

Bijlage bij brief 00143/2018/M&V/EvS

**Gezondheidsrisico's voor werknemers en omwonenden ten gevolge van  
blootstelling aan met asbest verontreinigd straalgrit**

Auteurs: J. van Engelen, V. van de Weijgert, R. Beetstra

Centrum Veiligheid van Stoffen en Producten

RIVM

Opdrachtnummer: Z/110037/03

Datum: 23 oktober 2018

## Samenvatting

In oktober 2017 werd bekend dat het straalmiddel Eurogrit smeltslak verontreinigd was met wit asbest (chrysotiel). Het verontreinigde straalgrit is ongeveer drie maanden in de handel geweest.

Asbest is een gevaarlijke stof die verschillende vormen van kanker kan veroorzaken zoals mesothelioom en longkanker. Na blootstelling duurt het tientallen jaren voordat iemand ziek kan worden. De Gezondheidsraad heeft op basis van een aantal studies in 2010 onderzocht hoe groot de kans is dat iemand kanker krijgt na inademing van asbestvezels en op basis hiervan risiconiveaus vastgesteld.

TNO heeft in 2018 onderzocht hoe het verontreinigde straalgrit is gebruikt, en hoeveel vezels daarbij ingeademd zouden kunnen zijn. Dit is gedaan voor werknemers in zes verschillende functies, en voor omwonenden. Hierbij is voor werknemers rekening gehouden met zowel de meest waarschijnlijke omstandigheden (gemiddelde blootstelling), als de minst gunstige omstandigheden (realistische worst case blootstelling). Voor omwonenden is gerekend met een scenario voor kortdurende en een scenario voor langer durende blootstelling. Deze omwonenden scenario's houden rekening met de minst gunstige omstandigheden.

In dit rapport zijn de extra risico's op kanker voor de werknemers en omwonenden berekend op basis van de gegevens van TNO en de risiconiveaus vastgesteld door de Gezondheidsraad.

Voor alle scenario's geldt dat het risico door blootstelling aan met asbest verontreinigd straalgrit ruim lager is dan de geaccepteerde risiconiveaus voor de werkplek (4 extra gevallen op de 100.000 blootgestelden) of voor milieublootstelling (1 extra geval op de 1.000.000 blootgestelden). Daarmee zijn de extra risico's die mensen lopen door blootstelling aan asbest uit verontreinigd straalgrit zijn voor zowel werknemers als omwonenden zeer klein.

## 1 Introductie

In het product Eurogrit straalmiddel<sup>1</sup> smeltslak van het bedrijf Eurogrit BV zijn vezels wit asbest (chrysotiel) aangetroffen. Dit product werd gebruikt om bijvoorbeeld verf, roest en vuil te verwijderen van stalen en kunststofoppervlakten tijdens onderhoud, renovatie en bouw. Circa 130 bedrijven hebben dit materiaal geleverd gekregen, waarvan een aantal het materiaal weer doorgeleverd heeft aan andere bedrijven.

Werknemers en omwonenden zijn mogelijk blootgesteld aan asbest tijdens het gebruik van het straalgrit. Door TNO is een inschatting gemaakt van de inhalatoire blootstelling aan asbest voor werkers en omwonenden (TNO, 2018). In het onderhavige rapport wordt op basis van de gegevens van TNO het extra risico op longkanker en mesothelioom bepaald.

### 1.1. Vraagstelling

De Inspectie SZW heeft aan het RIVM gevraagd om:

1. Op basis van zeven blootstellingsprofielen opgesteld door TNO, inclusief de door hen geleverde blootstellingsgegevens aan asbestvezels (chrysotiel) als taakgebonden blootstelling en als tijdgewogen gemiddelde over 8 uur, een inschatting te maken van de extra kans op asbestgerelateerde kanker vanwege de blootstelling aan het met-asbest verontreinigde- straalgrit, in de periode juli 2017 t/m september 2017 (3 maanden). Onder asbestgerelateerde kanker wordt in dit geval verstaan mesothelioom en asbestgerelateerde longkanker.
2. Een handelingsperspectief te beschrijven voor werknemers en omwonenden indien zij een niet-verwaarloosbare verhoogde kans blijken te hebben op asbestgerelateerde kanker. Voor de overige tumoren waarvoor een relatie met asbest is vastgesteld, eierstokkanker en keelkanker, zijn waarschijnlijk nog geen risicogetallen bekend. Ik verzoek u in het handelingsperspectief hier aandacht aan te besteden.

### 1.2 Afbakening onderzoek

Stralen is een werkmethode waarbij veel stof vrijkomt (hoge inhalatoire blootstelling), ook aan stof van het grit zelf. Inhalatie van het stof, ook als het niet als gevaarlijk is ingedeeld, kan bij hoge blootstellingen leiden tot longklachten. Bovendien kunnen de materialen die gestraald worden gevaarlijke stoffen bevatten (verf kan bijvoorbeeld chroom of lood bevatten), die vrij kunnen komen bij de werkzaamheden. De risico's door blootstelling aan stof en andere stoffen dan asbest, vallen buiten de scope van dit advies.

---

1

[https://www.eurogrit.nl/templates/eurogrit.nl/UserFiles/File/Update\\_statement\\_Eurogrit\\_19\\_oktober\\_2017\\_-\\_NL.pdf](https://www.eurogrit.nl/templates/eurogrit.nl/UserFiles/File/Update_statement_Eurogrit_19_oktober_2017_-_NL.pdf), geraadpleegd op 27-9-2018.

### *1.3 Opzet rapportage*

In deze rapportage wordt eerst een korte schets gegeven van de gevaarseigenschappen van asbest. Daarna worden de gehanteerde risiconiveaus voor carcinogenen en asbest in het bijzonder beschreven. Voor de risicobeoordeling worden de blootstellingsscenario's, zoals opgesteld door TNO, vergeleken met de risicogrenzen voor werknemers en voor blootstelling via het milieu (omwonenden).

## **2 Achtergrond informatie**

### *2.1 Gevaarseigenschappen van asbest*

Asbest is de verzamelnaam voor een groep van nature voorkomende minerale silicaten die bestaan uit fijne vezels. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen (hoofdgroepen) asbestvezels, namelijk serpentijnachtige (spiraalvormige) en amfiboolachtige (naaldvormige) vezels, die onder andere verschillen in grootte en flexibiliteit. Chrysotiel (wit asbest) is de meest voorkomende vorm van asbest en valt onder de groep serpentijn, een magnesium-bevattend silicaat. Een vezel van dit type asbest bestaat uit meerdere fibrillen (fijne vezels). De fibril geeft de vezel sterkte en flexibiliteit. De fibrillen hebben een diameter van minder dan 0,03  $\mu\text{m}$ . De twee meest voorkomende amfibolen zijn crocidoliet (blauw asbest) en amosiet (bruin asbest). Amfibolen hebben meestal een starre structuur, waardoor ze minder buigzaam, brozer en ruwer zijn dan serpentijnasbest (Gezondheidsraad, 2010). In het straalgrit is alleen chrysotiel aangetoond; de risicobeoordeling in deze rapportage is daarom gebaseerd op blootstelling aan chrysotiel.

De voornaamste gezondheidseffecten van asbestvezels worden veroorzaakt door het inademen van asbestvezels. De asbestvezels kunnen diep in de longen doordringen, tot in de alveoli (longblaasjes). De vezels die langer zijn dan 5  $\mu\text{m}$  kunnen niet worden afgevoerd door het lichaam en hopen zich op in de longen. Asbestvezels die korter zijn dan 5  $\mu\text{m}$  hebben een aanmerkelijk lagere potentie om kanker te veroorzaken dan langere vezels (Gezondheidsraad 2010). De grenswaarden gelden dan ook voor de vezels die langer zijn dan 5  $\mu\text{m}$ .

Het is aangetoond dat alle typen asbest mesothelioom (borstvlies- en buikvlieskanker), longkanker, eierstokkanker en kanker in het strottenhoofd (IARC, 2012) kunnen veroorzaken. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat ze ook kanker in de keelholte, maag en dikke darm kunnen veroorzaken. Het International Agency for Research on Cancer (IARC) geeft aan dat alle typen asbest carcinogeen zijn voor de mens. De potentie (het aantal kankergevallen bij vergelijkbare blootstelling) verschilt per type asbest. Tussen de blootstelling aan asbest en het ontstaan van kanker zitten doorgaans tientallen jaren (Gezondheidsraad, 2010)

Mesothelioom wordt in de meeste gevallen veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Bij 80-90% van de patiënten kan blootstelling aan asbest in het verleden worden vastgesteld, waarvan het grootste gedeelte beroepsmatige blootstelling was (RIVM, 2014). Omdat de asbestvezels zo lang en dun zijn kunnen ze door de longblaasjes heen bewegen en in het borst- en buikvlies terecht komen. Dit kan leiden tot een langdurige ontstekingsreactie, fibrose, en uiteindelijk tumorvorming. Mesothelioom heeft een lange latentietijd (de tijd tussen de blootstelling en het optreden van de gezondheidseffecten) van 10-60 jaar na de eerste blootstelling. De kans op het ontstaan van mesothelioom is afhankelijk van concentratie en duur van de blootstelling. Bovendien neemt de kans op het ontwikkelen van mesothelioom toe als de asbestvezel groter is (RIVM, 2017).

Naast mesothelioom kan asbest ook longkanker veroorzaken. Ook longkanker heeft een lange latentietijd van meer dan 10 jaar (RIVM, 2014). Longkanker kan echter ook door andere factoren veroorzaakt worden, zoals roken of blootstelling aan andere gevaarlijke stoffen. Dit maakt het moeilijker om blootstelling aan asbest als oorzaak aan te wijzen in een individueel geval.

Er is veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen het inademen van asbestvezels en het ontstaan van mesothelioom en longkanker. Er is veel minder informatie bekend over de relatie tussen blootstelling aan asbest en eierstokkanker en kanker van het strottenhoofd. De risico's daarop zijn vermoedelijk lager. Daarom zijn de risiconiveaus voor asbestblootstelling voor longkanker en mesothelioom afgeleid (Gezondheidsraad, 2010). Voor asbest is geen veilig blootstellingsniveau (drempelwaarde) af te leiden. Een drempelwaarde is een concentratie waaronder blootstelling geen risico op kanker geeft. Het ontbreken van een drempelwaarde voor asbest betekent dus dat in theorie iedere blootstelling een effect (kanker) kan veroorzaken. De kans neemt wel toe met de hoeveelheid ingeademde vezels (totale dosis). Deze totale dosis is zowel afhankelijk van de hoogte van de concentratie asbestvezels als de blootstellingsduur.

De combinatieblootstelling van asbest en roken leidt tot een grotere kans op longkanker dan de optelsom van de afzonderlijke risico's (RIVM, 2014). Er is geen relatie gevonden tussen roken en het optreden van mesothelioom.

## *2.2 Risiconiveaus voor carcinogene stoffen*

Voor veel carcinogene stoffen, zoals voor asbest, is er op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten geen veilig blootstellingsniveau aan te geven (drempelwaarde), waaronder geen kanker optreedt. Als blootstelling aan deze stoffen onvermijdelijk is, moet dus een bepaald risico geaccepteerd worden. Het risiconiveau dat we in Nederland accepteren is beleidsmatig vastgesteld.

Het nationale milieubeleid hanteert twee risiconiveaus voor blootstelling aan kankerverwekkende stoffen in het milieu (Gezondheidsraad, 2012):

- Het verwaarloosbaar risiconiveau (VR): die concentratie die naar verwachting leidt bij blootstelling gedurende een leven (100 jaar) tot een (extra) kans op kanker van 1 per miljoen ( $1 \times 10^{-6}$ ) blootgestelde personen.
- Het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR): die concentratie die naar verwachting leidt bij blootstelling gedurende een leven (100 jaar) tot een (extra) kans op kanker van 1 per 10.000 ( $1 \times 10^{-4}$ ).

Op de werkplek worden de volgende risiconiveaus gehanteerd (Gezondheidsraad, 2012):

- Een streefrisiconiveau: de concentratie die naar verwachting leidt, bij beroepsmatige blootstelling gedurende 40 jaar (8 uur per dag, 5 dagen in de week), tot een (extra) kans op kanker van 4 per 100.000 ( $4 \times 10^{-5}$ ) blootgestelde werknemers.
- Het verbodsrisoniveau: de concentratie die naar verwachting leidt, bij beroepsmatige blootstelling gedurende 40 jaar (8 uur per dag, 5 dagen in de week), tot een (extra) kans op kanker van 4 per 1000 ( $4 \times 10^{-3}$ ) blootgestelde werknemers.

Indien dit technisch uitvoerbaar is, wordt de grenswaarde voor de werkplek vastgesteld op het streefrisiconiveau.

### *2.3 Risiconiveaus voor asbest*

Door de Gezondheidsraad is een zogenaamde meta-analyse van epidemiologische studies op het gebied van asbestblootstelling uitgevoerd, voor zowel longkanker als mesotheliom. Deze studies betreffen groepen mensen die beroepsmatig gedurende langere tijd aan asbest zijn blootgesteld. Voor de meta-analyse is, op basis van een aantal criteria, een selectie van kwalitatief goede studies gemaakt. Voor longkanker was er geen verschil te zien tussen de carcinogene potentie van chrysotiel en amfibole asbestvezels. Hierdoor zijn de risiconiveaus voor longkanker voor beide vezelsoorten gelijk. Voor mesotheliom zijn er wel verschillen in toxiciteit: de carcinogene potentie van amfibole asbestvezels is een factor 50 hoger dan die voor chrysotiele asbestvezels. Daarom zijn de risiconiveaus voor mesotheliom voor chrysotiel en amfibole vezels verschillend. Er zijn risiconiveaus afgeleid voor mesotheliom, voor longkanker en voor mesotheliom en longkanker samen. Bij hetzelfde blootstellingsniveau aan chrysotielvezels is de kans op longkanker veel groter dan de kans op mesotheliom. Daarom wordt het risiconiveau van de combinatie mesotheliom en longkanker bij chrysotielvezels voornamelijk bepaald door de kans op longkanker (dus de getallen voor de combinatie liggen dicht bij die voor longkanker). De berekende concentraties voor milieu en de arbeidssituatie gelden voor vezels met een lengte van minimaal 5  $\mu\text{m}$ .

Asbestvezels die korter zijn dan 5 µm hebben een aanmerkelijk lagere potentie om kanker te veroorzaken dan langere vezels.

Een verdere toelichting op de selectie van studies en de gebruikte methodiek staat beschreven in het Gezondheidsraadrapport.

Op basis van de meta-analyse heeft de Gezondheidsraad concentraties berekend die corresponderen met de risiconiveaus voor omgeving- en werkgerelateerde blootstelling. Deze zijn weergegeven in tabel 1.

**Tabel 1:** Blootstellingsconcentraties aan chrysotiel asbest overeenkomend met de risiconiveaus voor blootstelling via het milieu en de werkplek

<i>Kankertype</i>	<b>Milieu</b>		<b>Werkplek</b>	
	<i>Risiconiveau</i>	<i>Vezels/m<sup>3</sup></i>	<i>Risiconiveau</i>	<i>Vezels/m<sup>3</sup></i>
<b>Longkanker</b>	1.10 <sup>-4</sup>	3.200	4.10 <sup>-3</sup>	220.000
	1.10 <sup>-6</sup>	32	4.10 <sup>-5</sup>	2.200
<b>Mesotheliom</b>	1.10 <sup>-4</sup>	20.000	4.10 <sup>-3</sup>	2.800.000
	1.10 <sup>-6</sup>	200	4.10 <sup>-5</sup>	28.000
<b>Longkanker + mesotheliom</b>	1.10 <sup>-4</sup>	2800	4.10 <sup>-3</sup>	200.000
	1.10 <sup>-6</sup>	28	4.10 <sup>-5</sup>	2.000

#### Grenswaarden voor de werkplek

Op basis van de door de Gezondheidsraad (2010) voorgestelde concentraties behorende bij de risiconiveaus voor de werkplek is de grenswaarde voor de werkplek vastgesteld. Tot 2014 was de grenswaarde van chrysotiel asbestvezels 10.000 vezels per kubieke meter als TGG 8 uur (tijd-gewogen gemiddelde over een periode van 8 uur). Op basis van het Gezondheidsraadrapport uit 2010 (Gezondheidsraad, 2010) is met ingang van 1 juli 2014 de grenswaarde voor chrysotiel asbestvezels verlaagd naar 2.000 vezels/m<sup>3</sup> als TGG 8 uur<sup>2</sup>. Dit is de blootstelling behorend bij het streefrisiconiveau (kans op kanker van 4x10<sup>-5</sup>).

#### VR en MTR voor blootstelling via het milieu

In de milieuwetgeving zijn geen VR en MTR voor asbest vastgesteld. Daarom wordt in dit advies uitgegaan van de door de Gezondheidsraad (2010) voorgestelde VR voor chrysotiel, namelijk 28 vezels/m<sup>3</sup>. Dit getal is overgenomen in de GGD-Richtlijn (RIVM, 2014).

<sup>2</sup> <https://www.ser.nl/nl/grenswaarden/asbest.aspx>

### 3 Risicobeoordeling

Hoe groot het risico is in het geval van blootstelling aan met asbest verontreinigd straalgrit, wordt bekeken in een risicobeoordeling. Hierbij wordt een vertaling gemaakt van de concentratie asbest in de lucht en de duur van de blootstelling naar de kans (risico) op het ontwikkelen van asbestgerelateerde kanker. In dit onderzoek berekenen we het extra risico op longkanker en mesotheliom ten gevolge van het inademen van chrysotielvezels tijdens het gebruik van asbestbevattend straalgrit. Dit risico komt bovenop de kans om kanker te krijgen door andere oorzaken, zoals roken, fijn stof of asbest op een andere werkplek of via het milieu.

Om een goede risicobeoordeling te maken, moet er eerst een goede blootstellingsschatting gemaakt worden. Dit is uitgevoerd door TNO (TNO, 2018). Hieronder bespreken we kort de resultaten. Op basis van deze blootstellingsschatting kan vervolgens het risico worden ingeschat. Het risico wordt ingeschat, gebruikmakend van de risicogetallen zoals afgeleid door de Gezondheidsraad.

#### *3.1 Blootstelling*

##### *3.1.1 Achtergrondblootstelling*

Blootstelling aan asbest kan zowel op de werkvloer als in de leefomgeving plaatsvinden, doordat mensen werken of wonen in een omgeving waar asbest aanwezig is. Iedereen in Nederland wordt aan asbest blootgesteld via het milieu. De achtergrondblootstelling in de jaren '80 is kort beschreven in het rapport van de Gezondheidsraad (2010). De achtergrondconcentraties in de buitenlucht in stedelijke gebieden lagen tussen 1.000 en 16.000 vezels/m<sup>3</sup>, bij drukke wegen en tunnels tot 80.000 vezels/m<sup>3</sup> en in landelijke gebieden 100 tot 1.000 vezels/m<sup>3</sup>. Bij de hogere concentraties gaat het strikt genomen niet om achtergrondconcentraties, aangezien de metingen zijn verricht in de buurt van bronnen, bijvoorbeeld verkeersknooppunten (in een tijd dat vrijwel alle voertuigen asbesthoudende remvoeringen hadden).

Bij een recent onderzoek van TNO uit 2016, is de asbestvezelconcentratie in de buitenlucht bepaald op 7 plaatsen verspreid over Nederland (TNO, 2016). De rekenkundig gemiddelde asbestvezelconcentratie over deze 7 plaatsen is 35 vezels/m<sup>3</sup> met een spreiding van <30-81 vezels/m<sup>3</sup>. Een klein deel van deze vezels is langer dan 5 µm. Voor vezels langer dan 5 µm is het gemiddelde 6 vezels/m<sup>3</sup>. Dit zijn de vezels waarvoor de grenswaarde geldt.

In het verleden zijn in beroepssituaties concentraties van enkele miljoenen tot 200 miljoen vezels/m<sup>3</sup> gemeten (RIVM, 1987). Dit betreft metingen uitgevoerd vóór



1981, toen het gebruik van asbest op zijn hoogtepunt was (voor het verbod op gebruik van asbest in 1993).

### *3.1.2 Blootstelling aan asbest ten gevolge van verontreiniging van straalgrit met asbest*

In opdracht van de Inspectie SZW heeft TNO een beoordeling van de blootstelling aan asbest gemaakt voor werknemers en omwonenden tijdens en na het toepassen van verontreinigd straalgrit. De blootstelling is achteraf gereconstrueerd door middel van een indirecte meetmethode bestaande uit: een inventarisatie van de omstandigheden waarin straalgrit werd toegepast voordat bekend werd dat dit verontreinigd was, een bepaling van de concentraties respirabel stof en asbest in verontreinigd straalgrit, metingen van de blootstelling aan respirabel stof tijdens praktijkhandelingen met niet-verontreinigd straalgrit (realistisch worst-case) en het schatten van de asbestvezelconcentratie op basis van de gemeten respirabel stofconcentratie. Realistisch worst-case betekent er is gerekend met relatief ongunstige omstandigheden, om aan de voorzichtige kant te blijven. Maar het is niet zo extreem dat deze mate van blootstelling in de praktijk nooit kan voorkomen.

Blootstellingsprofielen werknemers:

De Inspectie SZW heeft TNO gevraagd om een zestal blootstellingsprofielen op te stellen voor de werknemersgroepen die betrokken zijn bij straalwerkzaamheden (TNO, 2018). Dit zijn:

- De ketelboy. Dit is de persoon die de straalapparatuur vult. De ketelboy/dieselwacht vult de grote straalketel met zakken straalgrit, staat in contact met de straler en houdt toezicht op het functioneren van de apparatuur. Deze persoon draagt geen adembescherming
- De straler. Deze straalt de oppervlakken. Hij draagt een straalkap met onafhankelijke lucht. Soms werken er meerdere stralers tegelijk.
- De mangatwacht. Bij straalwerkzaamheden in een besloten ruimte (bijvoorbeeld in een opslagtank of in een schip) houdt deze toezicht. Er is bij het opstellen van dit blootstellingsprofiel vanuit gegaan dat de mangatwacht zich buiten bevindt, binnen 1 meter van de entree tijdens de straalwerkzaamheden.
- De schoonmaker. De persoon die het gebruikte straalgrit opruimt. De opruimwerkzaamheden worden in eerste instantie met een zuigwagen uitgevoerd. Daarna worden de restanten bij elkaar geveegd en opgeschept. De schoonmaker draagt een P3-masker wanneer deze in een besloten ruimte aan het werk is. Blootstellingsschattingen zijn gemaakt voor zowel het opruimen van droog als nat straalgrit.
- De inspecteur. Deze inspecteert de gestraalde oppervlakken na afloop van de straalwerkzaamheden. De inspecteur draagt geen adembescherming.

- De persoon die steigers afbreekt. Er wordt bij het opstellen van het blootstellingsprofiel vanuit gegaan dat de steigers al schoon gemaakt zijn voordat deze afgebroken worden.

#### Blootstellingsprofiel omwonenden

Een zevende blootstellingsprofiel is opgesteld voor omwonenden. Dit blootstellingsprofiel bestaat uit 2 scenario's:

- Scenario A: lang durende werkzaamheden.  
Bij het opstellen van dit blootstellingsprofiel is uitgegaan van een situatie waarbij een metalen constructie wordt gestraald in een straaltent. De constructie bevindt zich in een open omgeving, met op enige afstand bebouwing. Er wordt aangenomen dat de omwonenden zich gedurende de betreffende twee maanden in de buurt van de straalwerkzaamheden bevonden.
- Scenario B: kort durende werkzaamheden.  
Bij het opstellen van dit blootstellingprofiel is uitgegaan van een situatie waarbij straalwerkzaamheden worden uitgevoerd aan een metalen constructie in een woonwijk. De straalwerkzaamheden worden uitgevoerd in de open lucht (zonder straaltent) over een periode van 2 dagen. Er wordt aangenomen dat de omwonenden zich gedurende de betreffende twee dagen in de buurt van de straalwerkzaamheden bevonden.

Het TNO rapport (2018) bevat de exacte omschrijving van de werkzaamheden en blootstellingsbeschrijvingen voor alle profielen en de daarbij behorende hoogte van de blootstelling<sup>3</sup>. Het TNO rapport beschrijft ook de aannames die gedaan zijn bij het opstellen van de profielen en het schatten van de blootstelling.

#### *3.1.3 Blootstelling werknemers*

TNO heeft voor de 6 typische functies berekend wat de concentratie aan chrysotiel vezels (met een lengte van  $>5 \mu\text{m}$ ) over een werkdag was (daggemiddelde blootstelling, berekend als 8-uurs tijdgewogen gemiddelde, TGG). De blootstelling varieert van dag tot dag en van persoon tot persoon. Als meest waarschijnlijke blootstelling is het geometrisch gemiddelde (GM) gebruikt. De P90 waarde is die waarde waarbij de daadwerkelijke blootstelling in 90% van de gevallen lager zal liggen. Bij het gebruik van de P90 waarde, wordt er vanuit gegaan dat de blootstelling iedere dag gedurende 3 maanden gelijk is aan deze hoge waarde, hetgeen in werkelijkheid niet zo is. De P90 waarde kan daarmee beschouwd worden

---

<sup>3</sup> De getallen die in de blootstellingsschatting zijn gebruikt, zouden eigenlijk moeten worden afgerond omdat ze een hogere nauwkeurigheid suggereren dan reëel is. Om geen onduidelijkheid te laten ontstaan bij het terugvinden van de getallen in de TNO rapportage, is ervoor gekozen om de getallen zonder afronding over te nemen.

als een maximale blootstelling (realistische worst case situatie). In de risicobeoordeling wordt voor ieder scenario aangenomen dat de blootstelling aan deze concentratie 5 dagen in de week gedurende 3 maanden heeft plaatsgevonden. Voor sommige scenario's, zoals voor een persoon die een steiger afbreekt, is dit een conservatieve aanname: waarschijnlijk breekt hij de helft van de tijd steigers af, en de andere helft is hij aan het opbouwen (waarbij er nog geen blootstelling is).

Door TNO is de blootstelling berekend met en zonder rekening te houden met de achtergrondconcentratie. Aangezien het in deze rapportage gaat om het *extra* risico (het risico ten gevolge van de verontreiniging met asbest), worden in onderstaande tabellen de blootstellingsconcentraties weergegeven zonder rekening te houden met de achtergrondconcentratie.

**Tabel 2.** Overzicht van de blootstelling in de zes verschillende werkersscenario's zoals berekend door TNO (2018), weergegeven als daggemiddelde blootstelling gedurende 3 maanden.

	Daggemiddelde blootstelling (vezels/m <sup>3</sup> )	
	GM	P90
Ketelboy/dieselwacht	31.819	83.563
Straler	825	5.500
Mangatwacht	2.077	21.888
Opruimwerkzaamheden (droog)	1.130	3.029
Opruimwerkzaamheden (nat)	113	303
Inspectie	506	3.036
Afbreken steigers	666	1.544

GM: geometrisch gemiddelde van de blootstelling

P90: 90 percentiel van de blootstellingsdistributie (hier beschouwd als de maximale blootstelling voor het profiel)

#### 3.1.4 Blootstelling omwonenden

TNO (2018) heeft op basis van een aantal experimenten waarin respirabel stof is gemeten, geschat hoeveel asbestvezels vrijkomen bij het stralen en het vullen van de apparatuur. Deze experimenten zijn vervolgens gebruikt in een zogenaamd verspreidingsmodel om de blootstelling voor omwonenden in te schatten. Om de risico's voor de omwonenden in te schatten zijn er 2 scenario's opgesteld waarvan wordt aangenomen dat deze de meeste situaties kunnen afdekken (zie paragraaf 3.1.2).

#### Scenario A:

In bijlage 4 van het TNO rapport wordt aangegeven dat voor Scenario A (gedurende twee maanden straalwerkzaamheden in een straaltent) de blootstelling van

omwonenden aan asbestvezels afkomstig van de straalwerkzaamheden gelijk is aan 1050 vezels/m<sup>3</sup>.

Er wordt daarbij vanuit gegaan dat iemand gedurende die 2 maanden voortdurend buiten op 5 meter afstand van de straalwerkzaamheden heeft gestaan. In de praktijk zullen omwonenden korter blootgesteld zijn. Bovendien neemt de concentratie af met de afstand. Voor de berekeningen is een afstand van 5 meter gekozen. Dit is dus een worst case ( het maximale blootstellingsniveau, waarvan niet verwacht wordt dat het zal plaatsvinden) schatting, want de bebouwing zal bij grote projecten vaak verder weg zijn en mensen zullen zich bovendien het grootste deel van de tijd binnen zijn.

Scenario B:

In bijlage 4 van het TNO rapport wordt aangegeven dat voor scenario B (straalwerkzaamheden zonder straaltent gedurende twee dagen) de blootstelling van omwonenden aan asbestvezels afkomstig van de straalwerkzaamheden gelijk is aan 61.100 vezels/m<sup>3</sup>.

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de omwonenden zich gedurende de straalwerkzaamheden in de open lucht op een kleine afstand van de bron (de locatie van de straalwerkzaamheden) bevonden, en dat de weersomstandigheden zo ongunstig waren dat alle vrijgekomen asbestvezels zich in de richting van deze omwonenden hebben verspreid, waardoor deze omwonenden tijdelijk (tijdens de straalwerkzaamheden) aan hoge piekconcentraties zijn blootgesteld.

Scenario B gaat dus uit van de situatie waar de omwonenden tijdens het stralen gedurende 6 uur buiten hebben gestaan ('in de wolk'). Ook dit scenario is worst-case: omdat er bij straalwerkzaamheden erg veel stof vrij komt blijven mensen niet zo lang in de wolk staan. Iemand die toevallig passeert, of een half uurtje blijft kijken ('in de wolk') heeft dan een fractie van de geschatte blootstelling binnengekregen, en dus een fractie van het bijbehorende risico gelopen. Dus bij iemand die 2 dagen een half uur langs loopt is de blootstelling 1/12 van de blootstelling van scenario B.

**Tabel 3.** Overzicht van de blootstelling in de twee verschillende omwonenden-scenario's zoals gemeten/berekend in TNO (2018), weergegeven als daggemiddelde blootstelling

	Daggemiddelde blootstelling (chrysotiel vezels/m <sup>3</sup> )
<b>Scenario A:</b> langdurende blootstelling, 2 maanden (24 uur per dag)	1050
<b>Scenario B:</b> kortdurende blootstelling, 2 dagen (6 uur per dag)	61100

#### 4 Risicoschatting

Voor zowel de werker als voor de omwonenden wordt het risico op gezondheidseffecten berekend met behulp van lineaire extrapolatie van de blootstelling. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de totale hoeveelheid ingeademde vezels het risico bepaalt (de cumulatieve blootstelling), en dat dit onafhankelijk is van de periode waarin die vezels worden ingeademd.

Bij deze berekening wordt een aantal aannames gedaan, namelijk:

- De blootstelling heeft 3 maanden plaatsgevonden (voor de werker), voor de omwonenden gedurende 2 maanden (scenario A) of 2 dagen (scenario B).
- De blootstelling door het verontreinigde grit betreft alleen chrysotiel.
- Het berekende risico is het extra risico (dus alleen risico t.g.v. blootstelling aan asbestvezels in verontreinigd straalgrit). Voor mensen die al eerder met asbest hebben gewerkt, of op een andere manier met asbest in aanraking zijn gekomen, komt deze blootstelling bovenop een eerdere blootstelling en is hun cumulatieve blootstelling (en risico) dus hoger.
- Er wordt uitgegaan van een lineaire relatie tussen blootstelling en effect (dus het risico van blootstelling gedurende 1 jaar is 40x kleiner dan blootstelling aan diezelfde concentratie gedurende 40 jaar). Dit is conform het Gezondheidsraad advies (2010) en de GGD Leidraad (RIVM, 2014).

Met deze methode wordt de kans op het ontstaan van longkanker en mesotheliom op groepsniveau berekend. Een risico van 1 op de 100.000 betekent bijvoorbeeld dat als 100.000 mensen zijn blootgesteld volgens hetzelfde profiel (dus hetzelfde werk hebben gedaan), het waarschijnlijk is dat 1 van hen kanker zal ontwikkelen door de blootstelling aan asbestvezels in verontreinigd straalgrit. Wie dat zal zijn is niet te voorspellen. Omdat het om statistische gegevens gaat zit er ook altijd een onzekerheid in: het zouden ook 2 personen kunnen zijn of juist niemand.

Omdat er uitgegaan wordt van een lineaire relatie tussen blootstelling en effect, zijn twee parameters belangrijk: de hoogte van de blootstelling en de duur van de blootstelling.

Het risico wordt 2x groter bij een 2x hogere concentratie (bij gelijke duur). Het risico wordt ook 2x groter bij een 2x zo lange blootstelling (bij gelijke concentratie). Andersom geldt ook: het risico wordt 2x kleiner bij een 2x lagere concentratie (bij gelijke duur) of bij een 2x zo korte blootstelling (bij gelijke concentratie)

Het risico is dus uit te rekenen door de daggemiddelde concentratie te relateren aan het streefwaarde niveau, en de tijdsduur van de blootstelling te relateren aan de duur die hoort bij het streefwaarde niveau en deze 2 met elkaar te vermenigvuldigen. Deze risicofactor kun je vervolgens met het geaccepteerde risico vermenigvuldigen om zo het risico voor een specifieke situatie uit te rekenen.

$$Risico = (\text{concentratiefactor}) \times (\text{tijdfactor}) \times \text{geaccepteerde risico}$$

$$Risico = \left( \frac{\text{Daggemiddelde blootstelling}}{\text{Concentratie streefwaarde}} \right) \times \left( \frac{\text{Duur blootstelling}}{(\text{arbeids})\text{levenslang}} \right) \times \text{geaccepteerde risico}$$

Voor werknemers wordt het extra kankerrisico berekend met de formule:

$$Risico \text{ asbest} = \left( \frac{\text{Daggemiddelde blootstelling}}{2000} \right) \times \left( \frac{\text{Duur blootstelling ( maanden)}}{40 \times 12 \text{ maanden}} \right) \times (4 \times 10^{-5})$$

Voor omwonenden wordt het extra kankerrisico berekend met de formule:

$$Risico \text{ asbest} = \left( \frac{\text{Daggemiddelde blootstelling}}{28} \right) \times \left( \frac{\text{Duur blootstelling ( maanden)}}{100 \times 12 \text{ maanden}} \right) \times (1 \times 10^{-6})$$

#### 4.1 Risico's werknemers

Voor inzicht in de gezondheidsrisico's, wordt blootstelling aan de grenswaarde gedurende 40 jaar (de blootstelling die hoort bij het risiconiveau van 4 extra gevallen van longkanker en/of mesothelioom op de 100.000 blootgestelden) vergeleken met blootstelling gedurende de periode dat de blootstelling aan verontreinigd straalgrit heeft plaatsgevonden. Met de aanname dat er een lineaire relatie is tussen blootstelling (hoeveelheid ingeademde vezels) en het gezondheidseffect, kan deze worden doorgerekend naar een risiconiveau (aantal extra gevallen van kanker op de 100.000 vergelijkbaar blootgestelden).

Tabel 4 laat de berekende risico's voor de zes verschillende functieprofielen zien. De risico's zijn berekend voor zowel de gemiddelde blootstelling, als de 90-percentiel waarden (maximaal te verwachten blootstelling). De risicogetallen zijn berekend

met de formule voor werknemers uit paragraaf 4. De achterliggende getallen zijn te vinden in Bijlage 1.

**Tabel 4.** Daggemiddelde blootstelling aan chrysotiel vezels gedurende 3 maanden voor de werkerfunctieprofielen en de bijbehorende risico's

	Daggemiddelde blootstelling (chrysotiel vezels/m <sup>3</sup> )		Aantal extra gevallen van kanker op de 100.000 personen	
	GM	P90	GM	P90
<b>Advieswaarde Gezondheidsraad</b>	<b>2000 vezels/m<sup>3</sup> (40 jaar, 5 d/week)</b>		<b>4</b>	
<b>Ketelboy/dieselwacht</b>	31.819	83.563	0,40	1,04
<b>Straler</b>	825	5.500	0,01	0,07
<b>Mangatwacht</b>	2.077	21.888	0,03	0,27
<b>Opruimwerkzaamheden (droog)</b>	1.130	3.029	0,01	0,04
<b>Opruimwerkzaamheden (nat)</b>	113	303	0,00	0,00
<b>Inspectie</b>	506	3.036	0,01	0,04
<b>Afbreken steigers</b>	666	1.544	0,01	0,02

GM: geometrisch gemiddelde van de blootstelling

P90: 90 percentiel van de blootstellingsdistributie

Wanneer een gemiddelde blootstelling wordt berekend over een werkdag (GM) liggen deze in twee van de zes scenario's rond of boven de vastgestelde grenswaarde van 2000 chrysotielvezels/m<sup>3</sup>, namelijk in het geval van de ketelboy/dieselwacht en voor de mangatwacht. Voor de andere vier scenario's is de berekende blootstelling lager dan de grenswaarde. De berekende P90 blootstellingsgetallen (dus de maximale blootstelling die in deze scenario's te verwachten zijn) liggen voor de ketelboy/dieselwacht, voor de straler, voor de mangatwacht, voor de opruimwerkzaamheden (droog) en voor de inspectie boven deze grenswaarde. Alleen de scenario's van opruimwerkzaamheden (nat) en het afbreken van de steigers liggen ook bij de hoogste blootstelling beneden de grenswaarde.

De daggemiddelde blootstelling mag de grenswaarde niet overschrijden. Hier is de grenswaarde voor een aantal functies wel overschreden. Omdat stralen een activiteit is waarbij veel stof vrijkomt, leidt zelfs een verontreiniging met een lage concentratie asbest al tot hoge blootstellingen. Daarom moet voorkomen worden dat gestraald wordt met asbesthoudend materiaal.

In dit rapport wordt het risico gerelateerd aan de levenslange blootstelling. De grenswaarde gaat uit van een dagelijkse blootstelling (5 dagen per week) gedurende 40 jaar. In het geval van asbest wordt aangenomen dat de risico's afhankelijk zijn van de totale hoeveelheid ingeademde vezels gedurende het hele (arbeids)leven (Gezondheidsraad, 2010). Voor de huidige risicoschatting wordt de totale blootstelling gedurende 3 maanden vergeleken met de totale blootstelling bij blootstelling aan de grenswaarde gedurende een arbeidsleven van 40 jaar. Doordat

de blootstellingsduur (3 maanden) relatief kort was blijft het gezondheidsrisico in dit geval toch beperkt. Dat wordt zichtbaar wanneer het aantal extra gevallen van kanker wordt uitgerekend. Het scenario met de hoogste blootstelling de ketelboy/dieselwacht, worst case over 3 maanden, komt overeen met een 1 extra geval van kanker op de 100.000 blootgestelde personen (d.w.z. als die 100.000 personen allemaal dezelfde blootstelling zouden hebben gehad als de ketelboy). In de praktijk hebben veel minder mensen op deze manier met het verontreinigde straalgrit gewerkt. Wanneer we voor hetzelfde scenario rekenen met een gemiddelde blootstelling is het extra kankerrisico 0,4 op de 100.000 personen, ofwel 4 op de miljoen. Zelfs bij de worst case aanname (P90) is het risico lager dan bij blootstelling gedurende 40 jaar aan het streefrisiconiveau kan worden verwacht (namelijk 1 op de 100.000 vergeleken met 4 op de 100.000). Voor de andere scenario's ligt het risico nog lager.

Op basis van deze schattingen is het extra risico voor de werknemers ten gevolge van de 3 maanden durende blootstelling aan chrysotiel uit het verontreinigde straalgrit, lager dan het geaccepteerde risico.

#### *4.2 Risico's omwonenden*

Ook voor omwonenden wordt de cumulatieve blootstelling aan het asbest uit het straalgrit, gedurende de periode dat de blootstelling heeft plaatsgevonden berekend. Deze wordt vervolgens met lineaire extrapolatie omgerekend naar een risiconiveau van  $1 \times 10^{-6}$ , het verwaarloosbaar risiconiveau voor milieublootstelling.

Tabel 5 laat de berekende risico's voor de twee verschillende scenario's zien. De risico's zijn berekend met de formule voor omwonenden uit paragraaf 4. De achterliggende getallen zijn te vinden in Bijlage 1.



**Tabel 5.** Daggemiddelde blootstelling aan chrysotiel vezels en daggemiddelde cumulatieve blootstelling berekend voor de omwonenden en de bijbehorende risico's

	Daggemiddelde blootstelling (chrysotiel vezels/m <sup>3</sup> )	Aantal extra gevallen van kanker op de 1.000.000 personen
<b>Verwaarloosbaar risico</b>	28 (levenslang; 24/7)	1
<b>Scenario A:</b> langdurende werkzaamheden, 2 maanden	1050	0,06
<b>Scenario B:</b> kortdurende werkzaamheden, 2 dagen	61100	0,12
<b>Achtergrond-blootstelling</b> levenslang	6 <sup>4</sup>	0,21

Wanneer we naar de daggemiddelde blootstelling in beide scenario's kijken zien we dat de daggemiddelde blootstelling ver boven het verwaarloosbaar risico (VR) van 28 vezels/m<sup>3</sup> ligt.

Het VR gaat uit van een dagelijkse blootstelling (7 dagen per week, 24 uur per dag, gedurende 100 jaar). In het geval van asbest wordt aangenomen dat de risico's afhankelijk zijn van de totale hoeveelheid ingeademde vezels gedurende het hele leven (Gezondheidsraad, 2010). Voor de huidige risicoschatting wordt de totale blootstelling gedurende 2 maanden (scenario A) of 2 dagen (scenario B) vergeleken met de totale blootstelling bij blootstelling aan de asbestconcentratie die hoort bij het VR gedurende 100 jaar. Doordat de blootstellingsduur kort was blijft het gezondheidsrisico in dit geval toch beperkt. Dat wordt zichtbaar wanneer het aantal extra gevallen van kanker wordt uitgerekend. Het scenario voor langdurende blootstelling komt overeen met 0,06 extra gevallen van kanker op de 1.000.000 blootgestelde personen (6 op de 100 miljoen). Het scenario voor kortdurende blootstelling komt overeen met 0,12 extra gevallen van kanker op de 1.000.000 blootgestelde personen (12 op de 100 miljoen). Daarmee is het extra risico dat de omwonenden hebben gelopen met betrekking tot het met asbest vervuild straalgrit verwaarloosbaar.

Ter vergelijking is in de tabel ook het risico ten gevolge van de achtergrondconcentratie van asbestvezels opgenomen, namelijk  $0,21 \times 10^{-6}$ . Dit is 21 gevallen van asbestgerelateerde longkanker en/of mesothelioom per 100 miljoen personen. Voor omwonenden is het extra kankerrisico ten gevolge van werkzaamheden met asbestverontreinigd straalgrit in de omgeving is dus lager dan

<sup>4</sup> Deze achtergrondconcentratie betreft gemengde vezels, en niet alleen chrysotiel, waardoor het risico nog iets hoger zal uitvallen. TNO (2016) heeft berekend dat het gemiddelde risico overeenkomt met 0,6 kankergevallen per 1.000.000 blootgestelde personen.

het risico dat men loopt doordat dagelijks een lage concentratie asbestvezels met een lengte van meer dan 5  $\mu\text{m}$  wordt ingeademd.

## 5 Conclusie

Blootstelling aan asbest kan effecten op gezondheidseffecten veroorzaken en leiden tot longkanker en/of mesothelioom. Hoe groot de kans hierop is, is afhankelijk van de duur en de hoogte van de blootstelling.

Gedurende 3 maanden zijn werknemers blootgesteld aan met asbest verontreinigd straalgrit. Ook omwonenden zijn gedurende korte tijd aan hoge concentraties of gedurende langere tijd aan lage concentraties blootgesteld.

De daggemiddelde blootstelling lag voor een aantal scenario's voor de werknemers hoger dan de grenswaarde voor de werkplek (2000 vezels/m<sup>3</sup> bij 40 jaar blootstelling gedurende 5 dagen per week, 8 uur per dag). Voor de omwonenden was de blootstelling ook hoger dan het verwaarloosbaar risico (VR) voor milieublootstelling (28 vezels/m<sup>3</sup> bij levenslange blootstelling, 24u per dag, 7 dagen in de week).

Het extra kankerrisico in verschillende situaties is berekend op basis van de door TNO bepaalde blootstelling, en vergeleken met de kans op longkanker en/of mesothelioom die hoort bij het streefrisico voor werknemers (4 extra gevallen van kanker per 100.000 blootgestelde werknemers), of het verwaarloosbaar risiconiveau voor omwonenden (1 extra geval van kanker per 1 miljoen blootgestelde personen).

Het risico voor een kortere periode dan arbeidsleven/levenslange blootstelling kan berekend worden door de cumulatieve blootstelling aan het asbest uit het straalgrit, gedurende de periode dat de blootstelling heeft plaatsgevonden te bepalen en lineair terug te rekenen.

Voor alle scenario's geldt dat het risico van blootstelling aan asbest door gebruik van verontreinigd straalgrit ruim lager is dan de geaccepteerde risiconiveaus voor de werkplek (4 extra gevallen op de 100.000 blootgestelden) of voor milieublootstelling (1 extra geval op de 1.000.000 blootgestelden).

De doorgerekende scenario's worden gezien als worst case, als scenario's met een maximale blootstelling. Daarmee is het extra risico dat de werknemers (gedurende 3 maanden werkzaamheden) en de omwonenden (bij aanwezigheid tijdens langdurende en kortdurende projecten) hebben gelopen ten gevolge van blootstelling aan met asbest verontreinigd straalgrit zeer klein.

In de huidige risicoschatting is op aangeven van de Inspectie SZW uitgegaan van een blootstellingsperiode van 3 maanden. Omdat in de praktijk niet in elk bedrijf exact 3 maanden met verontreinigd straalgrit is gewerkt, kan de volgende vuistregel worden gehanteerd: Het risico wordt 2x groter bij een 2x hogere concentratie (bij gelijke duur). Het risico wordt ook 2x groter bij een 2x zo lange

blootstelling (bij gelijke concentratie). Andersom geldt ook: het risico wordt 2x kleiner bij een 2x lagere concentratie (bij gelijke duur) of bij een 2x zo korte blootstelling (bij gelijke concentratie).

Door de Inspectie is gevraagd om handelingsperspectief indien er sprake zou zijn van een niet-verwaarloosbare verhoogde kans op asbest-gerelateerde kanker. Gezien de conclusie (dat het extra risico zeer klein is) wordt in dit advies daarom geen specifiek handelingsperspectief gegeven.

De kans op gezondheidseffecten neemt toe met de hoeveelheid ingeademde vezels (totale dosis), de cumulatieve blootstelling over het hele (arbeids)leven. Voor werknemers is het van belang dat de blootstelling aan asbest schriftelijk wordt vastgelegd. Zo kan ook later nog worden nagegaan waar en wanneer men is blootgesteld aan asbest. In dat geval is het van belang om het type werkzaamheden, de periode waarin deze zijn uitgevoerd, de gebruikte beschermingsmaatregelen en (indien bekend) de hoogte van de blootstelling vast te leggen. Voor werknemers wordt de asbestblootstelling in het personeelsdossier vastgelegd door de bedrijfsarts/arbodienst. De gegevens over werkgerelateerde asbestblootstelling moeten volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit (artikel 4.10c) tot 40 jaar na beëindiging van de blootstelling worden bewaard. Het IAS heeft een digitaal register ontwikkeld waarin mensen die met asbest in aanraking zijn geweest de gegevens over hun blootstelling vast kunnen leggen ([asbestregister.nl](http://asbestregister.nl)).

## Referenties

- Gezondheidsraad (2010). Asbest, Risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling.
- Gezondheidsraad (2012). Leidraad berekening risicogetallen voor carcinogene stoffen,
- IARC (2012). Monographs Volume 100C, Arsenic, Metals, Fibres and Dusts.
- RIVM (1987). Basisdocument asbest, Rapport nr. 758473006
- RIVM rapport (2014). Hegger et al., GGD-Richtlijn medische milieukunde: Gezondheidsrisico van asbest in woningen en publieke gebouwen. RIVM Rapport 2014-0047.
- RIVM (2017). Eysink et al., Gezondheidseffecten van asbest. Huidige en toekomstige omvang in Nederland. RIVM Rapport 2017-0194.
- TNO (2016). Asbest en andere minerale vezels in de Nederlandse buitenlucht. TNO 2016 R11562.
- TNO (2018). Spaan et al., Beoordeling van blootstelling aan asbest voor werknemers (en omwonenden) tijdens en na toepassing van met asbest verontreinigd straalgrit. TNO 2018 R10746.

## Bijlage 1: Berekening extra risico werknemers en omwonenden

Blootstellingsprofiel werknemers		Daggemiddelde (vezels/m3)	Concentratiefactor	Tijdsfactor	Risicofactor	Extra risico (kankergevallen per 100.000 blootgestelden)
			Daggemiddelde / 2000	3 maanden / 480 maanden	Concentratiefactor x tijdfactor	Risicofactor x $4(*10^{-5})$
Ketelboy/dieselwacht	GM	31819	15,91	0,00625	0,099	0,40
Straler	GM	825	0,41	0,00625	0,003	0,01
Mangatwacht	GM	2077	1,04	0,00625	0,006	0,03
Opruimwerkzaamheden (droog)	GM	1130	0,57	0,00625	0,004	0,01
Opruimwerkzaamheden (nat)	GM	113	0,06	0,00625	0,000	0,00
Inspectie	GM	506	0,25	0,00625	0,002	0,01
Afbreken steigers	GM	666	0,33	0,00625	0,002	0,01
Ketelboy/dieselwacht	P90	83563	41,78	0,00625	0,261	1,04
Straler	P90	5550	2,78	0,00625	0,017	0,07
Mangatwacht	P90	21888	10,94	0,00625	0,068	0,27
Opruimwerkzaamheden (droog)	P90	3029	1,51	0,00625	0,009	0,04
Opruimwerkzaamheden (nat)	P90	303	0,15	0,00625	0,001	0,00
Inspectie	P90	3063	1,53	0,00625	0,010	0,04
Afbreken steigers	P90	1544	0,77	0,00625	0,005	0,02

<b>Blootstellingsprofiel omwonenden</b>	<b>Daggemiddelde (vezels/m3)</b>	<b>Concentratie- factor</b>	<b>Tijdsfactor</b>	<b>Risicofactor</b>	<b>Extra risico (kankergevallen per 1.000.000 blootgestelden)</b>
		Daggemiddelde / 28	Duur (maanden) / 1200 maanden	Concentratie- factor x tijd- factor	Risicofactor x 1(*x10 <sup>-6</sup> )
<b>Scenario A; langdurende blootstelling, 2 maanden</b>	1050	37,5	0,00167	0,06	0,06
<b>Scenario B; kortdurende blootstelling, 2 dagen</b>	61100	2182	5,56E-05	0,12	0,12
<b>Achtergrond- blootstelling</b>	6	0,21	1	0,21	0,21