatst, en werd tot ca een uur na de explosie van het materiaal voortgezet, omdat binnen deze periode de bij de explosie vrijgekomen "asbestwolk" door ventilatie was afgevoerd. Wanneer wordt uitgegaan van de nominale waarden van de Poisson-verdeling dan is het geometrisch gemiddelde 37.500 vezels/m<sup>3</sup>, en de maximale gemeten concentratie 55.000 vezels/m<sup>3</sup>.

Naast de experimenten tijdens de brand is minimaal een uur na het stoppen van de monsterneming gedurende een uur met een ventilator geforceerd lucht verplaatst over de vrijgekomen brokstukken en gesedimenteerde asbestflinters en -vezels. Op de filters die tijdens deze simulatie van secundaire emissie zijn verzameld zijn geen vezels aangetroffen.

Omdat bekend was dat er ook in de literatuur gegevens beschikbaar zijn over het vrijkomen van asbest tijdens brand is een beperkt literatuuronderzoek uitgevoerd. De beschikbare informatie bleek echter beperkt te zijn. Zo is bijvoorbeeld na de aanslag op het World Trade Center in New York op 11 september 2001 gekeken naar de samenstelling van gesedimenteerd stof dat op drie verschillende benedenwindse locaties rond het WTC is verzameld na de branden en het instorten van de torens. In dit stof is onder andere gekeken naar de hoeveelheid asbestvezels (chrysotiel), wat 0,8-1% van het volume van de monsters uitmaakte (Lioy et al., 2002). Hoewel niet bekend is hoe hoog de concentraties asbestvezels in de lucht tijdens of na de brand waren, is wel bekend dat er een grote hoeveelheid stof is vrijgekomen als gevolg van deze aanslag: afgezette deeltjesbeladingen van 1-3 cm dik op veel binnen locaties en soms een dikte van > 10 cm in openluchtsituaties, waarbij op de eerste en de tweede dag na de aanval op het WTC >70% van de massa geassocieerd was met bouwmaterialen (Lioy et al., 2002). Het is dus waarschijnlijk dat zowel hulpverleners als omwonenden tijdens en geruime tijd na deze aanslag (afhankelijk van of het geregend heeft in de tussentijd en wanneer het neergeslagen stof is opgeruimd) zijn blootgesteld aan asbestvezels afkomstig van het WTC, maar het is onbekend hoe hoog deze concentraties precies zijn geweest.

In 1998 zijn in Phoenix (Verenigde Staten) op 25 locaties tijdens de fase van nadere inspectie (waarbij de brandweerlieden zoeken naar verborgen brandhaarden), dus na de primaire brandbestrijding, onder andere stationaire monsters van de omgevingslucht verzameld voor het bepalen van de concentratie asbest. Van de 46 monsters was van 15 monsters de gemeten concentratie boven de gehanteerde detectielimiet (van 7 vezels/veld). De gemiddelde gemeten concentratie asbestvezels was 0,073 vezels/cm<sup>3</sup> (=73.000 vezels/m<sup>3</sup>), met een range van 0 tot 0,2 vezels/cm<sup>3</sup> (Bolstad-Johnson et al., 2000). Deze concentraties lagen over het algemeen ruim onder de toen gehanteerde grenswaarde van 0,1 vezels/cm<sup>3</sup> (=100.000 vezels/m<sup>3</sup>). Echter, omdat voor de analyse van deze filters gebruik is gemaakt van fluorescentie microscopie (NIOSH 7400), waarmee geen onderscheid kan worden gemaakt tussen type vezels en kleine amfibole asbestvezels niet worden gedetecteerd, en de mogelijke herkomst van het asbest uit de gebouwen onbekend is, is besloten om deze resultaten niet mee te nemen voor het blootstellingsscenario.

Op 22 september 1994 vond in Engeland een grote brand plaats in een non-actieve leerfabriek, wat resulteerde in neerslag van zowel groot papierachtig materiaal als fijne deeltjes. Er werd geconcludeerd dat de belangrijkste bron van asbest zoals neergeslagen in het omliggende stedelijke gebied afkomstig was van asbest bitumen papier van het fabriek dak, waarvan werd geschat dat het dak 240 kg chrysotiel bevatte. In monsters van gesedimenteerd stof en papierachtig materiaal in de omgeving van de brand is asbest aangetroffen. Tevens zijn luchtmonsters genomen tijdens het afbreken van de fabriek na de brand. Alle gemeten concentraties lagen onder de detectielimiet van de toegepaste fasecontrast microscopie (van 7 vezels/100 beeldvelden), waardoor werd geconcludeerd dat tijdens de sloop van het door brand

beschadigde gebied de asbestvezelconcentraties in de lucht de normale achtergrondniveaus niet overschreden.

Op basis hiervan werd aangenomen dat asbest dat mogelijk op de locatie is achtergebleven niet heeft geleid tot verhoogde asbestconcentraties in de lucht. Verder werd met behulp van lichtmicroscopie een zeer klein aantal chrysotielvezels gevonden op de buitenste laag van twee brandweeruniformen en werden geen asbestvezels aangetroffen op het uniform van een politieman of de regenjas van een brandweerman. Omdat het twee dagen na het incident regende, werd aangenomen dat blootstelling aan vezels die vrijkwamen tijdens de brand niet langer dan 48 uur zou hebben geduurd. Op basis van alle beschikbare gegevens kwam de auteur tot de conclusie dat het gezondheidskundige risico van de betrokken gemeenschap (uitgaande van het risico op het ontstaan van longkanker en mesothelioom) verwaarloosbaar is (Bridgman, 2001).

Situatiebeschrijving	Jaar en auteurs	Type scenario	Aantal beschikbare metingen *	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> ) **	Type vezels gemeten
In experimentele setting verbranden van één of meerdere proefstukken (40x40 cm) van verschillende soorten materiaal (primaire emissie): - 1 proefstuk van verweerde en met mos begroeide standaard asbestcement golfplaat met 15-20% chrysotiel - 2 proefstukken van asbestcement dunne (3 mm) Glasal platen, met aan één zijde een emaille coating, hechtgebonden met 10-15% chrysotiel - 2 proefstukken van asbestcement dikke (6 mm) Glasal platen, met aan één zijde een emaille coating, hechtgebonden met 10-15% chrysotiel	1995 (Tempelman & Boeft, 1995)	Worst case	6 luchtmetingen (STAT)	AM: 39.200 GM: 37.350 Min: 24.000 Max: 55.000	Chrysotiel



Lucht verplaatsen over vrijgekomen brokstukken en gesedimenteerde asbestflinters en -vezels na brandexperimenten	1995 (Tempelman & den Boeft, 1995)	Worst case	3 luchtmetingen (STAT)	<800	Chrysotiel
Inspectie door brandweer na brandbestrijding in 25 gebouwen (14 huizen, 6 appartementen, 5 commerciële gebouwen)	1998 (Bolstad-Johnson et al., 2000)	Reguliere werkzaamheden	46 luchtmetingen (STAT)	AM: 73.000 Min: 0 Max: 200.000	Onbekend (niet gedefinieerd)

**Tabel 42:** Overzicht blootstellingsgegevens bij asbestbrand.

\* STAT = stationair

\*\* Deze descriptieve gegevens zijn gebaseerd op de nominale waarde van de individuele metingen; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum.

### Blootstellingsscenario's

Binnen dit scenario focussen we ons op twee groepen blootgestelde mensen, namelijk de brandweermensen en de omwonenden. We gaan ervan uit dat tijdens de brand rond de brandhaard kortstondig een hoge blootstelling aan asbestvezels kan plaatsvinden wanneer het aanwezige asbesthoudende materiaal explodeert. Vervolgens zullen de asbestvezels die hierbij vrijkomen zich snel verspreiden in de lucht, waardoor verder van de bron de concentratie asbestvezels in de lucht snel zal afnemen.

Voor dit scenario gaan we allereerst uit van een worst-case scenario (scenario's A en B), waarbij de mensen die zich tijdens de brand in de directe omgeving van de bron (de brandhaard) bevinden een blootstelling hebben die gebaseerd is op het geometrisch gemiddelde (GM) en het 90-percentiel van de 6 luchtmetingen gemeten tijdens de experimenten. Hierbij gaan we er dus vanuit dat er nauwelijks verspreiding of verdunning van de vrijgekomen asbestvezels heeft plaatsgevonden. Daarnaast gaan we ervan uit dat de brand maximaal 5 uur duurt, dat een brandweerman een brand waarbij asbest vrijkomt 10x per jaar meemaakt, en een omwonende zich maximaal 2 keer in zijn of haar leven direct in de buurt van een dergelijke brand bevindt.

Daarnaast gaan we uit van een iets minder worst-case scenario (scenario C), waarbij de omwonenden zich tijdens de brand op iets grotere afstand van de brandhaard (de bron) bevinden. Ook hierbij wordt het GM en P90 van de nominale waarden van de Poisson-verdeling als uitgangspunt genomen, maar deze wordt vermenigvuldigd met multiplier voor dispersie (verspreiding) van 0,005 voor een bron in een buitensituatie die zich dichtbij gebouwen bevindt, en waarbij de persoon zich ver (>4 meter) van de bron bevindt (Fransman et al., 2010). Ook hierbij duurt de brand maximaal 5 uur, en

bevindt een omwonende zich maximaal 2 keer in zijn of haar leven direct in de buurt van een dergelijke brand.

Bij het uitwerken van de scenario's voor de omwonenden is dus geen blootstelling aan asbestvezels door middel van secundaire emissie (resuspentie) van gesedimenteerde asbestfilters- en asbestvezels meegenomen. Echter, gezien de resultaten van de luchtverplaatsingsexperimenten die zijn gedaan na elk van de brandexperimenten wordt aangenomen dat de bijdrage hiervan zeer gering zal zijn, aangezien tijdens het geforceerd lucht verplaatsen over de vrijgekomen brokstukken en gesedimenteerde asbestflinters en -vezels geen vezels zijn aangetroffen op de filters.

Dit geeft het volgende overzicht:

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Brandweerman</b>	Beroepsmatig	5 uur	10x per jaar	GM: 37.350 P90: 53.500
<b>B. Omwonenden bij brand, in directe omgeving</b>	Incidenteel	5 uur	2x per leven	GM: 37.350 P90: 53.500
<b>C. Omwonenden bij brand, op enige afstand</b>	Incidenteel	5 uur	2x per leven	GM: 188 P90: 268

**Tabel 43:** Blootstellingsscenario's bij brand.

## Bronnen

Bridgman S. Community health risk assessment after a fire with asbestos containing fallout. J Epidemiol Community Health 2001; 55: 921-927.

Bolstad-Johnson DM, Burgess JL, Crutchfield CD, Storment S, Gerkin R, Wilson JR. Characterization of Firefighter Exposures During Fire Overhaul Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 2000; 61: 636-641.

Fransman W, Cherrie J, van Tongeren M, Thomas Schneider T, Tischer M, Schinkel J, Marquart M, Warren N, Spankie S, Kromhout H, Tielemans E. Development of a mechanistic model for the Advanced REACH Tool (ART) Version 1.5. TNO report V9009, juni 2010 ([https://www.advancedreachtool.com/assets-1.5.12110.3/doc/ART%20Mechanistic%20model%20report\\_v1\\_5\\_20130118.pdf](https://www.advancedreachtool.com/assets-1.5.12110.3/doc/ART%20Mechanistic%20model%20report_v1_5_20130118.pdf)).

Lioy PJ, Weisel CP, Millette JR, Eisenreich S, Vallero D, Offenbergh J, Buckley B, Turpin B, Zhong M, Cohen MD, Prophete C, Yang I, Stiles R, Chee G, Johnson W, Porcja R, Alimokhtari S, Hale RC, Weschler C, Chen LC. Characterization of the Dust/Smoke Aerosol that Settled East of the World Trade Center (WTC) in Lower Manhattan after the Collapse of the WTC 11 September 2001. Environ Health Perspect 2002; 110 (7): 703-714.



Tempelman J, den Boeft J. Het vrijkomen van asbest bij brand. Onderzoek naar de emissie van asbestvezels door het uiteenvallen van asbestcementprodukten bij brand. TNO rapport TNO-MW-R 95/152, 14 september 1995.

## Scenario 2: Bewerken niet-hechtgebonden plafondplaten

### Situatie

In geval van een asbestsanering is het te saneren object vooraf geïnventariseerd, zijn aanwezige asbesthoudende bronnen in kaart gebracht, en zijn de saneerders goed op de hoogte van de risico's van werken met asbesthoudende producten, en worden tijdens de sanering de nodige maatregelen getroffen om de blootstelling aan asbestvezels te beperken. Bij de personen die bijvoorbeeld onderhouds- en/of en installatiewerkzaamheden uitvoeren, zoals een installateur die een gat in een plafond boort waar leidingen door worden getrokken of een bewoner die iets op wil hangen en een gat in een muur boort, is vaak niet bekend of het materiaal dat ze bewerken asbesthoudend is of niet.

Een regelmatig voorkomende bron van asbesthoudend materiaal in gebouwen is asbesthoudend (brandwerend) board. Dit board bestaat vaak uit 30-60% amfibool asbest (amosiet). Het bewerken van deze platen brengt potentieel hoge blootstelling met zich mee voor een installateur, onderhoudsmonteur of klusjesman, onder andere omdat wordt aangenomen dat deze groep over het algemeen geen (aanvullende) beheersmaatregelen zal treffen om blootstelling aan asbest tegen te gaan.

### Blootstellingsgegevens

Er is slechts beperk gegevens beschikbaar van situaties waarbij de concentratie asbest in de lucht is gemeten tijdens het bewerken van, en met name boren in, amosiethoudend board zonder dat hierbij beheersmaatregelen worden toegepast.

Als onderdeel van een risicobeoordeling is in 1999 op een aantal plaatsen in een gebouwencomplex tijdens "normale" activiteit een aantal alledaagse handelingen waarbij blootstelling aan asbest kan voorkomen gesimuleerd, waarbij de concentraties asbest in de lucht zijn gemeten. Eén van de onderzochte handelingen is het draaien van schroeven in brandwerende amosiet beplating (30-60% amosiet) die op de wand in een toiletruimte van het gebouw was bevestigd. Tijdens het simuleren van deze handeling zijn 1 PAS-meting verricht en 1 stationaire meting verzameld, waarbij vergelijkbare asbestconcentraties werden gemeten, met nominale waarden van de Poisson-verdeling van respectievelijk 3.600 en 4.600 vezels/m<sup>3</sup>.

Er zijn echter verschillende studies beschikbaar waarin als onderdeel van de werkmethode voor het verwijderen van kleinschalig (klein oppervlak) toegepast brandwerend board het board enkele keren wordt gebroken dan wel veelvuldig wordt gebroken en geen beheersmaatregelen worden toegepast. Uit de resultaten van deze studies blijkt dat bij het bewerken van brandwerend board het type materiaal, de mate van breuk en de manier van werken bepalend zijn voor de mate van blootstelling. In een studie uit 2013 waarin een paneel tweemaal is gebroken nadat deze in z'n geheel was verwijderd (relatief klein breukvlak) is de hoogst gemeten concentratie (op basis van nominale waarde) van de twee persoonlijke metingen 533.000 vezels/m<sup>3</sup>. In een andere studie uit 2013, waarbij op twee verschillende locaties amosiethoudend board

met een breekijzer is verwijderd en waarbij het board in veel stukken wordt gebroken (relatief groot breukvlak), is de hoogst gemeten concentratie (op basis van de nominale waarde) van de in totaal 6 persoonlijke metingen 72.696.000 vezels/m<sup>3</sup> (geometrisch gemiddelde 48.950.000 vezels/m<sup>3</sup>). Bij het met een breekijzer verwijderen van chrysotielhoudend board in een studie uit 2014 is de hoogst gemeten concentratie (op basis van de nominale waarde) van de in totaal 6 stationaire metingen 41.700 vezels/m<sup>3</sup>.

Hoewel het onderzochte materiaal wandbeplating met een chrysotielhoudende bitumen coating (hechtgebonden in plaats van niet-hechtgebonden) betreft, en er bij het bewerken van dergelijk materiaal sowieso minder emissie van asbestvezels wordt verwacht, is in een studie uit 2014 deze wandbeplating op verschillende manier bewerkt, waarbij onder andere is geboord en geknipt. Uit de resultaten van deze studie komt naar voren dat bij toenemende bewerking, waarbij de asbesthoudende coating in toenemende mate wordt beschadigd, de gemeten concentratie ook toeneemt, waarbij de hoogst gemeten concentratie (op basis van de nominale waarde) 1.300 vezels/m<sup>3</sup> betreft.

Situatie beschrijving	Jaar	Type scenario	Aantal beschikbare metingen *	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> )	Type vezels gemeten
Draaien van schroeven in brandwerende amosiet beplating (niet-hechtgebonden, 30-60% amosiet)	1999 [ref 26 database]	Incidenteel of werk-gerelateerd	2 luchtmetingen (1 PAS, 1 STAT)	PAS:** 3.600 (1.400-7.400)  STAT:** 4.600 (2.500-7.700)	Amfibool asbest
Nadat het paneel (boven deur, oppervlak 2,1 m <sup>2</sup> , niet-hechtgebonden, bestaande uit 2-5% chrysotiel en 15-30% amosiet) eerst in z'n geheel is verwijderd wordt het paneel tweemaal opzettelijk gebroken zonder toepassing van beheersmaatregelen (droog materiaal)	2013 [ref 182 database]	Werkgerelateerd (saneren)	4 luchtmetingen (2 PAS, 2 STAT)	PAS: *** AM: 304.500 Min: 76.000 Max: 533.000 ****  STAT: *** AM: 370.600 Min: 3.200 Max: 533.000	Amfibool asbest en chrysotiel ****

<p>Experimenten waarbij brandwerend board toegepast als plafondplaat (oppervlak 4 tot 7 m<sup>2</sup>, niet-hechtgebonden, 30-60% amosiet) wordt verwijderd door hier een gat in te maken met een koevoet / breekijzer, en deze vervolgens met behulp van een koevoet / breekijzer is stukken af te breken. Hierbij worden geen beheersmaatregel en toegepast (droog materiaal), en wordt niet voorzichtig gewerkt</p>	<p>2013 [ref 143 database )</p>	<p>Werkgerelateerd (saneren)</p>	<p>11 luchtmetingen (6 PAS, 5 STAT)</p>	<p>PAS: *** AM: 60.110.000 GM: 48.950.000 Min: 18.600.000 Max: 72.696.000  STAT: *** AM: 16.229.000 GM: 7.447.000 Min: 1.405.000 Max: 48.100.000</p>	<p>Amfibool asbest</p>
<p>Verwijderen brandwerend board toegepast als plafondplaat (oppervlak 30 m<sup>2</sup>, niet-hechtgebonden, 15-30% chrysotiel), waarbij het asbesthoudende plaatmateriaal met een breekijzer tussenuit een dragende constructie en een zachtboard plaat wordt verwijderd, waarbij de plaat wordt gebroken. Hierbij worden geen beheersmaatregel en toegepast (droog materiaal), en de werkzaamheden worden ruw uitgevoerd</p>	<p>2014 [ref 185 database )</p>	<p>Werkgerelateerd (saneren)</p>	<p>6 luchtmetingen (STAT)</p>	<p>STAT:*** AM: 17.443 GM: 1.200 Min: &lt;500 Max: 41.700</p>	<p>Chrysotiel *****</p>

<p>Verwijderen van wandbeplating met bitumen coating (oppervlak onbekend, hechtgebonden, 15-30% chrysotiel), waarbij eerst een gat wordt geboord met puntafzuiging, via dit gat in de wand wordt geknipt met een elektrisch knipschaar met puntafzuiging waarbij een deel van de plaat loskomt, en daarna via het gat in de wand wordt geknipt met een blikchaar met puntafzuiging;</p>	<p>2014 [ref 218 database ]</p>	<p>Werkgerelateerd (saneren)</p>	<p>3 luchtmetingen (2 PAS, 1 STAT)</p>	<p>PAS: *** AM: - Min: &lt;970 Max: &lt;990  STAT:** 330 (0-1.800)</p>	<p>Chrysotiel (geen vezels aangetroffen op filters PAS-metingen)</p>
<p>Verwijderen van wandbeplating met bitumen coating (oppervlak onbekend, hechtgebonden, 15-30% chrysotiel), waarbij er diverse gaten in de wand worden geboord met puntafzuiging</p>	<p>2014 [ref 218 database ]</p>	<p>Werkgerelateerd (saneren)</p>	<p>3 luchtmetingen (2 PAS, 1 STAT)</p>	<p>PAS: *** AM: 810 Min: 650 Max: 970  STAT:** 330 (10-1800)</p>	<p>Amfibool asbest *****</p>
<p>Verwijderen van wandbeplating met bitumen coating (oppervlak onbekend, hechtgebonden, 15-30% chrysotiel), waarbij er met een elektrisch knipschaar grote gaten geknipt worden in de wand, er diverse gaten worden gemaakt in de wand met een</p>	<p>2014 [ref 218 database ]</p>	<p>Werkgerelateerd (saneren)</p>	<p>3 luchtmetingen (2 PAS, 1 STAT)</p>	<p>PAS: *** AM: 815 Min: 330 Max: 1.300  STAT:** 1000 (200-2.800)</p>	<p>Chrysotiel</p>

boormachine, en de bitumen coating bewust wordt beschadigd met gereedschap					
--	--	--	--	--	--

**Tabel 44:** Blootstellingsgegevens scenario bewerken niet-hechtgebonden plafondplaat.

\* PAS = persoonlijk, STAT = stationair

\*\* nominale waarde (ondergrens – bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde)

\*\*\* Gebaseerd op de nominale waarde van de Poisson-verdeling; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum.

\*\*\*\* Op 1 van de 2 filters van de PAS-monsters is een klein aantal chrysotielvezels aangetroffen

\*\*\*\*\* Op 2 van de 6 stationaire filters zijn geen asbestvezels aangetroffen tijdens de analyse

\*\*\*\*\* De auteurs geven aan dat oorzaak van de aanwezigheid van amfibole asbestvezels terwijl het materiaal uit chrysotiel bestaat kan liggen aan een verkeerd geleverde analyse resultaat van de coating, verontreinigde gereedschappen, historische verontreiniging, etc.

### Blootstellingsscenario's

Behalve installateurs of onderhoudsmonteurs kan het ook voorkomen dat bewoners amosiethoudende beplating bewerken. Hierbij wordt aangenomen dat met name de frequentie maar ook de duur van blootstelling aanzienlijk lager is bij bewoners dan bij professionals.

Hieronder worden enkele scenario's beschreven.

- A. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in een huis zich een asbesthoudend plafond bevindt, wat niet bekend is bij de bewoner. Deze bewoner woont 20 jaar in dit huis, en boort jaarlijks met een klein boortje een paar gaten in het plafond om iets op te hangen. Hierbij past de bewoner geen beheersmaatregelen toe en draagt de bewoner geen adembescherming. Met betrekking tot de blootstelling wordt aangenomen dat tijdens boren in brandwerend board meer vezels vrijkomen dan tijdens het schroeven in brandwerend board. Op basis van informatie voor het bewerken van hout (Fransman et al., 2010) wordt aangenomen dat de blootstelling tijdens boren een factor 10 hoger ligt dan tijdens schroeven. Daarom wordt voor dit scenario uitgegaan van een concentratie van 77.000 vezels/m<sup>3</sup>, uitgaande van maximale gemeten concentratie tijdens schroeven (op basis van bovengrenzen van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poissonverdeling rond de nominale waarden).
- B. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat in een huis zich een asbesthoudend plafond bevindt, wat niet bekend is bij de bewoner. De bewoner besluit dit plafond te vervangen, en sloopt daarom het oude plafond eruit met een breekijzer, waarbij de plafondplaten regelmatig breken. Hierbij past de bewoner geen beheersmaatregelen toe en draagt de bewoner geen adembescherming. Er wordt



- voor dit scenario uitgegaan van een concentratie van 49.000.000 vezels/m<sup>3</sup>, uitgaande van het geometrisch gemiddelde van de persoonlijke metingen tijdens het verwijderen van amosiethoudende beplating met een breekijzer (op basis van de nominale waarde van de Poissonverdeling).
- C. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat een installateur regelmatig gaten boort in wand- en/of plafondbeplating om leidingen doorheen te voeren als onderdeel van renovatie- c.q. verbouwingswerkzaamheden. Dit behoort tot de dagelijkse werkzaamheden van de installateur, maar er wordt vanuit gegaan dat dit niet altijd asbesthoudend materiaal betreft. Er wordt ingeschat dat een installateur per werkdag maximaal vier uur aan het boren is, en 5x per maand in aanraking komt met asbesthoudend materiaal. De installateur draagt tijdens het boren geen adembescherming. Er wordt aangenomen dat de blootstelling tijdens het boren van relatief grote gaten (voor het doorvoeren van leidingen) vergelijkbaar is met de blootstelling tijdens het ontstaan van enkele breukvlakken (gemeten maximale nominale concentratie 533.000 vezels/m<sup>3</sup>), en daarmee bijna een factor 100 hoger ligt dan tijdens schroeven.
- D. In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat een installateur regelmatig gaten boort in wand- en/of plafondbeplating om leidingen doorheen te voeren als onderdeel van renovatie- c.q. verbouwingswerkzaamheden. Dit behoort tot de dagelijkse werkzaamheden van de installateur, maar er wordt vanuit gegaan dat dit niet altijd asbesthoudend materiaal betreft. Er wordt ingeschat dat een installateur per werkdag maximaal vier uur aan het boren is, en 5x per maand in aanraking komt met asbesthoudend materiaal. De installateur draagt tijdens het boren een P3stofmasker. Er wordt aangenomen dat de blootstelling tijdens het boren van relatief grote gaten (voor het doorvoeren van leidingen) vergelijkbaar is met de blootstelling tijdens het ontstaan van enkele breukvlakken (gemeten maximale nominale concentratie 533.000 vezels/m<sup>3</sup>), en daarmee bijna een factor 100 hoger ligt dan tijdens schroeven. Door het dragen van een stofmasker (P3) (assigned protection factor (APF) = 20) (Veenstra et al., 2001) wordt gerekend met een concentratie van 27.000 (533.000 / 20) vezels/m<sup>3</sup>.
- E. In dit worst-case scenario wordt vanuit dat een professionele saneerder elke dag bezig is met het verwijderen van niet-hechtgebonden amosiethoudende plafondplaten onder RK2A-regime (een saneerder zal in de praktijk ook vele andere asbesthoudende toepassingen verwijderen). Hierbij wordt ervan uit gegaan dat deze saneerder geen beheersmaatregelen toepast tijdens het verwijderen van de plafondplaten, en per werkdag 6 uur daadwerkelijk bezig met het verwijderen van plafondplaten. Tijdens het verwijderen van de plafondplaten draagt de saneerder een aangedreven volgelaatsmasker (onafhankelijke lucht) (assigned protection factor (APF) = 40) (Veenstra et al., 2001). Uit recent onderzoek (Schinkel et. al. 2017) blijkt echter dat goed passende maskers bij juist onderhoud en gebruik beschermingsfactoren van boven de 1000 kunnen bieden. Daarom wordt gerekend met een concentratie van 49.000 (49.000.000 / 1.000) vezels/m<sup>3</sup>.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Gaatje boren in asbesthoudende plafondplaat door bewoner</b>	Incidenteel	0.5 uur	1x per jaar gedurende periode van 20 jaar	77.000 (maximaal gemeten concentratie(n=2))
<b>B. Verwijderen van asbesthoudend plafond door bewoner</b>	Incidenteel	12 uur	1x per leven	GM: 49.000.000 P90: 105.000.000
<b>C. Bewerken asbesthoudende plafond plaat door installateur zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	4 uur	5x per maand 40 jaar lang	533.000 (maximaal gemeten concentratie(n=2))
<b>D. Bewerken asbesthoudende plafond plaat door installateur met adembescherming</b>	Werkgerelateerd	4 uur	5x per maand 40 jaar lang	27.000 (maximaal gemeten concentratie(n=2))
<b>E. Verwijderen van asbesthoudende plafondplaten door saneerder met adembescherming zonder toepassing van beheersmaatregelen</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 49.000 P90: 105.000

**Tabel 45:** Blootstellingsscenario's bewerken niet-hechtgebonden plafondplaat.

## Bronnen

Fransman W, Cherrie J, van Tongeren M, Thomas Schneider T, Tischer M, Schinkel J, Marquart M, Warren N, Spankie S, Kromhout H, Tieleman E. Development of a mechanistic model for the Advanced REACH Tool (ART) Version 1.5. TNO report V9009, juni 2010 ([https://www.advancedreachttool.com/assets-1.5.12110.3/doc/ART%20Mechanistic%20model%20report\\_v1\\_5\\_20130118.pdf](https://www.advancedreachttool.com/assets-1.5.12110.3/doc/ART%20Mechanistic%20model%20report_v1_5_20130118.pdf)).

Spaan S, Voogd E, Tromp P, den Boeft K, de Jong R, Diks M, Schinkel J. Beschrijving (verdere) ontwikkeling van de database met blootstellingsgegevens en onderbouwing van het SMA-rt risicoclassificatiesysteem. TNO rapport TNO 2015 R11737, 11 mei 2016. Subset uit database, datum 4 september 2018.

Veenstra SJ, Brouwer D, Hendrix JMH, Kerkhoff R, Leeuw JCR, Liemburg J, Lumens MEGL, Remijn AP. Selectie en gebruik van adembeschermingsmiddelen. Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne, Werkgroep Ademhalingsbescherming, maart 2001.



Schinkel J, den Boeft J, Tromp P, de Jonge M. Onderzoek beschermingsfactoren bij adembeschermingsmiddelen gebruikt in de asbestbranche. TNO rapport TNO2016 R11443, 30 januari 2017.

### Scenario 3: Blootstelling van bewoners na het bewerken van asbesthoudend materiaal

#### Situatie

In 2012 heeft tijdens saneringswerkzaamheden aan een flatgebouw in een woonwijk een incident plaatsgevonden waarbij asbest is vrijgekomen. Het oorspronkelijke saneringsplan betrof het verwijderen van trespa-beplating. Achter deze beplating bevond zich asbesthoudend voegmateriaal in de betonnen dakrand, die door een saneerder werd verwijderd. Tijdens de sanering bleek er dat er ook asbesthoudende rugvulling aanwezig was in de dilatatievoegen van de gevel en onder dakrand. De rugvulling betrof een niet-hechtgebonden asbesthoudende toepassing bestaande uit > 60% amosiet. De sanering van deze rugvulling is vervolgens op een zodanige manier uitgevoerd, dat verontreiniging van de omgeving plaats vond. Vervolgens is besloten om een groot gebied binnen de woonwijk af te zetten en een groot aantal woningen te ontruimen.

#### Blootstellingsgegevens

De saneringswerkzaamheden vonden buiten plaats, waardoor de vrijgekomen asbestvezels zich (in theorie) relatief makkelijk over de omgeving konden verspreiden. Er zijn in de woonwijk op verschillende plaatsen in en rond het betreffende flatgebouw kleef- en luchtmonsters genomen om te onderzoeken of woningen, balkons, bergingen en portieken besmet zijn geraakt door het asbestincident. In totaal zijn zo'n 160 woningen met bijhorende balkons, portieken en bergingen bemonsterd. Deze bemonstering is uitgevoerd door verschillende inventarisatiebureaus/ laboratoria. In totaal zijn in principe per woning 2 luchtmonsters en, afhankelijk van het type woning, 30 tot 36 kleefmonsters genomen.

In de woningen in het blok huizen waar de asbesthoudende rugvulling was aangetroffen zijn in de luchtmonsters nominale concentraties asbestvezels gevonden variërend van <60 (geen vezels aangetroffen op het filter) tot 710 vezels/m<sup>3</sup> (hoogste bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarden was 970 vezels/m<sup>3</sup>). Naast deze clustering van aangetroffen verontreinigingen is in één woning in een flat tegenover de flat waar de werkzaamheden plaatsvonden een verontreiniging aangetroffen (er zijn 2 vezels aangetroffen op het filter, resulterend in een nominale asbestvezelconcentratie van 63 vezels/m<sup>3</sup> (bovengrens 230 vezels/m<sup>3</sup>)).

In de woningen waar in de luchtmonsters asbestvezels zijn aangetroffen werden ook asbestvezels aangetroffen op de kleefmonsters, en in deze woningen werden ook op meer kleefmonsters asbestvezels aangetroffen dan in de andere woningen. Daarnaast verspreid over de verschillende onderzochte blokken huizen zijn asbestvezels aangetroffen op de kleefmonsters. Op een relatief groot deel van de balkons werden verontreinigingen aangetroffen met behulp van de kleefmonsters, terwijl binnenin de

woning geen sprake was van verontreiniging met asbest, wat er op duidt dat niet alle gesedimenteerde asbestvezels zich ook naar binnen hebben verplaatst. Op een gedeelte van de kleefmonsters is echter chrysotiel in plaats van amosiet asbest aangetroffen, wat zou kunnen betekenen dat de aanwezigheid van een andere asbesthoudende bron ook heeft geresulteerd in het ontstaan van verontreinigingen.

Situatiebeschrijving	Jaar	Type scenario	Aantal beschikbare metingen	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> )	Type vezels gemeten
Het betreden van een ruimte die gecontamineerd is geraakt doordat een asbestbron niet op de juiste manier is verwijderd.	2012	Incident	> 200 luchtmonsters en > 4.000 kleefmonsters	Luchtmonsters: Nominale waarden: Min: <60 Max: 710  Bovengrenzen: Min: <60 Max: 970  Op deel van de kleefmonsters zijn asbestvezels aangetroffen (waaronder chrysotiel)	amfibole asbestvezels (amosiet)

**Tabel 46:** Blootstellingsgegevens scenario 'wonen in een woning met asbestbesmetting'.

### Blootstellingsscenario's

Tijdens het incident ontstond met name onder de bewoners in de woonwijk grote onrust over hun gezondheid. Daarom wordt in dit scenario de (potentiele) blootstelling van de bewoners als uitgangspunt genomen voor de risicoanalyse. De meeste van de honderden luchtmonsters waren negatief, geen enkele vezel werd aangetroffen. In een aantal huizen in de woonwijk is een verhoogde asbestconcentratie in de lucht aangetroffen, met name in buurt van de aangetroffen asbesthoudende bron. De meeste bewoners van de woonwijk zijn dus niet blootgesteld aan verhoogde concentraties asbest. Vanuit een worst-case aanpak wordt in deze situatie aangenomen dat mensen in de huizen rondom de plek waar de bron is aangetroffen (zo'n 20 woningen) korte tijd blootgesteld zijn geweest aan de hoogst gemeten concentratie asbest (970 vezels/m<sup>3</sup> (hoogste bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarden)).

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Bewoners van woningen waarin een asbestverontreiniging is aangetroffen</b>	Incidenteel (bewoners)	24 uur per dag	1 keer per leven 5 dagen	GM: <70 P90: <70 Max: 970

**Tabel 47:** Blootstellingsscenario 'wonen in een huis met asbestbesmetting'.

## Scenario 4: Blootstelling tijdens de aanwezigheid van asbest besmettingen afkomstig van niet-hechtgebonden toepassingen

### Situatie

Sputasbest is een asbesthoudende toepassing waarin grote hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest met hoge gewichtspercentages (50 tot 90%) van veelal amfibool asbest (amosiet en crocidoliet) zijn verwerkt. Het is een isolatiemateriaal dat hoofdzakelijk bestaat uit asbest en waaraan zeer weinig bindmiddel, zoals cement, is toegevoegd. Het is regelmatig toegepast als brandwerende laag in gebouwen en installaties, bijvoorbeeld rondom dragende staalconstructies en in plafonds van gebouwen. Het toepassen van spuitasbest is sinds 1978 verboden, maar toch is op verschillende plaatsen nog spuitasbest aanwezig, waaronder in gebouwen waar mensen gedurende lange tijd verblijven. Vanwege het hoge asbestgehalte in het niet-hechtgebonden materiaal komen de vezels relatief gemakkelijk los uit het materiaal, bijvoorbeeld door bewerking van het materiaal of beroering van de lucht in de ruimte door activiteit, waardoor de bezoekers van gebouwen waarin spuitasbest potentieel kunnen worden blootgesteld aan (relatief hoge concentraties) asbest.

### Blootstellingsgegevens

In 2010 zijn in een kantoorpand tijdens een asbestinventarisatie restanten spuitasbest (niet hechtgebonden, 60-100% amosiet) aangetroffen, onder andere op de metalen constructies boven het systeemplafond. Tijdens de daarna uitgevoerde risicobeoordeling (conform NEN2991) is asbest aangetroffen in de verzamelde stofmonsters (o.a. van systeemplafond en in het trappenhuis) en in de luchtmonsters, waarna in verschillende situaties luchtmetingen uitgevoerd zijn waarbij veel voorkomende handelingen zijn gesimuleerd, om de potentiële blootstelling aan asbest van het kantoor- en onderhoudspersoneel in kaart te brengen:

- Kantooractiviteiten, zoals het openen en sluiten van deuren, kasten en laden, stofzuigen, vegen, rondlopen en het verschuiven van meubilair. Terwijl verschillende personen de handelingen aan het simuleren waren zijn 10 stationaire metingen verzameld (meetduur 3,5-4 uur). De nominale waarden varieerden tussen de 170 en 1.300 vezels/m<sup>3</sup>.
- Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten, zoals het hanteren van plafondplaten, het hanteren van TL-armaturen/buizen, hanteren van kabels, open en sluiten van kasten, hanteren van isolatiemateriaal, stofzuigen, rondlopen en verplaatsen van materiaal. Hierbij zijn persoonlijke metingen verricht bij de personen die de handelingen verrichtten, en zijn tegelijkertijd in dezelfde ruimte op verschillende locaties stationaire metingen verricht. Gedurende één meting zijn enkele restanten spuitasbest (ca. 1 cm<sup>2</sup>) naar beneden gevallen. De nominale waarden van de persoonlijke metingen varieerden tussen de 5.200 en 610.000 vezels/m<sup>3</sup>.

In een studie uit 1999 wordt retrospectief blootstelling van leerlingen, leraren, onderhouds- en schoonmaakpersoneel en omwonenden in kaart gebracht nadat in een

tweetal schoolgebouwen asbestverontreinigingen zijn aangetroffen. Het betreft schoolgebouwen waarin spuitasbest is aangebracht op de metalen draagbalken boven de systeemplafonds en op staande kolommen. In de gebouwen zijn regelmatig lekkages geweest boven het verlaagd plafond, en in sommige lokalen zijn kabels van de zonwering door de aftimmeringen van de met spuitasbest geïsoleerde kolommen aangebracht. Als onderdeel van deze studie zijn tijdens verschillende situaties persoonlijke en stationaire luchtmonsters verzameld, te weten:

- Inspectie of ontruimen van lokalen (weinig activiteit), waarbij is rondgelopen, deuren zijn geopend en gesloten, lesmateriaal is verzameld en verplaatst. Hierbij zijn in totaal zeven stationaire en twee persoonlijke metingen verricht.
- Simuleren van reguliere activiteiten in klaslokalen van een school (veel activiteit): Er zijn in totaal vier meetsessies uitgevoerd (met 1 stationaire meting per sessie, meetduur 4 uur) waarbij verschillende activiteiten werden verricht, zoals de vloer vegen, de zonwering ophalen, de deuren dichtslaan, actief lopen en plafondplaten beroeren.

De hoogst gemeten nominale concentratie tijdens inspectie en ontruimen van lokalen is 1.730 vezels/m<sup>3</sup>. De hoogst gemeten nominale concentraties tijdens de simulatie van reguliere activiteiten in een klaslokalen is 75.900 vezels/m<sup>3</sup>, waarbij vooral het gebruik van de zonwering en het beroeren van de plafondplaten een groot aandeel lijken te hebben in de emissie van asbestvezels.

Situatiebeschrijving	Jaar	Type scenario	Aantal beschikbare metingen *	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> )	Type vezels gemeten
Reguliere kantooractiviteiten in een ruimte waar een verontreiniging van spuitasbest aanwezig is (veel activiteit)	2010 [ref database 151]	Werkgerelateerd (gesimuleerd)	10 luchtmetingen (STAT)	STAT**: AM: 455 GM: 375 Min: 170 Max: 1.300	Amfibool asbest (amosiet)
Onderhoudswerkzaamheden in ruimten die zijn verontreinigd met asbestvezels afkomstig uit spuitasbest (veel activiteit)	2010 [ref database 151]	Werkgerelateerd (gesimuleerd)	16 luchtmetingen (6 PAS en 10 STAT)	Persoonlijk*: AM: 123.900 GM: 28.850 Min: 5.200 Max: 610.000  Stationair**: AM: 9.400 GM: 3.340 Min: <250 Max: 50.000	Amfibool asbest (amosiet)



Inspectie / ontruimen van lokalen waar een verontreiniging afkomstig van spuitasbest aanwezig is (weinig activiteit, geen gesimuleerde luchtcirculatie)	1999	Incidentele gebruikssituatie (gesimuleerd)	9 luchtmetingen (2 PAS en 7 STAT)	Persoonlijk* **: 1.730 (630-3.760) 860 (180-2.560)  Stationair**: AM: 240 GM: 193 Min: 170 Max: 350	Amfibool asbest (amosiet) ****
Simuleren van reguliere activiteiten in verontreinigde schoollokalen (veel activiteit)	1999	Gebruikssituatie (gesimuleerd)	4 luchtmetingen (STAT)	Stationair**: AM: 22.300 GM: 7.300 Min: 1.390 Max: 75.900	Amfibool asbest (amosiet) *****

**Tabel 48:** Blootstellingsgegevens scenario 'blootstelling aan asbestbesmetting door aanwezigheid van niet-hechtgebonden toepassingen'.

\* PAS = persoonlijke meting, STAT = stationair

\*\* Gebaseerd op de nominale waarde van de Poisson-verdeling; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum.

\*\*\* nominale waarde (ondergrens – bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde)

\*\*\*\* Op 4 van de 7 filters van de stationaire metingen zijn geen asbestvezels aangetroffen

\*\*\*\*\* De hoogste concentratie is gemeten tijdens de sessie waarbij de plafondplaten zijn beroerd

### Blootstellingsscenario's

Omdat er ongerustheid kan zijn over de aanwezigheid van asbestverontreinigingen in gebouwen, en het mogelijke effect hiervan op de gezondheid van mensen die deze gebouwen al dan niet regelmatig betreden zijn deze blootstellingsscenario's gemaakt. Wanneer restanten spuitasbest aanwezig zijn, waarin over het algemeen een grote hoeveelheid amfibool asbest is verwerkt en waarbij het asbest niet is gebonden in een matrix, wordt over het algemeen aangenomen dat de aanwezige asbestvezels relatief eenvoudig vrijkomen.

Binnen dit scenario wordt onderscheidt gemaakt tussen het werken in verontreinigde gebouwen, het (regelmatig) bezoeken van verontreinigde gebouwen en het wonen in verontreinigde gebouwen. Hierbij zijn met name verschillen in blootstellingsduur en blootstellingsfrequentie van belang. De resultaten van de metingen die hierboven zijn weergegeven zijn samengevoegd in drie verschillende groepen, die verschillende niveaus van activiteit weergegeven in combinatie met al dan niet direct contact met de bron van de verontreinigingen.

Mate van activiteit	N	AM	GM	Min	P75	P90	Max
Activiteit in de ruimte in de buurt van de verontreinigingsbron	19	47.930	6.856	<250	22.500	76.120	610.000
Activiteit in de verontreinigde ruimte	13	656	497	170	860	1.372	1.730
(Vrijwel) geen activiteit in de verontreinigde ruimte	7	203	197	120	203	264	330

**Tabel 49:** Blootstellingsgegevens scenario 'blootstelling aan asbestbesmetting door aanwezigheid van niet-hechtgebonden toepassingen' uitgesplitst naar mate van activiteit in de ruimte.

De volgende scenario's worden beschreven en staan tevens in onderstaande tabel vermeld:

- A. Kantoorpersoneel werkzaam in gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat mensen werkzaam zijn in een gebouw waar restanten spuitasbest aanwezig zijn, die door de activiteiten die plaatsvinden in de lucht kunnen komen. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit gegaan dat deze mensen iedere dag gedurende hun gehele werkende leven in dit kantoor aanwezig zijn. Verder wordt aangenomen dat deze mensen niet direct in de buurt komen van de bron. Tijdens de metingen die in dergelijke gebouwen zijn verzameld zeer regelmatig sprake van enige vorm van activiteit, en werden deze activiteiten vrij rigoureus uitgevoerd (slaan met deuren e.d.), terwijl er tijdens reguliere kantoorwerkzaamheden niet continue sprake zal zijn van activiteit en deze ook niet altijd in meer extreme vorm zullen worden uitgevoerd. Daarom wordt aangenomen dat de afgeleide concentratie redelijk worst-case zal zijn.
- B. Bezoekers van gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat mensen een enkele keer in hun leven kortdurend in een gebouw komen waar restanten spuitasbest aanwezig zijn. Hierbij wordt aangenomen dat zij wanneer zij in dit gebouw aanwezig zijn aan ongeveer dezelfde concentratie asbest zullen worden blootgesteld als kantoorpersoneel.
- C. Onderhoudspersoneel werkzaam in gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat mensen werkzaam zijn in een gebouw waar restanten spuitasbest aanwezig zijn, die onder andere door de werkzaamheden die zij zelf uitvoeren in de lucht kunnen komen. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit gegaan dat deze mensen iedere dag gedurende hun gehele werkende leven in dit gebouw werkzaam zijn. Dit onderhoudspersoneel voert verschillende soorten werkzaamheden uit, waarbij wordt aangenomen dat, afhankelijk van in hoeverre deze werkzaamheden direct in de buurt van de aanwezige asbestrestanten worden uitgevoerd, de mate van blootstelling zal verschillen. Er wordt aangenomen dat deze mensen over het algemeen niet direct in aanraking zullen komen met de asbestrestanten, maar incidenteel wel, waarbij in een enkel geval ook extra asbestrestanten vrij zullen komen.
- D. Bewoners van een gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat mensen wonen in een gebouw waar restanten spuitasbest aanwezig zijn. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit

gegaan dat deze mensen iedere dag van hun hele level in deze woning aanwezig zijn. Verder wordt aangenomen dat deze mensen niet direct in de buurt komen van de asbestvezelrestanten, en dat er gemiddeld genomen minder sprake is van activiteit in de woning dan in een kantoor het geval zal zijn.

- E. Schoolgaande kinderen die verblijven in een gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat kinderen in een gebouw verblijven waar restanten spuitasbest aanwezig zijn, die door de activiteiten die plaatsvinden in de lucht kunnen komen. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit gegaan dat deze kinderen hun gehele schoolgaande periode in een dergelijke school doorbrengen. Verder wordt aangenomen dat er in het klaslokaal altijd enige vorm van activiteit plaatsvindt, en dat deze kinderen over het algemeen niet direct in de buurt komen van de bron, maar dat incidenteel wel iets van activiteit in de buurt van de bron plaatsvindt.
- F. Leraren die werkzaam zijn in een gebouw waar restanten niet-hechtgebonden asbest aanwezig zijn: In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat mensen werkzaam zijn in een gebouw waar restanten spuitasbest aanwezig zijn, die door de activiteiten die plaatsvinden in de lucht kunnen komen. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit gegaan dat deze mensen iedere dag gedurende hun gehele werkende leven in deze school werkzaam zijn. Verder wordt aangenomen dat er in het klaslokaal altijd enige vorm van activiteit plaatsvindt, en dat deze mensen over het algemeen niet direct in de buurt komen van de bron, maar dat incidenteel wel iets van activiteit in de buurt van de bron plaatsvindt.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Werken in gebouw waar niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is (reguliere activiteit)</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400
<b>B. Bezoek aan gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Incidenteel	2 uur	2 x per jaar, levenslang	GM: 500 P90: 1400
<b>C. Onderhoudspersoneel werkzaam in gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 jaar lang	
<b>- Onderhoudswerkzaamheden in verschillende ruimten</b>	Regulier	8 uur per dag	25 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 500 P90: 1400

- <b>Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	GM: 6900 P90: 76.000
- <b>Onderhoudswerkzaamheden in de buurt van de verontreiniging waarbij restanten vrijkomen</b>	Incidenteel	1 uur per dag	5 dagen per maand 40 jaar lang	Max: 610.000
<b>D. Wonen in woning waar restanten spuitasbest aanwezig zijn</b>	Levenslang	24 uur per dag	Dagelijks, levenslang	GM: 200 P90: 300
<b>E. Schoolgaande kinderen die verblijven in een gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Verblijfsomgeving	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	
- <b>Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	6 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 500 P90: 1400
- <b>Activiteiten in klaslokaal waarbij de verontreiniging wordt verstoord</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 16 jaar	GM: 6900 P90: 76.000
<b>F. Leraren die werken in een gebouw waar een niet-hechtgebonden asbestverontreiniging aanwezig is</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	
- <b>Reguliere activiteiten in klaslokaal</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 500 P90: 1400
- <b>Activiteiten in klaslokaal waarbij de verontreiniging wordt verstoord</b>	Incidenteel	1 uur per dag	1 dag per maand, 40 weken per jaar gedurende 40 jaar	GM: 6900 P90: 76.000

**Tabel 50:** Blootstellingsscenario's 'blootstelling aan asbestbesmetting door aanwezigheid van niet-hechtgebonden toepassingen'.



### Bronnen

Spaan S, Voogd E, Tromp P, den Boeft K, de Jong R, Diks M, Schinkel J. Beschrijving (verdere) ontwikkeling van de database met blootstellingsgegevens en onderbouwing van het SMA-rt risicoclassificatiesysteem. TNO rapport TNO 2015 R11737, 11 mei 2016.

Tromp PC, Tempelman J, van Wijnen JH, Heederik DJJ. Evaluatie asbestblootstelling in de schoolgebouwen "Rosj Pina" en de "Ganons". TNO-rapport TNO-MEP - R99/081, maart 1999.

## Scenario 5: Blootstelling tijdens de aanwezigheid van asbest besmettingen afkomstig van hechtgebonden toepassingen

### Situatie

In Nederland zijn in een grote verscheidenheid aan gebouwen dan wel installaties, zoals bijvoorbeeld kantoorruimten, flatgebouwen, fabriekshallen, garages en stations van netwerkbedrijven, (onderhouds)ruimten aanwezig waarin verschillende asbesthoudende materialen (zoals plaatmateriaal, doorvoeren, pakkingen, zekeringen, vonkenschotten en/of schakelaars) aanwezig zijn (of waren). Deze ruimten kunnen verontreinigd zijn met asbestrestanten en/of -vezels, waarbij gesedimenteerde asbestvezels bijvoorbeeld terechtkomen in het stof dat zich op horizontale oppervlakten heeft afgezet. In deze ruimten worden regelmatig, zo niet dagelijks, werkzaamheden uitgevoerd, waardoor de betreders van deze ruimten (potentieel) kunnen worden blootgesteld aan asbest.

### Blootstellingsgegevens

Er zijn een aantal meetstudies uitgevoerd, waarbij in verschillende soorten ruimten metingen zijn verricht.

In een studie uit 1999 is in 12 CV-ruimtes op acht verschillende locaties het potentiële risico op blootstelling aan asbest onderzocht. Het is niet gerapporteerd of er asbesthoudende toepassingen in deze ruimtes aanwezig zijn, en zo ja welke. In iedere ruimte zijn twee luchtmonsters (meetduur ca. vier uur) en 2 kleefmonsters verzameld. Hierbij werd het tweede monster van de duplo's alleen geanalyseerd indien op het eerste monster asbest werd aangetroffen. Tijdens het nemen van de luchtmonsters is aan het begin van de meting activiteit gesimuleerd door circa 5 minuten de vloer te vegen.

In acht van de 12 ruimten zijn geen asbestvezels aangetroffen in de luchtmonsters. In de andere vier ruimten varieerden gemeten concentraties in de lucht (op basis van de nominale waarden) van 90 tot 290 vezels/m<sup>3</sup> (op vijf van de 8 geanalyseerde filters zijn asbestvezels aangetroffen). In de ruimte waar asbestvezels in de lucht werden gemeten, werden ook asbestvezels op de kleefmonsters aangetroffen (op vijf van de acht geanalyseerde kleefmonsters, waarvan er vier van de vijf werden geclassificeerd als een spoor asbest (+/-). Daarnaast is één ruimte waar geen asbestvezels in de luchtmonsters zijn aangetroffen op beide kleefmonsters een spoor asbest aangetroffen.

In een studie uit 2001 is onderzocht of in een hal (garage) waar reparaties aan voertuigen worden uitgevoerd, en waar bovenin de hal asbesthoudend isolatiemateriaal rond leidingen aanwezig is dat is afgeschermd met plastic (samenstelling onbekend), sprake is van blootstelling aan asbest. Er zijn tien stationaire en vier persoonlijke luchtmetingen uitgevoerd met een meetduur van ca. 8 uur. Hoewel op 13 filters geen asbest is aangetroffen, is op één van de filters van de persoonlijke metingen chrysotiel aangetroffen (3800 (2200-6.200) vezels/m<sup>3</sup>). Tijdens

deze meting zijn reparaties uitgevoerd aan remmen, waarbij de monteur waarschijnlijk asbesthoudende remschoenen niet als zodanig heeft herkend.

In een studie uit 2003 is in twee stookkelders, waar asbesthoudend plaatmateriaal (30-60% amosiet, niet-hechtgebonden, licht tot zwaar beschadigd) en asbestcementkanalen (10-15% chrysotiel, hechtgebonden, licht beschadigd) aanwezig is, onderzoek gedaan naar mogelijke blootstelling aan asbest tijdens het betreden van deze ruimtes. Tijdens deze studie zijn twee stationaire luchtmonsters (één per ruimte) en zes kleefmonsters (drie per ruimte) verzameld. Tijdens de monsterneming werd activiteit gesimuleerd door herhaaldelijk door de ruimten heen te lopen en deuren te openen en te sluiten. De gemeten nominale asbestvezelconcentraties in de lucht waren 1.400 en 1.800 vezels/m<sup>3</sup> (amosiet). Daarnaast is op vier van de zes kleefmonsters asbest aangetroffen (met name amosiet).

In een studie in 2004 is onderzocht of onderhoudspersoneel potentieel wordt blootgesteld aan asbest tijdens reguliere werkzaamheden in technische ruimten waarin op aantal plekken nog asbesthoudende materialen (zoals isolatiemateriaal in de deur en (reeds geïmpregneerd), >60% chrysotiel) plaatmateriaal in de afvoer en op de bodem (samenstelling onbekend)) aanwezig kunnen zijn. Er zijn op drie locaties persoonlijke metingen genomen tijdens het simuleren van reguliere werkzaamheden in de ruimten (zoals openen/sluiten schakelkast, kloppen met hamer, vegen, stofzuigen), en er zijn op veel verschillende locaties op verschillende momenten kleefmonsters genomen van verschillende oppervlakken. Daarnaast zijn twee stationaire luchtmetingen en een kleefmonster verzameld tijdens het simuleren van activiteiten aan de vizel- en hefpunten.

De gemeten nominale concentraties in de lucht varieerden van 400 tot 820 vezels/m<sup>3</sup>. Op vijf van de 24 kleefmonsters is een spoor chrysotiel aangetroffen, en op twee van de 24 kleefmonsters is asbest (+, chrysotiel) aangetroffen.

In 2005 is een studie uitgevoerd naar de blootstelling van asbest van slopers tijdens sloopwerkzaamheden in een steenfabriek waarbij een deel van de dakconstructie is ingestort. De aanwezige asbesthoudende toepassingen, waarvan restanten zijn aangetroffen in de onderzochte ruimten, betroffen asbestcement golfplaat (10-15% chrysotiel of 10-15% chrysotiel en 5-10% crocidoliet), asbestcement vlakke plaat (10-15 % chrysotiel, 0,1-2 % amosiet, 2-5 % crocidoliet) en asbestkoord (100% chrysotiel, onderdeel erfverharding). Tijdens het onderzoek zijn in een fabriekshal stationaire luchtmetingen (meetduur 15 minuten), stof- en kleefmonsters verzameld. Tijdens vier van de zes metingen is activiteit gesimuleerd door rond te lopen en te vegen met bezems, twee metingen zijn 30 minuten na het simuleren van activiteit uitgevoerd. In alle lucht- en stofmonsters zijn asbestvezels aangetroffen. De gemeten nominale concentraties in de lucht varieerden van 1.200 tot 834.000 vezels/m<sup>3</sup>.

In een studie uit 2014 is in vijf ruimten (op vijf verschillende locaties) onderzocht of het uitvoeren van handelingen in ruimten waar asbesthoudende bronnen aanwezig zijn leidt tot blootstelling. Tijdens de metingen in shifts van maximaal twee uur werden verschillende handelingen gesimuleerd (zoals vegen, stofzuigen, kruipen over de vloer en rondlopen), maar werd niet gewerkt aan/met de asbesthoudende bronnen. In de ruimten waren verschillende soorten asbesthoudende bronnen aanwezig.

In elke ruimte zijn voorafgaand aan het onderzoek kleefmonsters genomen als onderdeel van de asbestinventarisatie, waarbij op iedere locatie in ieder geval op een deel van de kleefmonsters ook asbestvezels zijn aangetroffen. Tijdens onderzoek zijn ook kleefmonsters verzameld, waarbij op twee van de vijf locaties asbestvezels werden aangetroffen. Dit verschil is wellicht veroorzaakt doordat tijdens een asbestinventarisatie over het algemeen direct onder de bron wordt bemonsterd, terwijl tijdens de studie is bemonsterd op plekken waar men tijdens het betreden van de ruimte loopt en/of werkzaamheden verricht.

Tijdens de studie zijn tien persoonlijke en tien stationaire metingen uitgevoerd (2x2 per locatie). De gemeten nominale concentraties in de lucht varieerden tussen de 90 en 4.400 vezels/m<sup>3</sup> voor de stationaire metingen, en tussen de 90 en 4.000 vezels/m<sup>3</sup> voor de persoonlijke metingen.

Situatie beschrijving	Jaar	Type scenario	Aantal beschikbare metingen *	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> )	Type vezels gemeten
Simuleren van beperkte activiteit in onderhoudsruimte waar wordt aangenomen dat asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn	1999 [ref 100 databas e]	Gebruikssituatie (gesimuleerd)	17 luchtmetingen (STAT)	Stationair**: AM: 155 GM: 150 Min: 90 Max: 290	Chrysotiel
Werkzaamheden in garage waar asbesthoudend isolatiemateriaal aanwezig is	2001 [ref 24 databas e]	Gebruikssituatie	14 luchtmetingen (4 PAS en 10 STAT)	Persoonlijk**: AM: 1.200 GM: 620 Min: <600 Max: 3.800  Stationair <290	Chrysotiel
Simuleren van reguliere activiteiten in onderhoudsruimte waar verschillende asbesthoudende	2003 [ref 43 databas e]	Gebruikssituatie (gesimuleerd)	2 luchtmetingen (STAT)	Stationair***: 1400 (620-2800) 1800 (840-3500)	Amosiet



toepassingen aanwezig zijn					
Simuleren van reguliere onderhoudsactiviteiten in technische ruimten	2004 [ref 149 databas e]	Gebruikssituatie (gesimuleerd)	5 luchtmeting en (3 PAS en 2 STAT)	Persoonlijk**: AM: 1.700 GM: 1.560 Min: <1000 Max: 2.700  Stationair***: 820 (100-2900) 820 (100-3000)	Chrysotiel
Simuleren van sloopwerkzaamheden in fabriekshal waar restanten van verschillende asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn	2005 [ref 148 in databas e]	Werkgerelateerd (gesimuleerd)	6 luchtmeting en (STAT)	Stationair**: AM: 291.500 GM: 21.232 Min: 1.200 Max: 834.000	Chrysotiel en amfibool asbest (amosiet)
Simuleren van reguliere activiteiten in onderhoudsruimte waar verschillende asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn	2014 [ref 144 databas e]	Gebruikssituatie (gesimuleerd)	20 luchtmeting en (10 PAS en 10 STAT)	Persoonlijk**: AM: 730 GM: 270 Min: 90 Max: 4000  Stationair**: AM: 670 GM: 265 Min: 90 Max: 4400	Chrysotiel en amfibool asbest

**Tabel 51:** Blootstellingsgegevens ‘asbestbesmetting hechtgebonden toepassingen.

\* PAS = persoonlijke meting, STAT = stationair

\*\* Gebaseerd op de nominale waarden van de Poisson-; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum

\*\*\* nominale waarde (ondergrens – bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde)

\*\*\*\* Gebaseerd op de bovengrenzen van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde van de individuele metingen; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum

### Blootstellingsscenario's

Er is soms sprake van ongerustheid over de aanwezigheid van asbestverontreinigingen afkomstig van verschillende asbesthoudende toepassingen in (onderhouds)ruimten en het mogelijke effect hiervan op de gezondheid van mensen die (regelmatig) deze ruimten betreden en hier al dan niet werkzaamheden uitvoeren.

Binnen dit scenario wordt onderscheidt gemaakt tussen het betreden van dergelijke ruimten (zonder hier actief werkzaamheden uit te voeren), het uitvoeren van werkzaamheden in dergelijke ruimten zonder dat hierbij direct contact is met asbesthoudende bronnen dan wel restanten, en het uitvoeren van het uitvoeren van werkzaamheden in dergelijke ruimten waarbij wel direct contact is met asbesthoudende bronnen dan wel restanten. De resultaten van de metingen die hierboven zijn weergegeven zijn samengevoegd in verschillende groepen, die verschillende niveaus van activiteit weergegeven in combinatie met al dan niet direct contact met de bron van de verontreinigingen. Gezien het relatief beperkte hoeveelheid persoonlijke metingen zijn de resultaten van de persoonlijke en de stationaire metingen hierbij samen genomen.

Mate van activiteit	N	AM	GM	Min	P75	P90	Max
Betreden van ruimte (weinig activiteit)	32	305	205	90	243	401	1.800
Werkzaamheden in ruimte, geen contact met bron	23	680	290	90	450	1.790	4.400
Werkzaamheden in ruimte, wel contact met bron	9	195.000	16.300	820	84.000	766.000	834.000

**Tabel 52:** Blootstellingsgegevens 'blootstelling aan asbestbesmetting afkomstig van hechtgebonden asbesttoepassing' uitgesplitst naar mate van activiteit rond de bron.

N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, P75 = 75-percentiel, P90 = 90-percentiel, Min = minimum, Max = maximum.

Het volgende scenario worden beschreven en staat tevens in onderstaande tabel vermeld:

- G. Onderhoudspersoneel werkzaam bij een bedrijf waarbij regelmatig ruimten worden betreden waar asbesthoudende toepassingen en asbestverontreinigingen afkomstig van deze toepassingen aanwezig kunnen zijn. Hierbij kunnen eventueel aanwezige asbestvezels door de werkzaamheden die zij in deze ruimten uitvoeren in de lucht komen. Als worst-case aanname wordt er hierbij vanuit gegaan dat deze mensen iedere dag gedurende hun gehele werkende leven dergelijke ruimten betreden, regelmatig werkzaamheden uitvoeren in dergelijke ruimten, en incidenteel werkzaamheden uitvoeren waarbij ze (onbewust en per ongeluk) direct in contact komen met een asbesthoudende bron. Er wordt verder aangenomen dat deze mensen tijdens het betreden en/of uitvoeren van werkzaamheden in deze ruimten geen beheersmaatregelen toepassen en geen adembescherming dragen.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Onderhoudspersoneel werkzaam in ruimten waar asbesthoudende toepassingen aanwezig zijn</b>	Werkgerelateerd	8 uur per dag	5 dagen per week 40 jaar lang	
- <b>Betreden van ruimten (bijv. voor controle)</b>	Regulier	8 uur per dag	5 dagen per week, 40 jaar lang	GM: 205 P90: 401
- <b>Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte zonder direct contact met een asbesthoudende bron</b>	Regulier	8 uur per dag	15dagen per maand, 40 jaar lang	GM: 290 P90: 1.790
- <b>Uitvoeren van werkzaamheden in ruimte waarbij direct contact is met een asbesthoudende bron</b>	Incidenteel	4 uur per dag	5 dagen per jaar, 40 jaar lang	GM: 16.300 P90: 84.000

**Tabel 53:** Blootstellingsscenario's 'asbest besmetting door hechtgebonden asbesthoudende bron'.

## Bronnen

Spaan S, Voogd E, Tromp P, den Boeft K, de Jong R, Diks M, Schinkel J. Beschrijving (verdere) ontwikkeling van de database met blootstellingsgegevens en onderbouwing van het SMA-rt risicoclassificatiesysteem. TNO rapport TNO 2015 R11737, 11 mei 2016.

## Scenario 6: Verwijderen van golfdaken

### Situatie

In 2024 wil de regering dat alle asbestcement daken in Nederland zijn verwijderd. De daken zijn dan 30 jaar of ouder en de staat waarin deze daken zich zullen bevinden zal steeds slechter worden, met een groter risico op emissie van asbestvezels uit deze daken als gevolg. Met het verwijderen van asbestcement daken zijn potentieel arbeidsgerelateerde risico's zoals valgevaar en blootstelling aan asbestvezels verbonden. Op dit moment is er nog geen eenduidig inzicht in de mate van blootstelling aan asbestvezels tijdens het verwijderen van asbestdaken.

### Blootstellingsgegevens

Bij TNO zijn op dit moment een drietal studies beschikbaar waarin de blootstelling tijdens het verwijderen van asbestcement golfplaten door professionals (saneerders) is gemeten.

In een studie van voor 2000 werden golfplaten die waren toegepast als wandbeplating verwijderd. Hierbij werden de sterk verweerde golfplaten over de spijkers/schroeven heen getrokken (deel van de schroefgaten was wel vooraf gefixeerd). Er werden tijdens het verwijderen verder geen beheersmaatregelen toegepast en de werkzaamheden vonden buiten plaats. Het asbesthoudende materiaal dat is verwijderd is beschreven als sterk verweerde en beschadigde geschroefde en gespijkerde hechtgebonden asbestcement golfplaten bestaande uit 10-20% chrysotiel. De vijf persoonlijke luchtmetingen betreffen allemaal taakgerichte metingen met een meetduur tussen 78 en 114 minuten. In bijna alle gevallen zijn asbestvezels op het filter aangetroffen. Hoewel in de golfplaten alleen chrysotiel is verwerkt, zijn zowel chrysotiel als amfibole asbestvezels aangetroffen op twee van de vijf filters. Wanneer wordt uitgegaan van de bovengrenzen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde van de individuele metingen is het geometrisch gemiddelde 15.460 vezels/m<sup>3</sup>, en de maximale waarde 34.000 vezels/m<sup>3</sup>.

In de tweede studie uit 2013 is de blootstelling aan asbest tijdens het verwijderen van asbestcement golfplaten van daken van twee landbouwloodsen onderzocht. Er werden geen beheersmaatregelen toegepast en de werkzaamheden vonden buiten plaats. De asbestcement golfplaten met 10-15% hechtgebonden chrysotiel waren redelijk verweerd en beschadigd. De metingen betreffen allemaal taakgerichte metingen met een meetduur tussen 45 en 53 minuten. De gemiddelde concentratie over de 4 persoonlijke metingen bedraagt 3.380 vezels/m<sup>3</sup>. De hoogst gemeten persoonlijke concentratie was 5.400 vezels/m<sup>3</sup> (op dit filter zijn ook amfibole vezels gevonden), terwijl op het filter van één van de stationaire metingen geen vezels zijn aangetroffen.

In de derde studie is het verwijderen van asbestcement golfplaten van een koeienstal onderzocht. In totaal zijn 17 metingen verzameld: 6 persoonlijke metingen en 11 stationaire metingen, waarbij tijdens 13 van de 17 metingen schuim werd toegepast als

beheersmaatregel. De werkzaamheden vonden buiten plaats. In zijn algemeenheid werden de golfplaten ingeschuimd, waarna de platen werden losgeschroefd. Vervolgens zijn de platen verwijderd en ingepakt. In sommige gevallen zijn de platen ook gebroken of kapotgeslagen. De asbestcement golfplaten met 10-15% hechtgebonden chrysotiel waren matig verweerd en redelijk beschadigd, en bevestigd met schroeven. De metingen betreffen allemaal taakgerichte metingen met een meetduur tussen 30 en 88 minuten. Op zes van de 17 filters zijn alleen amfibole asbestvezels aangetroffen, op drie van de 17 filters zijn zowel chrysotiel- als amfibole asbestvezels aangetroffen, op één van 17 filters zijn alleen chrysotiel asbestvezels aangetroffen en op zeven van de 17 filters zijn geen asbestvezels aangetroffen.

Op basis van de resultaten van de 12 persoonlijke metingen van deze drie studies is de geometrisch gemiddelde asbestvezelconcentratie tijdens het verwijderen van (sterk) verweerde en beschadigde hechtgebonden golfplaten zonder dat hierbij beheersmaatregelen worden toegepast 6.255 vezels/m<sup>3</sup> en maximaal 34.000 vezels/m<sup>3</sup>. De hoogste concentraties zijn gemeten tijdens het op een zeer ruwe manier verwijderen van sterk verweerde hechtgebonden golfplaten, wat als een worst-case situatie wordt gezien. Wanneer tijdens het verwijderen schuim wordt gebruikt als beheersmaatregel resulteert dit in lagere gemeten concentraties (GM 2.080 vezels/m<sup>3</sup>, maximum 3.000 vezels/m<sup>3</sup>).

Situatiebeschrijving	Jaar	Type scenario	Aantal beschikbare metingen *	Descriptieve gegevens (in vezels/m <sup>3</sup> )	Type vezels gemeten
Sterk verweerde asbestcement golfplaten toegepast als wandplaten verwijderen. De golfplaten zijn over de schroeven/ spijkers heen getrokken. Platen bevatten 10-20% chrysotiel. Betreffen verweerde en beschadigde golfplaten. De werkzaamheden vonden buiten plaats, gedeeltelijk afgesloten door tentconstructie. Metingen uitgevoerd tijdens vochtig weer met veel wind en droog weer met weinig wind	1993 [ref 27 database]	Worst case	5 luchtmeting en (PAS)	PAS**; AM: 3.980 GM: 1.845 Min: 300 Max:12.000	Chrysotiel en amfibool asbest (in geval van de amfibole asbestvezels is waarschijnlijk sprake van contaminatie gezien de samenstelling van het materiaal)
Verwijderen van asbestcement golfplaten: losschroeven van platen, afvoeren van de golfplaten over het dak en borstelen en	2013 [ref 143 database]	Normale werkzaamheden	6 luchtmeting en (4 PAS en 2 STAT)  De stationaire	Persoonlijk** : AM 415 GM: 243 Min: 70 Max: 1.100	Chrysotiel en amfibool asbest (in geval van de amfibole asbestvezels is

schoonzuigen van dakconstructie. Platen bevatten 10-15% hechtgebonden chrysotiel, en zijn redelijk verweerd en beschadigd. De werkzaamheden vonden buiten plaats. Windsnelheid 2,6 tot 4 m/s, 1015 hPa.			metingen waren op enige afstand van de bron (far field) gepositioneerd	Stationair***: 1300 (260-3700) <640	waarschijnlijk sprake van contaminatie gezien de samenstelling van het materiaal)
Verwijderen van asbestcement golfplaten: losschroeven van platen, afvoeren van de golfplaten over het dak en borstelen en schoonzuigen van dakconstructie. De golfplaten bevatten 10-15% hechtgebonden chrysotiel, waren matig verweerd en redelijk beschadigd, en waren bevestigd met behulp van schroeven. De werkzaamheden vonden buiten plaats	2014 [ref 268 database]	Normale werkzaamheden	4 luchtmetingen (3 PAS en 1 STAT)	Persoonlijk** AM: 3.800 GM: 3.667 Min: 3.000 Max: 5.300  Stationair***: <930	Chrysotiel en amfibool asbest (in geval van de amfibole asbestvezels is waarschijnlijk sprake van contaminatie gezien de samenstelling van het materiaal) *****
Verwijderen van asbestcement golfplaten die behandeld zijn met een schuim als beheersmaatregel: losschroeven van platen, afvoeren van de golfplaten over het dak en borstelen en schoonzuigen van dakconstructie. De golfplaten bevatten 10-15% hechtgebonden chrysotiel, waren matig verweerd en redelijk beschadigd, en waren bevestigd met behulp van schroeven. De werkzaamheden vonden buiten plaats	2014 [ref 268 database]	Normale werkzaamheden, incl. het gebruik van specifieke beheersmaatregel aan de bron	13 luchtmetingen (3 PAS en 10 STAT)	Persoonlijk***: AM: 1800 GM: 1786 Min: 1500 Max: 2000  Stationair**: AM: 230 GM: 200 Min: <310 Max: 2200	Chrysotiel en amfibool asbest (in geval van de amfibole asbestvezels is waarschijnlijk sprake van contaminatie gezien de samenstelling van het materiaal) *****

**Tabel 54:** Blootstellingsgegevens scenario ‘verwijderen asbesthoudende golfplaten van het dak’.

\* PAS = persoonlijk, STAT = stationair

\*\* Deze descriptieve gegevens zijn gebaseerd op de nominale waarde van de Poisson-verdeling; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum.

\*\*\* nominale waarde (ondergrens – bovengrens van het 95%

betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde)

\*\*\*\* Deze descriptieve gegevens zijn gebaseerd op de bovengrenzen van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de Poisson-verdeling rond de nominale waarde van de individuele metingen; AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, Min = minimum, Max = maximum.

\*\*\*\*\* Op 2 van de 3 filters van de persoonlijke metingen zijn geen chrysotiel vezels aangetroffen, maar wel amfibole asbestvezels.

\*\*\*\*\* Op 3 van de 10 filters van de stationaire metingen en 1 van de 3 filters van de stationaire metingen zijn geen chrysotiel vezels aangetroffen, maar wel amfibole asbestvezels

### Blootstellingsscenario's

Asbestcement golfplaten zijn in vele verschillende staten en verschillende situaties aanwezig. De blootstelling die ontstaat tijdens het verwijderen van deze golfplaten is onder andere afhankelijk van de staat van het dak maar ook van de manier van verwijderen. Omdat er een beperkte hoeveelheid data beschikbaar is zijn alle 12 persoonlijke metingen tezamen geanalyseerd. De beschrijvende statistiek voor deze groep persoonlijke metingen is hieronder weergegeven.

Mate van activiteit	N	AM	GM	Min	P75	P90	Max
Verwijderen van asbestcement golfplaten zonder beheersmaatregelen	12	4.600	2.700	570	3825	10.500	21.000

**Tabel 55:** Overzicht persoonlijke metingen voor scenario 'verwijderen asbesthoudende golfplaten van dak'.

N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, GM = geometrisch gemiddelde, P75 = 75-percentiel, P90 = 90-percentiel, Min = minimum, Max = maximum.

- Dit scenario gaat ervan uit dat een persoon (particulier) 1x in zijn leven het dak van zijn schuur verwijderd waar asbestcement golfplaten op liggen (incidentele blootstelling). Hier is hij/zij twee dagen mee bezig. Deze persoon past verder geen beheersmaatregelen toe wanneer hij/zij de golfplaten verwijdert en afvoert, en draagt geen persoonlijke beschermingsmiddelen. Verder wordt aangenomen dat deze persoon minder ervaren is dan een professionele saneerder wat betreft het verwijderen van golfdaken. Daarom wordt voor dit scenario uitgegaan van de P90 van de gemeten concentratie: 10.500 vezels/m<sup>3</sup>.
- Dit scenario gaat ervan uit dat een professionele saneerder elke dag bezig is met het verwijderen van asbestcement golfplaten daken onder RK2-regime. Als worst-case scenario wordt ervan uitgegaan dat deze saneerder geen beheersmaatregelen

toepast en geen adembescherming draagt tijdens het verwijderen van de golfplaten, en per werkdag 6 uur daadwerkelijk bezig is met deze werkzaamheden.

- C. Dit scenario gaat ervan uit dat een professionele saneerder elke dag bezig is met het verwijderen van asbestcement golfplaten daken onder RK2-regime. Als worst-case scenario wordt ervan uit gegaan dat deze saneerder geen beheersmaatregelen toepast tijdens het verwijderen van de golfplaten, en per werkdag 6 uur daadwerkelijk bezig met het verwijderen van golfplaten. Tijdens het verwijderen van de golfplaten draagt de saneerder een aangedreven volgelaatsmasker (afhankelijke lucht) (assigned protection factor (APF) = 40) (Veenstra et al., 2001). Uit recent onderzoek (Schinkel et. al. 2017) blijkt echter dat goed passende maskers bij juist onderhoud en gebruik beschermingsfactoren van boven de 1000 kunnen bieden.

Scenario	Type blootstelling	Tijdsduur per dag	Frequentie	Concentratie (in vezels/m <sup>3</sup> )
<b>A. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door particulier</b>	Incidenteel	8 uur	2 dagen per leven	P90: 10.500
<b>B. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder zonder adembescherming</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 2.700 P90: 10.500
<b>C. Verwijderen golfplaten zonder toepassing van beheersmaatregelen door saneerder met goed functionerende adembescherming</b>	Werkgerelateerd	6 uur	5 dagen in de week 40 jaar lang	GM: 27 P90: 105

**Tabel 56:** Blootstellingsscenario's 'verwijderen asbesthoudende golfplaten van dak'.

## Bronnen

TNO rapport TNO 2015 R11737. Beschrijving (verdere) ontwikkeling van de database met blootstellingsgegevens en onderbouwing van het SMA-rt risicoclassificatiesysteem. Subset uit database, datum 5 juli 2018.

Veenstra SJ, Brouwer D, Hendrix JMH, Kerkhoff R, Leeuw JCR, Liemburg J, Lumens MEGL, Remijn AP. Selectie en gebruik van adembeschermingsmiddelen. Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne, Werkgroep Ademhalingsbescherming, maart 2001.

Schinkel J, den Boeft J, Tromp P, de Jonge M. Onderzoek beschermingsfactoren bij adembeschermingsmiddelen gebruikt in de asbestbranche. TNO rapport TNO2016 R11443, 30 januari 2017.



## B2 Normering van het gezondheidsrisico

---

In deze bijlage worden de in het rapport gebruikte begrippen Verwaarloosbaar Risico (VR) en Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) toegelicht.

### *De oorsprong van MTR en VR*

In de nota Omgaan met risico's uit 1989 (HTK, 1988-1989, 21 135, nr. 5) is een eerste poging gedaan om tot een kwantitatief risicobeleid te komen. In de nota zijn de begrippen maximum toelaatbaar (MTR) en verwaarloosbaar risico (VR) geïntroduceerd.

Gesteld is dat het maximum toelaatbaar risico per onderscheiden risico-compartiment (grote ongevallen, blootstelling aan stoffen en blootstelling aan straling)  $10^{-5}$  per jaar zou mogen bedragen. Voor delen van zo'n risico-compartimenten (zoals specifieke activiteiten en specifieke stoffen) zou dan het *maximum toelaatbaar risico*  $10^{-6}$  per jaar mogen bedragen.

In principe, zo stelt de nota, wordt er bronbeleid gevoerd dus voorkomen dat mens en milieu worden blootgesteld aan stoffen. Effectgericht beleid is aanvullend erop gericht om de effecten van het risico te beperken. Het beleid is succesvol als het restrisico kleiner is dan het *verwaarloosbaar risico* dat is gesteld op 1% van het MTR.

De nota onderkent dat er een verschil is tussen bestaande en nieuwe risico's. Voor bestaande risico's moet een maatschappelijke afweging plaats over het terugdringen van het risico. Nieuwe risico's zouden meteen aan het MTR moeten voldoen.

### *MTR en VR voor blootstelling aan stoffen*

In de nota wordt consequent over een overlijdensrisico per jaar gesproken. Voor stoffen (zoals asbest) is dit niet zonder meer goed gedefinieerd omdat blootstelling pas hoeft te leiden tot een groter overlijdensrisico na vele jaren. Ook kan dit betekenen dat slachtoffers 'slechts' enkele levensjaren verliezen in plaats van dat zij gemiddeld op middelbare leeftijd omkomen en daarmee 40 levensjaren verliezen.

De Gezondheidsraad heeft daarom o.a. in haar 2010 rapport over asbest voor een definitie gekozen die goed bij blootstelling past: het risico wordt uitgedrukt in het optreden van het aantal extra ziektegevallen (incidentie) over het hele leven veroorzaakt door een jaar lang blootstelling aan de stof.

Het MTR voor milieu is dan gedefinieerd op 1 incidentie per 10.000 leden van de blootgestelde bevolking elk jaar weer. Intuïtief past dit bij een risico van  $10^{-6}$  per jaar uitgaande van 100 jaar leven en constante blootstelling aan de stof.

Het 'cumulatieve' MTR voor blootstelling als gevolg van arbeid is dan overeenkomstig gedefinieerd als 4 per 1.000 leden van de gedurende 40 werkjaren blootgestelde beroepsbevolking. Intuïtief past dit bij 40 jaar lang het MTR-risico voor milieu lopen.

### *Juridische status MTR en VR*

Aan deze grenswaarden zijn echter geen directe juridische consequentie verbonden. Die krijgen ze pas door eventuele opname in wetgeving. Voor de blootstelling als gevolg van arbeid is de Arbeidsomstandighedenwet het juridisch kader.

Het kapstokartikel is artikel 3 van de Arbowet dat bepaalt dat een werkgever beschermende maatregelen moet nemen, wanneer dit redelijkerwijs mogelijk is.

#### **Artikel 3**

1 De werkgever zorgt voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers inzake alle met de arbeid verbonden aspecten en voert daartoe een beleid dat is gericht op zo goed mogelijke arbeidsomstandigheden, waarbij hij, gelet op de stand van de wetenschap en professionele dienstverlening, het volgende in acht neemt:

- a. tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden gevergd organiseert de werkgever de arbeid zodanig dat daarvan geen nadelige invloed uitgaat op de veiligheid en de gezondheid van de werknemer;
- b. tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden gevergd worden de gevaren en risico's voor de veiligheid of de gezondheid van de werknemer zoveel mogelijk in eerste aanleg bij de bron daarvan voorkomen of beperkt; naar de mate waarin dergelijke gevaren en risico's niet bij de bron kunnen worden voorkomen of beperkt, worden daartoe andere doeltreffende maatregelen getroffen waarbij maatregelen gericht op collectieve bescherming voorrang hebben boven maatregelen gericht op individuele bescherming; slechts indien redelijkerwijs niet kan worden gevergd dat maatregelen worden getroffen die zijn gericht op individuele bescherming, worden doeltreffende en passende persoonlijke beschermingsmiddelen aan de werknemer ter beschikking gesteld;

Specifiek voor asbest is het door de Gezondheidsraad voorgestelde VR (in plaats van het MTR zoals gebruikelijk voor niet-carcinogene stoffen) opgenomen in art 4.46 lid 1 en lid 2 van het Arbobesluit: de grens is gesteld op 2000 vezels/m<sup>3</sup> voor een werkzaam levenslange blootstelling aan asbest (8 uur per dag). In het Arbobesluit is eveneens het ALARA-principe voor kankerverwekkende stoffen (inclusief asbest) vastgelegd.

In hoofdstuk drie van dit rapport blijkt dat het risico van sommige werkzaamheden met asbest tussen het VR en MTR vallen. Op basis van de specifieke wetgeving die voor asbest geldt moet in deze gevallen dus 'redelijke' beschermende maatregelen genomen worden, waarvoor dit rapport proportionele budgetten berekent.

## B3 Lijst beschermingsmiddelen

In deze bijlage staat de lijst met de meest relevante persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) voor de bescherming tegen asbestblootstelling.<sup>27</sup>

Beschermingsmaatregelen (zoals PBM's)	Kosten (soms naar boven afgerond)	Gebruiksfrequentie	Reinigingskosten (indien van toepassing)
<b>Tyvek</b>	€10	Eenmalig	
<b>Mondkapje P3 (wegwerpmasker)</b>	€5	Eenmalig	
<b>Handschoenen</b>	€0,50	Eenmalig	
<b>Veiligheidsbril</b>	€15	1 jaar (met behulp van reiniging)	€0,50 per gebruik
<b>Chemische resistente laarzen</b>	€50	1 jaar (met behulp van reiniging)	€5 per gebruik
<b>Halfgelaatsmasker P3</b>	€20	1 jaar (met behulp van reiniging)	€5 per gebruik
<b>Filter</b>	€0,50	Per dag	
<b>Volgelaatsmasker P3</b>	€500	2 jaar (met behulp van reiniging)	€5 per gebruik
<b>Filter</b>	€25	Per dag	
<b>Aanblaasunit volgelaatsmasker</b>	€500	2 jaar	
<b>Filter</b>	€150	Per kwartaal	
<b>Boormachine met afzuiging (complete set)</b>	€225	2 jaar	
<b>Stofzuigadapter voor de boormachine</b>	€15	1 jaar	€1 per gebruik
<b>Volledige containment</b>	€1500	Eenmalig	
<b>Mini-containment</b>	€700	50 keer	
<b>Wetting agents (zoals foam)</b>	€10 – 100 Afhankelijk van grootte oppervlak	Afhankelijk van inhoud spuitbus/jerrycan	

Tabel 57: Overzicht kostprijs PBM's.

<sup>27</sup> De inschatting van de prijs van een PBM is gemaakt op basis van deskresearch en gesprekken met professionele saneerders. Hierbij is uitgegaan van de stukprijs van de PBM's. Mogelijk zou een financieel voordeel gehaald kunnen worden door grote aantallen tegelijk in te kopen. Hierdoor zouden PBM's die, uitgaande van de stukprijs te duur zijn voor een aantal scenario's toch proportioneel kunnen zijn.

## B4 Literatuurlijst

---

Fransman W, van Tongeren M, Cherrie J.W., Tischer M, Schneider T, Schinkel J, Kromhout H, Warren N, Goede H and Tielemans E (2011). Advancer Reach Tool (ART); Development of the Mechanistic Model. *Ann. Occup. Hyg.* Vol. 55, No. 9. Pp. 957-979.

Gezondheidsraad (2010). *Asbest; Risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling*. Den Haag: Gezondheidsraad.

Goldbohm, A.R., Tielemans, L.J.P., Heederik, D., Rubingh, C.M., Dekkers, S., Willems, M.I., Kroese, E. D. (2006). Risk estimation for carcinogens based on epidemiological data: A structured approach, illustrated by an example on chromium. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, nr. 44 . pp 294–310.

Helsloot, I., R. Pieterman, J. Hanekamp (2010). *Risico's en redelijkheid*. Den Haag: Boom Juridische Uitgevers.

Helsloot, I. & J. Vlagsma (2016). *Inzichten in de omgang met de risico's van asbest*.

Raad voor Volksgezondheid en Zorg (RVZ) (2006). *Zinnige en duurzame zorg*. Den Haag: RVS.

RIVM (2003). *Nuchter omgaan met risico's*. Bilthoven: Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening.

RIVM (2017). *Gezondheidseffecten van asbest. Huidige en toekomstige omvang in Nederland*. Den Haag: Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport.

Schinkel, J., den Boeft, J., Tromp, P., De Jonge, M. (2017). *Onderzoek beschermingsfactoren bij adembeschermingsmiddelen gebruikt in de asbestbranche*. TNO rapport TNO2016 R11443.

Tempelman, J. en den Boeft, J (1995). *Onderzoek naar de emissie van asbestvezels door het uiteenvallen van asbestcementproducten bij brand*. TNO-MW-R 95/152.

## B5 Respondenten

---

In deze bijlage noemen we de personen die in het kader van dit onderzoek zijn geïnterviewd. Respondenten die anoniem wilden blijven zijn alleen met hun functie en een aanduiding van het type bedrijf waar ze werkten aangeduid.

Naam/ functie	Organisatie
Jan van Willigenburg (adviseur)	Kennis- en Expertisecentrum Asbest
Ben Rozema (Senior Advisor Health and Environment)	GGD Amsterdam
Marc Prins (adviseur)	Prins Milieu Consultancy
Gerwin Lensink (DGA)	RIR Group
Ingmar Scheiberlich (adviseur)	AT Osborne
Directeur	Asbestverwijderingsbedrijf
Directeur	Asbestverwijderingsbedrijf
Directeur	Asbestverwijderingsbedrijf
Directeur	Asbestverwijderingsbedrijf
Saneerder (DTA)	Asbestverwijderingsbedrijf
Directeur	Asbestinventarisatiebureau
Adviseur	Asbestinventarisatiebureau
Directeur	Asbestlaboratorium
Adviseur	Asbestlaboratorium

**Tabel 58:** Namenlijst geïnterviewde personen.

## B6 Klankbordgroep

---

In deze bijlage noemen we de personen die hebben deelgenomen aan de klankbordgroep ter reflectie van de conceptversie van dit rapport. Tevens is een beknopte versie van het verslag van de klankbordgroep bijeenkomst opgenomen.

### Verslag klankbordgroep bijeenkomst asbest Aedes

Op 7 december 2018 heeft in het Academiegebouw van de Universiteit Utrecht een klankbordgroep met asbestexperts (zie de tabel hieronder) gereflecteerd op de concept resultaten uit het onderzoeksrapport 'inzichten voor proportioneel asbestbeleid' van TNO, Universiteit Utrecht en Crisislab. Tevens hebben de klankbordleden input voor mogelijke wijzigingen en aanvullingen geleverd.

Naam/ functie	Organisatie
Jan van Willigenburg (adviseur)	Kennis- en Expertisecentrum Asbest
Henk Jans (GGD arts, zelfstandig adviseur)	Jans Consultancy Gezondheid en Milieu
Ingrid Links (milieugezondheidskundige)	GGD Gelderland-Zuid
Otto Hegeman (asbestdeskundige en adviseur)	Zelfstandige
Wim Vlieger (Projectleider Omgevingsdienst Haaglanden)	Gemeente Den Haag

**Tabel 59:** Namenlijst deelnemers klankbordgroep.

Over de gehanteerde onderzoeksmethodiek en de uitkomsten van de scenario's was snel consensus. Daarnaast zijn enkele waardevolle opmerkingen en suggesties gedaan waarvan een aantal in de eindrapportage is meegenomen. Wanneer dit niet gedaan is, is hier door de onderzoekers na overleg bewust voor gekozen. De belangrijkste punten zijn hieronder kernachtig in bulletpoints weergegeven.

- Geef voldoende onderbouwing over het feit dat het in het onderzoek om conservatieve meetwaarden/ inschattingen gaat. Zoals in het 'brandweerman scenario'. De brandweer is pas na enige tijd ter plaatse, een grote hoeveelheid asbestvezels is dan al in de lucht vrijgekomen dus in werkelijkheid zal het om een stuk minder asbestvezels gaan dan is beschreven.

- In verschillende scenario's wordt de wettelijke norm voor beroepsmatige blootstelling (>2000 vezels per m<sup>3</sup>) overschreden. Licht dit ook toe en denk na wat dit betekent voor de normen die we momenteel hanteren.
- Als je PBM's (zoals mondkapjes) in grote hoeveelheden inkoop, dan is de stukprijs lager. Benoem dit ook in het rapport.
- Zeg naast de kosten voor PBM's ook iets over bijvoorbeeld toezichtkosten.
- De getallen in de tabellen (voor de leesbaarheid) afronden op twee significante cijfers passend bij de nauwkeurigheid van de metingen.
- Benoem voor de volledigheid de verschillende normen/ bedragen die er voor DALY's worden gehanteerd en hoe jullie tot de 60.000 euro norm zijn gekomen.
- Maak bij de verschillende scenario's ook vergelijkingen met hoeveel kosten er in de praktijk zijn gemaakt (denk bijvoorbeeld aan de asbestbrand in Roermond).
- Zeg bij een aantal scenario's ook iets over de secundaire risico's. Is het risico om van een dak te vallen niet groter dan het ontwikkelen van asbestziekten door asbestdaken?
- Bij het scenario over golfplaten uit gaan van het verwijderen van 35 m<sup>2</sup> golfplaat? Dat is voor mensen herkenbaar als de norm voor particulieren.
- Het aantal slachtoffers in de installatiebranche stijgt. Zie ook de cijfers van het Instituut Asbest Slachtoffers (IAS).
- Indien mogelijk zou het handig zijn, zeker voor een bestuurder, om in het rapport risicovergelijkingen te maken met andere herkenbare risico's.
- Plaats de conclusies ook in de context van het Gezondheidsraad rapport (2010).
- Maak een heldere managementsamenvatting van het geheel.

De inhoud van dit verslag is gedeeld met de leden van de klankbordgroep en eenieder kon zich vinden in de weergave van de bijeenkomst.