



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Gezondheidseffecten van asbest

Huidige en toekomstige omvang in
Nederland

RIVM Rapport 2017-0194

P.E.D. Eysink | T.A. Hulshof |

M.J.J.C. Poos



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Gezondheidseffecten van asbest

Huidige en toekomstige omvang in
Nederland

RIVM Rapport 2017-0194

Colofon

© RIVM 2017

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2017-0194

P.E.D. Eysink (auteur), RIVM
T.A. Hulshof (auteur), RIVM
M.J.J.C. Poos (auteur), RIVM

Contact:
Marjorie Jacquemijns
VSP/NAT
marjorie.jacquemijns@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directie Gezond en Veilig Werken, in het kader van KennisCentrum Asbest

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Gezondheidseffecten van asbest

Huidige en toekomstige omvang in Nederland

Wereldwijd worden jaarlijks naar schatting 125 miljoen mensen blootgesteld aan asbest op de werkplek. Jaarlijks sterven wereldwijd ruim 107.000 mensen aan asbestgerelateerde ziekten zoals buikvlies- of borstvlieskanker (mesothelioom), longkanker en stoflongen (asbestose). Hoewel het sinds 1993 in Nederland verboden is om asbest te verwerken of in voorraad te houden, staan mensen er nog steeds aan bloot. Dat komt onder andere doordat het asbest dat in het verleden is gebruikt, nog steeds aanwezig is, bijvoorbeeld in oude gebouwen. Blootstelling aan asbestvezels kunnen we onderverdelen in werkgerelateerde blootstelling en blootstelling via de omgeving.

Het RIVM heeft voor Nederland vier mogelijke toekomstscenario's berekend voor het aantal mensen dat mesothelioom en asbestlongkanker kan krijgen. De piek in het aantal mensen dat mesothelioom krijgt, ligt achter ons. In totaal zullen er in de periode 2017-2050 nog zo'n 9.000 tot 12.200 nieuwe gevallen bijkomen. Het nog te verwachten aantal nieuwe gevallen van werkgerelateerde asbestlongkanker wordt voor de periode 2017-2050, afhankelijk van het scenario, geschat op 5.300 tot 10.200.

De gezondheidseffecten van asbestblootstelling zijn bijna 25 jaar na het verbod op asbest nog steeds zichtbaar. Tot 2050 zullen in Nederland in totaal nog zo'n 15.800 personen gediagnosticeerd worden met een van de asbestziekten en hieraan overlijden.

Kernwoorden: asbest, mesothelioom, longkanker, asbestose, gezondheid, incidentie, sterfte, toekomstscenario

Synopsis

Effects of asbestos on health

Current and future prevalence in the Netherlands

Worldwide, it is estimated that each year 125 million people are exposed to asbestos at work. Every year more than 107,000 people throughout the world die from asbestos-related diseases such as cancer of the peritoneum or pleura (mesothelioma), lung cancer caused by asbestos and asbestosis. Even though processing or storing asbestos has been forbidden in the Netherlands since 1993, people are still being exposed to it. One of the reasons for this is that asbestos used in the past is still present, in old buildings for example. We can divide exposure to asbestos into two categories: work-related exposure and environment-related exposure.

The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has determined four potential future scenarios concerning the number of people in the Netherlands who could develop mesothelioma or lung cancer caused by asbestos. The number of people who will get mesothelioma has already peaked. In total, between 2017 and 2050 there will be between 9,000 and 12,200 new cases. The number of new cases of work-related lung cancer caused by asbestos expected to occur between 2017 and 2050, is estimated to be 5,300 to 10,200, depending on the scenario.

Twenty-five years after its use was banned, the effects on health of exposure to asbestos are still evident. Up to 2050 another 15,800 people in the Netherlands will be diagnosed with asbestos-related diseases, and die from them.

Keywords: asbestos, mesothelioma, lung cancer, asbestosis, health, incidence, mortality, future scenario.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13

- 1.1 Achtergrond — 13
- 1.2 Doelstelling — 14
- 1.3 Opzet — 14

2 Begrippen, gegevens en methoden — 15

- 2.1 Begrippen, definities en afbakening — 15
 - 2.1.1 Asbest — 15
 - 2.1.2 Blootstelling — 16
 - 2.1.3 Grenswaarden — 19
 - 2.1.4 Gezondheidseffecten van asbest — 20
 - 2.1.5 Latentietijd en overleving — 21
 - 2.1.6 Morbiditeit en mortaliteit: incidentie, 10-jaarsprevalentie en sterfte — 21
- 2.2 Methoden — 22
 - 2.2.1 Morbiditeit en mortaliteit: huidige omvang — 22
 - 2.2.2 Populatie Attributieve Fracties — 24
 - 2.2.3 Trends — 26
 - 2.2.4 Toekomst — 27
- 2.3 Gebruikte gegevens en databronnen — 32
 - 2.3.1 Gebruikte gegevens asbestgerelateerde ziekten — 32
 - 2.3.2 Databronnen — 33

3 Gezondheidseffecten en asbestblootstelling — 35

- 3.1 Latentietijd en overleving — 35
- 3.2 Mesotheliom — 36
 - 3.2.1 Ziekte en blootstelling — 36
 - 3.2.2 Latentietijd en overleving — 36
- 3.3 Asbestgerelateerde longkanker — 38
 - 3.3.1 Ziekte en blootstelling — 38
 - 3.3.2 Latentietijd en overleving — 38
- 3.4 Asbestose — 39
 - 3.4.1 Ziekte en blootstelling — 39
 - 3.4.2 Latentietijd en overleving — 39
- 3.5 Overige ziekten — 40
 - 3.5.1 Ziekte en blootstelling — 40
 - 3.5.2 Latentietijd en overleving — 41
- 3.6 Blootgestelde populatie — 41

4 Omvang van het probleem — 43

- 4.1 Mesotheliom — 43
 - 4.1.1 Huidige omvang — 43
 - 4.1.2 Aantal mensen met werkgerelateerd mesotheliom — 43
 - 4.1.3 Trends 1989-2016 — 45
 - 4.1.4 Toekomst 2017-2050 — 47
- 4.2 Asbestgerelateerde longkanker — 52
 - 4.2.1 Aantal mensen met longkanker — 52
 - 4.2.2 Aantal mensen met werkgerelateerde asbestlongkanker — 52
 - 4.2.3 Trend 1989-2016 — 55
 - 4.2.4 Toekomst — 55

4.3	Asbestose — 60
4.3.1	Schatting van de Populatie Attributieve Fracties — 60
4.3.2	Aantal mensen met asbestose door werkgerelateerde asbestblootstelling — 60
4.3.3	Trends in het verleden — 61
4.3.4	Toekomst — 62
4.4	Overige ziekten — 63
4.4.1	Schatting van de attributieve fracties — 63
4.4.2	Aantal mensen met werkgerelateerde asbestziekten — 63
4.4.3	Trends in het verleden — 63

5 Beschouwing — 65

Referenties — 73

Bijlage 1: Experts — 83

Bijlage 2: Begrippen — 84

Bijlage 3: Methoden trendscenario's — 86

Bijlage 4: Populatie Attributieve Fracties — 94

Samenvatting

Asbest vormt nog steeds een belangrijke oorzaak van ziekte en sterfte in Nederland. Om inzicht te krijgen in de omvang van asbestgerelateerde ziekten zijn in het verleden schattingen gemaakt van de huidige en toekomstige sterfte door een asbestziekte. Deze schattingen zijn gebaseerd op gegevens over de periode 1969-2007. Door recentere data toe te voegen aan de projecties kunnen de schattingen verbeteren. Het doel van deze studie is een schatting te geven van de huidige en toekomstige aantallen asbestgerelateerde ziekten in Nederland, op basis van bestaande gegevens. We schatten het aantal nieuwe gevallen, geven inzicht in de trends in het verleden en kijken naar de toekomst. De toekomst hebben we uitgewerkt aan de hand van vier scenario's; met deze scenario's schatten we wanneer de piek in het aantal nieuwe gevallen is te verwachten (of al is geweest), hoe hoog deze piek is en wat het totale aantal nieuwe gevallen is dat we tot 2050 kunnen verwachten. We doen dit voor zowel de algemene bevolking als de beroepsbevolking.

Asbest is nog steeds aanwezig in Nederland

Asbest is een verzamelnaam voor natuurlijke mineralen die bestaan uit kleine, naaldachtige vezels. Het is een risico voor de gezondheid als de vezels vrijkomen en worden ingeademd. Asbest is vooral na 1950 veel toegepast in Nederland, onder meer in scheepsbouw, fabrieken, woningen en scholen. Sinds 1993 is het verboden om asbest te bewerken, te verwerken of in voorraad te houden. Toch vindt nog steeds blootstelling plaats; het in het verleden toegepaste asbest is nog op veel plaatsen aanwezig. Mensen kunnen dus nog steeds worden blootgesteld aan asbest tijdens werk en werkactiviteiten (werkgerelateerde blootstelling) of in de omgeving. Een (heel) klein deel van de gevallen kan niet worden verklaard door werkgerelateerde of omgevingsblootstelling. Deze gevallen noemen we 'spontane gevallen'. Met werkgerelateerde blootstelling wordt alle blootstelling tijdens het werk en werkactiviteiten bedoeld. Asbestziekten lijken voor het grootste deel op te treden na beroepsmatige blootstelling, althans bij mannen. In dit rapport rekenen we tot de werkgerelateerde blootstelling ook alle blootstelling die plaatsvindt buiten het werk, maar die het gevolg is van werkactiviteiten van anderen. Een voorbeeld hiervan is blootstelling die plaatsvond door het wassen van werkkleding gedragen door asbestwerkers. Omgevingsblootstelling kan bijvoorbeeld plaatsvinden wanneer men woont of werkt in asbesthoudende gebouwen die in slechte staat verkeren.

Inademen van asbest is slecht voor de gezondheid en kan leiden tot kanker

Alle vormen van asbest zijn carcinogeen voor mensen. Wanneer asbestvezels worden ingeademd, kunnen ze diep in de longen doordringen. Het inademen van asbestvezels kan op den duur verschillende typen kanker veroorzaken, zoals borstvlies- en buikvlieskanker (mesothelioom), asbestlongkanker en asbestlarynxkanker. Ook kan asbestblootstelling leiden tot andere ziekten, zoals asbestose (stoflongen) en pleuraplaques. Meestal zit er een lange tijd tussen het inademen van de vezels en het ziek worden, van ongeveer tien tot vijftig-zestig jaar. Maar niet iedereen

die asbestvezels inademt, krijgt daardoor kanker of asbestose. De kans op deze ziekten wordt groter bij het langdurig inademen van hoge concentraties asbest, zoals vroeger voorkwam in sommige werksituaties.

Mesothelioom

Mesothelioom is een kwaadaardige aandoening veroorzaakt door asbest
Mesothelioom is een kwaadaardige aandoening van de vliezen in de borstkas en longen en/of luchtwegen. Het kan in enkele gevallen ook in het hartzakje of in het buikvlies voorkomen. Mesothelioom wordt voornamelijk veroorzaakt door blootstelling aan asbest.

Mesothelioom komt vaker voor bij mannen: mannen maken zo'n 85-90% van de mesothelioomsterfgevallen uit. De latentietijd van mesothelioom is lang (30-60 jaar). Dit betekent ook dat de meeste gevallen zich voordoen op latere leeftijd: ongeveer twee derde van de gevallen ontstaat bij personen ouder dan 75 jaar.

Aantal gevallen van mesothelioom sterk gestegen tussen 1989 en 2016

In de periode 1989-2016 is het aantal mensen dat de diagnose mesothelioom kreeg, gestegen: van 279 personen gediagnosticeerd met mesothelioom in 1989 naar ruim 600 nieuwe gevallen in 2016. Naar schatting was bij ongeveer 530 van hen werkgerelateerde blootstelling aan asbest de boosdoener. Ook de sterfte steeg in dezelfde periode. Stierven er in 1989 nog 243 personen aan mesothelioom volgens de CBS-Doodsoorzakenstatistiek, in 2016 is dit gestegen naar 548 sterfgevallen. De stijging van de incidentie en sterfte is vooral te zien in de oudere leeftijdsklassen.

Incidentie van mesothelioom heeft piek bereikt

Het jaar waarin de meeste nieuwe gevallen van mesothelioom zullen ontstaan, ligt voor zowel mannen als vrouwen achter ons (piek in 2016). De hoogte van de piek is ongeveer 620 nieuwe gevallen. Deze piek is vergelijkbaar met de piek die in andere studies wordt gevonden. In totaal zullen er in de periode 2017-2050 naar schatting nog zo'n 9.000-10.500 nieuwe gevallen van mesothelioom bijkomen (6.900-7.800 mannen en 2.100-2.700 vrouwen).

Asbestgerelateerde longkanker

Onduidelijk hoeveel personen longkanker door asbest hebben

Longkanker is een verzamelnaam voor kwaadaardige aandoeningen in de longen en/of luchtwegen. De belangrijkste oorzaak van longkanker is het inademen van tabaksrook. Andere (chemische) stoffen, zoals asbest, kunnen ook longkanker veroorzaken. Aan de ziekte zelf is niet te zien waardoor het is veroorzaakt. Het is daarom lastig te schatten welke mensen longkanker hebben gekregen veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Het asbestgerelateerde aandeel van longkanker en dus het aantal mensen met asbestlongkanker moeten we daarom schatten. Daardoor is het niet goed mogelijk om een trendberekening te maken.

Naar schatting 700 nieuwe gevallen van asbestlongkanker in 2016

In 2016 kwamen er in totaal 12.188 nieuwe gevallen van longkanker bij. Daarnaast stierven 10.674 personen aan longkanker in 2016. Een deel hiervan was asbestlongkanker. Op grond van onze analyses veronderstellen we dat van alle longkankergevallen in Nederland bij mannen 8,9% werkgerelateerde asbestlongkanker betreft en bij vrouwen

1,7%. Dat komt neer op bijna 700 nieuwe gevallen van asbestlongkanker en ruim 600 sterfgevallen aan asbestlongkanker in 2016.

5.300-6.800 mensen met asbestlongkanker verwacht tot 2050

Voor werkgerelateerde asbestlongkanker is niet goed bekend wanneer het aantal nieuwe gevallen het hoogst is en waar dus het piekjaar ligt. In de scenario's daalt de incidentie voor zowel mannen als vrouwen vanaf 2017. Het piekjaar ligt rond dit jaartal, met bijna 700 nieuwe gevallen. Het nog te verwachten aantal nieuwe gevallen van werkgerelateerde asbestlongkanker schatten we voor de periode 2017-2050 op basis van het meest waarschijnlijke model op 5.300-6.800. Dit betreft 4.500-5.700 mannen en 800-1.100 vrouwen.

Asbestose

Asbestose is een typische beroepsziekte veroorzaakt door hoge, langdurige blootstelling aan asbest

Asbestose, een vorm van stoflongen (pneumoconiose), wordt algemeen beschouwd als een typische beroepsziekte, omdat asbestose vrijwel zonder uitzondering wordt veroorzaakt door een hoge, langdurige blootstelling aan asbest. Een dergelijke blootstelling werd uitsluitend aangetroffen in arbeidssituaties. We gaan er daarom vanuit dat nagenoeg alle asbestose het gevolg is van werkgerelateerde blootstelling. De diagnose van asbestose is dus afhankelijk van het vaststellen van asbestblootstelling in de anamnese.

Weinig gegevens over het voorkomen van asbestose in Nederland

Over asbestose zijn in Nederland weinig gegevens beschikbaar; het is onbekend hoeveel mensen er asbestose hebben en hoeveel er elk jaar (nog) bijkomen. Om toch een idee te krijgen van het aantal mensen met asbestose gebruiken we sterfte, ziekenhuisopnamen en ingediende/toegekende compensatieclaims als indicator voor het voorkomen in de populatie. De beschikbare gegevens over asbestose betreffen in alle gevallen mannen.

Negen personen in 2016 overleden aan pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels

In 2016 stierven negen mannen ten gevolge van pneumoconiosen door asbest en andere minerale vezels. De sterfte betreft niet uitsluitend asbestose, maar ook pneumoconiose door vezels die gebruikt worden in geluids- en warmte-isolatie, al is asbest waarschijnlijk de belangrijkste veroorzaker. Deze cijfers worden beschouwd als een onderschatting van de sterfte aan asbestose.

In 2012 waren er vijftien klinische ziekenhuisopnamen met asbestose als hoofdontslagdiagnose. Het aantal klinische opnamen kan hoger zijn dan het aantal opgenomen personen, omdat een persoon per jaar vaker opgenomen kan zijn.

Sinds 2014 kunnen mensen met asbestose een financiële tegemoetkoming krijgen van de staat. In twee jaar tijd voldeden 65 aanvragers aan de opgestelde voorwaarden. Het aantal nieuwe gevallen van asbestose zou op grond van deze gegevens neerkomen op ruim dertig per jaar. Ook dit is een schatting, omdat onder andere niet duidelijk is hoeveel mensen er worden bereikt met de regeling en hoeveel mensen er worden gemist. Bovendien heeft er waarschijnlijk een soort inhaalslag plaatsgevonden van patiënten die zijn gediagnosticeerd met

asbestose voor de regeling van kracht werd en alsnog een compensatieclaim hebben ingediend.

Weinig nieuwe gevallen van asbestose verwacht de komende jaren

De komende jaren verwachten we dat er nog nauwelijks nieuwe gevallen van asbestose worden gediagnosticeerd, omdat werknemers tegenwoordig niet meer langdurig aan zulke hoge concentraties asbest zijn blootgesteld. Alleen werknemers die vóór 1993 langdurig aan hoge concentraties asbest zijn blootgesteld, kunnen nog asbestose ontwikkelen. Bij een latentietijd van 35-40 jaar veronderstelt dit dat er na 2030 geen nieuwe gevallen meer worden gediagnosticeerd.

Overige asbestgerelateerde ziekten

Jaarlijks overlijdt naar schatting één persoon aan asbestlarynxkanker

Het International Agency for Research on Cancer (IARC) geeft aan dat naast mesothelioom en asbestlongkanker ook andere kwaadaardige kankers een duidelijke relatie hebben met blootstelling aan asbest, zoals larynxkanker (strottenhoofdkanker). Men veronderstelt dat alleen mannen op de werkplek aan dusdanig hoge asbestniveaus zijn blootgesteld dat zij asbestlarynxkanker kunnen ontwikkelen. Evenals longkanker wordt larynxkanker voornamelijk door andere risicofactoren dan asbest veroorzaakt. Larynxkanker wordt waarschijnlijk voor minder dan 1% door asbest veroorzaakt. Dit betekent dat in 2016 naar schatting 1-4 personen larynxkanker door werkgerelateerde asbestblootstelling hebben gekregen en ongeveer één persoon in 2016 hieraan is overleden.

Algemeen

Tot 2050 nog bijna 15.800 asbestslachtoffers

De gezondheidseffecten van asbestblootstelling zijn bijna 25 jaar na het verbod op asbest nog steeds zichtbaar: onze analyses tonen dat in 2016 naar schatting bijna 1.300 personen een asbestziekte hebben gekregen. Ook de sterfte is hoog: naar schatting zijn 1.200 personen in 2016 in Nederland overleden als gevolg van blootstelling aan asbest.

Onze resultaten wijken niet af van verwachtingen op basis van eerdere schattingen door anderen. Hoewel de piek van het aantal nieuwe gevallen van asbestziekten in 2016-2017 ligt, zullen tot 2050 nog zo'n 15.800 personen gediagnosticeerd worden met een asbestziekte en overlijden ten gevolge hiervan. Niettemin lijken het asbestverbod en andere initiatieven om de (werkgerelateerde) blootstelling aan asbest te verminderen en te vermijden, de komende jaren te gaan leiden tot een daling in het aantal nieuwe asbestgevallen. Of het aantal mesothelioom- en asbestlongkankergevallen helemaal naar nul zal gaan, dus mesothelioom en longkanker als gevolg van asbest helemaal zullen verdwijnen, is afhankelijk van blootstelling die nu nog plaatsvindt en dus onbekend.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Wereldwijd worden zeker 125 miljoen mensen blootgesteld aan asbest op de werkplek. Alle vormen van asbest zijn kankerverwekkend voor mensen. Jaarlijks sterven dan ook ruim 107.000 mensen aan asbestgerelateerde ziekten zoals mesothelioom (buikvlies- en borstvlieskanker), asbestlongkanker en asbestose (stoflongen) (World Health Organization, 2014). Asbest is een natuurlijk product dat voornamelijk gebruikt werd in asbestcementproducten in de bouw en industrie. In Nederland is het gebruik van asbest sinds 1993 verboden, maar mede door het veelvuldige gebruik in de vorige eeuw en de (zeer) lange latentietijd is de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten nog hoog (Instituut Asbestslachtoffers, 2016a). De incidentie en sterfte (per 100.000 inwoners) aan mesothelioom in Nederland hoort, samen met Groot-Brittannië en Italië, tot de hoogste van de Europese Unie (Jongeneel et al., 2016; Lin et al., 2007; Montanaro et al., 2003; Peto et al., 1999). De incidentie van mesothelioom neemt in de meeste Europese landen nog toe, maar heeft in Zweden ondertussen een piek bereikt. Deze vroege piek weerspiegelt het feit dat, in 1976, Zweden het eerste land in Europa was dat een (bijna) totaalverbod op asbestgebruik instelde (Järvholm & Burdorf, 2015; Stayner et al., 2013).

De Gezondheidsraad heeft enkele adviezen uitgebracht over het bijstellen van blootstellingsgrenswaarden voor asbest ter voorkoming van mesothelioom, asbestose en asbestlongkanker (Gezondheidsraad, 1998; Gezondheidsraad, 1999; Gezondheidsraad, 2005; Gezondheidsraad, 2010). Na het Gezondheidsraadrapport in 2010 is een meta-analyse uitgevoerd om de kwaliteit van artikelen over blootstellingsgrenswaarden te onderzoeken (Lenters et al., 2011). Deze meta-analyse en de commentaren hierop vanuit het buitenland tonen aan dat de juiste methode om blootstellingsgrenswaarden te berekenen niet eenvoudig is. Ook schattingen van de (toekomstige) aantallen slachtoffers als gevolg van asbestblootstelling zijn niet eenvoudig te geven. Voor Nederland zijn in het verleden de huidige en toekomstige sterfte door mesothelioom (Burdorf et al., 1997b; Gezondheidsraad, 2010; KWF, 2011; Peto et al., 1999; Segura et al., 2003) en asbestlongkanker (Van der Bij et al., 2016; Van der Laan, 2015; McCormack et al., 2012) geschat. Voor ziekten zoals longkanker, waarbij wel een duidelijke relatie is met asbest maar ook met andere risicovolle stoffen en waarbij aan de ziekte zelf niet te zien is dat het door asbest is veroorzaakt, is het moeilijker een schatting te geven van de (toekomstige) omvang dan voor ziekten waarbij de oorzaak duidelijker is, zoals mesothelioom (Gezondheidsraad, 2010). De schattingen zijn gebaseerd op gegevens over de periode 1969-2007. Door recentere gegevens toe te voegen aan de projecties zouden de schattingen kunnen verbeteren.

Het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) wil graag zoveel mogelijk inzicht krijgen in het huidig en toekomstig vóórkomen van en de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten. Het ministerie heeft het KennisCentrum Asbest van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid

en Milieu (RIVM) daarom gevraagd voor Nederland de meest recente cijfers met betrekking tot asbestgerelateerde ziekten bij elkaar te zetten en een schatting te maken van toekomstige aantallen. Tevens vraagt het ministerie om de uitkomsten van een recente publicatie over asbestlongkanker (Van der Bij et al., 2016) te vergelijken met onze schattingen.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is een schatting te geven van het huidige en toekomstige vóórkomen van asbestgerelateerde ziekten in Nederland op basis van (de meest recente) bestaande gegevens. Dit doen we door de volgende vragen te beantwoorden:

1. Wat is de geschatte huidige incidentie en overleving dan wel sterfte van de verschillende asbestgerelateerde ziekten in Nederland?
2. Wat is de geschatte latentietijd van de verschillende asbestgerelateerde ziekten?
3. Wat is de geschatte ontwikkeling van incidentie en sterfte van de verschillende asbestgerelateerde ziekten in Nederland in de tijd, zowel in het verleden (trends) als in de toekomst?

Het gaat om de asbestgerelateerde ziekten mesothelioom, longkanker, asbestose en indien mogelijk andere asbestgerelateerde ziekten zoals asbestgerelateerde larynxkanker. Bij deze laatste groep ziekten ligt om praktische redenen de focus op de kwaadaardige aandoeningen. Het gaat hierbij om zowel asbestgerelateerde ziekten in de beroepsbevolking als in de gehele bevolking, dus zowel ziekten veroorzaakt door blootstelling op het werk als door omgevingsblootstelling. Het betreft geen onderzoek naar nieuwe gegevens, maar een analyse van bestaand materiaal.

1.3 Opzet

In hoofdstuk 2 beschrijven we de gebruikte begrippen, methoden en gegevens voor het schatten van de huidige en toekomstige incidentie en sterfte. Hoofdstuk 3 beschrijft de voorkomende gezondheidseffecten en asbestgerelateerde blootstelling in Nederland. In dit hoofdstuk tonen we ook de geschatte latentietijden van de verschillende asbestgerelateerde ziekten. De in dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens vormen input voor de schattingen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 4 presenteren we de omvang van de verschillende asbestgerelateerde ziekten in Nederland zoals we hebben geschat op basis van bestaande gegevens. We gaan in dit hoofdstuk in op de bijdrage van asbest aan de verschillende asbestziekten en maken op basis van (inter)nationale literatuur een afweging voor de meest waarschijnlijke schatting van deze bijdrage. Dit hoofdstuk bevat ook per ziekte een verkenning van de toekomst: wat valt er nog aan nieuwe asbestgerelateerde ziektegevallen te verwachten? Ten slotte volgen in hoofdstuk 5 de conclusies uit eerdere hoofdstukken. We staan ook stil bij de consequenties van de uitgangspunten en aannamen op de resultaten.

2 Begrippen, gegevens en methoden

In dit hoofdstuk beschrijven we de gebruikte methoden en gegevens voor het schatten van de actuele en toekomstige cijfers morbiditeit ([incidentie](#)) en mortaliteit (sterfte) met betrekking tot mesothelioom, asbestlongkanker, asbestose en overige asbestgerelateerde kankers in Nederland. In paragraaf 2.1 omschrijven we de verschillende in dit rapport gebruikte begrippen en definities. Paragraaf 2.2 beschrijft de methoden voor het schatten van het asbestgerelateerde deel (voor zover nodig) en het werkgerelateerde deel van de ziekten, en voor het schatten van de huidige en de toekomstige ziektelast (incidentie en sterfte). Paragraaf 2.3 gaat uitgebreider in op de gegevens en bronnen die we hebben gebruikt.

2.1 Begrippen, definities en afbakening

In deze paragraaf omschrijven we de verschillende begrippen en definities die we gebruiken in dit rapport om de huidige en toekomstige omvang van asbestgerelateerde ziekten te beschrijven.

2.1.1 *Asbest*

Asbest is een verzamelnaam voor natuurlijke mineralen die bestaan uit kleine, naaldachtige vezels. Deze zijn met het blote oog niet te zien. De gangbare omschrijving van een (lange) asbestvezel is een asbestdeeltje dat langer is dan 5 µm, een breedte heeft van minder dan 3 µm en een lengte/breedteverhouding van meer dan 3/1

(Arbeidsomstandighedenbesluit, 1997). Er zijn ook kortere vezels.

Asbestvezels zijn onder te verdelen in twee hoofdgroepen:

- Spiraalvormige of serpentijnachtige, waaronder chrysotiel (witte asbest).
- Rechte of amfiboolachtige, waaronder crocidoliet (blauwe asbest), amosiet (bruine asbest), anthophylliet (gele asbest) en actinoliet (groene asbest).

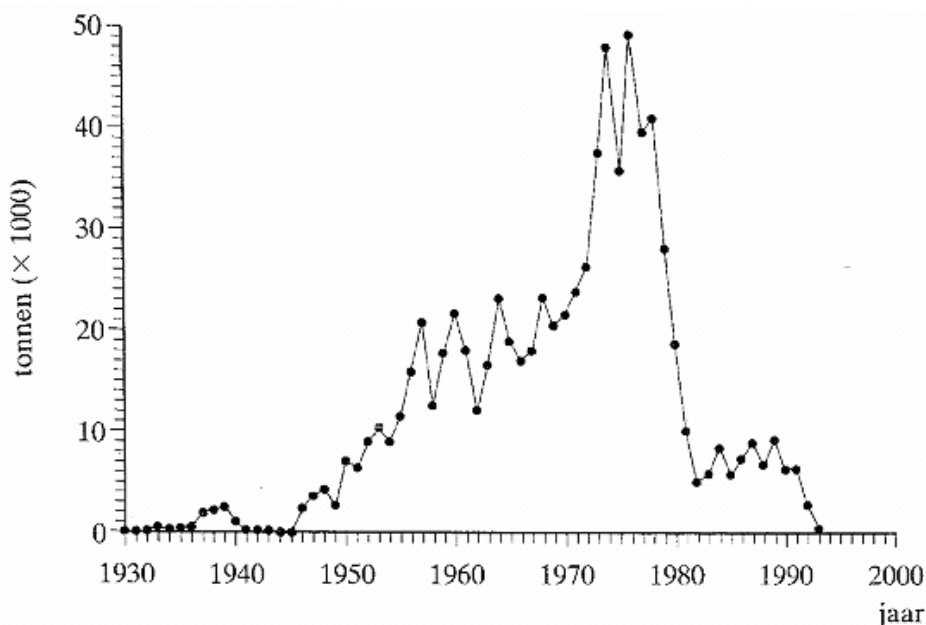
Alleen aan de kleur van het ruwe asbest is met het blote oog te zien tot welke soort het asbest behoort. Wanneer het materiaal is verwerkt, kan dat niet meer (Kenniscentrum InfoMil, 2017). De meest toegepaste soorten zijn wit, blauw en bruin asbest. De blauwe en bruine asbestvezels worden als gevaarlijker beschouwd dan de witte (Baas & Burgers, 2014; Dekkers et al., 2006; Gezondheidsraad, 1999). De lengte en de diameter van de verschillende typen vezels bepalen voor een deel de gezondheidseffecten (Gezondheidsraad, 2010). Zo zijn lange rechte vezels gevaarlijker dan korte gekrulde vezels (Dekkers et al., 2006). In de literatuur wordt veelal aangenomen dat vezels langer dan 5 µm een aanmerkelijk groter vermogen hebben om kanker te veroorzaken dan kortere (ATSDR, 2001; Gezondheidsraad, 2010). Asbestvezels zijn een risico voor de gezondheid als ze vrijkomen in de lucht en worden ingeademd. Zolang asbest vastzit in ander materiaal is het niet per se gevaarlijk; asbestvezels in water en voedsel lijken geen gevaar op te leveren voor de gezondheid (RIVM & Rikilt, 2014). Asbestvezels kunnen in de lucht vrijkomen bij verwerking, door slijtage,

beschadiging of verwijdering van hechtgebonden asbest (Arboportaal, 2016; Atlas Leefomgeving, 2016; Rijksoverheid, 2017; RIVM, 2011). Over het algemeen is het moeilijk te bepalen welke vezelconcentraties zijn ingeademd. Ook de samenstelling van het asbestproduct is vaak niet meer te achterhalen (Baas & Burgers, 2014).

In dit rapport gaan we uit van 'gemengd' asbest. Dat wil zeggen dat we in de analyses geen onderscheid maken tussen verschillende soorten asbest.

2.1.2 Blootstelling

Asbest is vooral na 1950 veel toegepast in Nederland, onder meer in scheepsbouw, fabrieken, woningen en scholen. Sinds 1993 is het verboden om asbest te bewerken, te verwerken of in voorraad te houden (Arbeidsomstandighedenbesluit, 1997; Asbest-verwijderingsbesluit, 1993). Toch vindt nog steeds blootstelling plaats: het in het verleden toegepaste asbest is nog op veel plaatsen aanwezig. Zo kan bij gebouwen die voor 1 juli 1993 gebouwd zijn, asbest aanwezig zijn. Bij slopen, verwijderen of verbouwen van dit soort gebouwen kan iemand dus aan asbest worden blootgesteld.



Figuur 2.1: Invoer van ruwe asbest in Nederland in de periode 1930-1994 (Bron: Burdorf et al., 1997b).

Van primaire asbestindustrie naar blootstelling in en om het huis

De gevallen van asbestgerelateerde gezondheidseffecten zijn een combinatie van verschillende typen (werk)blootstelling. Oorspronkelijk was er vooral sprake van blootstelling in de scheepswerven, isolatiebedrijven en asbestcementindustrie, na 1960 was er een verschuiving waarneembaar van de primaire asbestindustrie naar de asbestgebruikende industrie, zoals bouw, oliewinning en spoorwegbouw en -onderhoud (Burdorf et al., 2009; Dahhan et al., 2003). Hoewel het sinds 1993 verboden is om asbest te bewerken, te verwerken of in

voorraad te houden, en de asbestblootstelling in Nederland sindsdien (fors) lager is geworden, is het in het verleden toegepaste asbest nog aanwezig (bijvoorbeeld in oude gebouwen) en vindt nog steeds asbestblootstelling plaats. Tegenwoordig is een relatief steeds groter deel van de gevallen afkomstig van (onbewuste of onbedoelde) blootstelling anders dan de industrie, zoals klussen in een huis met asbest, maar ook van blootstelling, waarbij de bron onbekend of onduidelijk is ('spontane gevallen') (Burdorf et al., 2009; Darnton & Hutchings, 2012; Riley & McNab, 2016).

Werkgerelateerde, omgevings- en onbekende blootstelling

Blootstelling aan asbest kunnen we onderverdelen in werkgerelateerde en omgevingsblootstelling en onbekende dan wel onduidelijke blootstelling (zogenoemde 'spontane' gevallen). De asbestziektegevallen van nu zijn een gevolg van blootstelling in het verleden. Asbestziekten lijken vooral op te treden na beroepsmatige blootstelling (Gezondheidsraad, 1999), althans bij mannen. Voor vrouwen lijkt het erop dat zij vooral via het werk van hun partner en via de omgeving zijn blootgesteld (Mensi et al., 2016; Darnton & Hutchings, 2007; Sinninghe Damsté et al., 2007).

Werkgerelateerde blootstelling

Met werkgerelateerde blootstelling wordt alle blootstelling tijdens het werk en werkactiviteiten bedoeld. Zowel blootstelling als gevolg van het eigen werk van een individu, als blootstelling als gevolg van het werk van anderen op dezelfde werkplek (Darnton & Hutchings, 2007). Vooral mannen zijn/werden blootgesteld in de arbeidssituatie (Mensi et al., 2016; Darnton & Hutchings, 2007; Gezondheidsraad, 1999). In de werkomgeving kan blootstelling nog steeds plaatsvinden bij het slopen van gebouwen en woningen, bodemsanering en reparatie van met asbest geïsoleerde objecten en machines (Burdorf et al., 2009; Gezondheidsraad, 2010).

Tabel 2.1: Beroepen in Nederland waarin nu nog mogelijk blootstelling aan asbest optreedt.

Bedrijfstak	Beroep
Afvalverwerkers asbest	Werknemers van afvalbedrijven en stortplaatsen.
Asbestverwijderings- branche	Werknemers in asbestverwijderingsbedrijven en aanverwante sloopbedrijven.
Auto- en assemblage-bedrijven	Automonteurs, werknemers oldtimergarages en motorrevisiebedrijven; reparaties aan auto's van voor 1995 met asbesthoudende remvoeringen en pakkingen.
Bouwnijverheid en installatiebedrijven	Werknemers in onderhoud en reparatie; onderhoud aan gebouwen, installaties, apparaten of voertuigen (vooral schepen en treinen) met asbesthoudend materiaal.
Hulpverlening	Medewerkers van de brandweer, politie; hulpverlening bij brand in gebouwen met asbesthoudend materiaal.
Landbouw	Veetelers en hulpkrachten in de landbouwsector.

Bron: Burdorf et al., 2009.

In Tabel 2.1 staat een aantal bedrijfstakken en bijbehorende beroepen waar mogelijk nog blootstelling aan asbest kan optreden. Het is echter niet zo dat je in deze bedrijfstak of in dit beroep per definitie wordt blootgesteld aan asbest; dit hangt af van de werkzaamheden. Tot de werkgerelateerde blootstelling rekenen we ook alle blootstelling die plaatsvindt en -vond buiten het werk, maar het gevolg is van werkactiviteiten van anderen. Een voorbeeld hiervan is het wassen van werkkleding gedragen door asbestwerkers, dat veel werd gedaan door de huisgenoten van de asbestwerkers (Mensi et al., 2016; Darnton & Hutchings, 2007). In de literatuur wordt dit ook wel 'paraoccupational exposure' of 'huishoudensblootstelling' genoemd.

Omgevingsblootstelling

Naast werkgerelateerde blootstelling is ook blootstelling mogelijk door de omgeving (milieu- of omgevingsblootstelling), doordat mensen wonen of werken in een omgeving met asbest. Zo kan het wonen of werken/klussen in asbesthoudende gebouwen die in slechte staat verkeren en doe-het-zelfactiviteiten met asbesthoudende materialen leiden tot asbestblootstelling (Darnton & Hutchings, 2007; Gezondheidsraad, 2010), evenals het wonen in de nabijheid van voormalige asbestindustrieën. Zo komt meer mesotheliom voor bij vrouwen in Goor (Twente) dan in de rest van Nederland door de blootstelling aan asbest in de omgeving (Sinninghe Damsté et al., 2007). In Goor staat de Eternit-fabriek waar vroeger asbest werd geproduceerd. Het bedrijf heeft grote hoeveelheden asbesthoudend afval gratis aan de omwonenden en de gemeente gegeven ter verharding van wegen, erven en paadjes in tuinen (Sinninghe Damsté et al., 2007; Hennekam et al., 1984). Overigens is dit ook bij mannen te verwachten, maar dat is (nog) niet aan te tonen door het grote belang van beroepsmatige blootstelling bij mannen (Riley & McNab, 2016). Ook is asbest gebruikt als dakbedekking. Asbestdaken verweren in de buitenlucht, waardoor asbestvezels kunnen vrijkomen. Ook kunnen asbestdeeltjes vrijkomen bij brand. Vanaf 2024 zijn asbestdaken in Nederland verboden; de daken met asbesthoudende bedekking moeten voor die tijd zijn verwijderd (Kamerstuk, 2015). Er komen nog steeds asbestvezelconcentraties voor in de omgeving, al zijn de asbestvezelconcentraties minimaal een factor 80 lager dan 30-40 jaar geleden (Tromp, 2016). De gemiddelde asbestvezelconcentratie is ongeveer 35 vezels/m³ (spreiding <30-81 vezels/m³). Een klein deel van deze vezels is langer dan 5 µm.

Onbekende blootstelling: 'spontane gevallen'

Er komen steeds meer aanwijzingen dat er ook gevallen zijn die we niet kunnen verklaren door werkgerelateerde of omgevingsblootstelling. Deze gevallen lijken te zijn ontstaan zonder dat er blootstelling lijkt te zijn opgetreden (Rake et al., 2009; Riley & McNab, 2016; Darnton & Hutchings, 2012). Het is onduidelijk of blootstelling heeft plaatsgevonden en zo ja, waar deze blootstelling vandaan komt. Een deel van deze gevallen zal waarschijnlijk toch zijn ontstaan door omgevings- of werkgerelateerde blootstelling, maar deze is dan onbekend. Deze gevallen noemen we 'spontane gevallen'. Dit deel is overigens zeer klein. In dit rapport rekenen we de 'spontane gevallen' tot de omgevingsblootstelling, omdat het veelal onduidelijk is waar de

blootstelling vandaan komt en deze blootstelling mogelijk toch omgevingsblootstelling betreft.

Tabel 2.2: Blootstelling aan asbest.

Werkgerelateerd	Alle blootstelling tijdens het werk en werkactiviteiten; hetzij als gevolg van het eigen werk van een individu, hetzij als gevolg van het werk van anderen op dezelfde werkplek.
Omgeving	Alle blootstelling uit de omgeving doordat mensen wonen of werken in een omgeving met asbest, verkeer.
Onbekend/ onduidelijk	Spontane gevallen die lijken te ontstaan in afwezigheid van asbestblootstelling; het is onduidelijk of asbestblootstelling heeft plaatsgevonden.

Vezeljaren en cumulatieve blootstelling

Voor de (werkgerelateerde) blootstelling aan asbest is de cumulatieve blootstelling van belang. De kans op asbestose en asbestlongkanker hangt samen met de cumulatieve blootstelling. Deze cumulatieve blootstelling is het product van de blootstellingsconcentratie in vezels/ml en de blootstellingsduur in (arbeids)jaar (Gezondheidsraad, 1999; Gezondheidsraad, 2010). De cumulatieve asbestblootstelling wordt uitgedrukt in de eenheid 'vezeljaar', het aantal vezels/ml x (arbeids)jaar. Eén vezeljaar komt overeen met inademing van lucht met één asbestvezel per ml, gedurende 240 achturige werkdagen per jaar. Ofwel: Een vezeljaar staat voor één jaar dagelijks werken in een omgeving met een gemiddelde concentratie asbestvezels van 10^6 vezels per m^3 lucht.

In dit rapport betrekken we werkgerelateerde (inclusief 'paraoccupational') en omgevingsblootstelling (inclusief onbekend/ onduidelijk) aan asbest. Door gebrek aan gegevens kan dit alleen voor mesothelioom. Voor de andere gezondheidseffecten gaan we alleen uit van werkgerelateerde blootstelling.

2.1.3

Grenswaarden

In het Arbeidsomstandighedenbesluit zijn wettelijke grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling aan verschillende typen van asbest (chrysotiel en asbestamfibolen) opgenomen voor de bescherming van werknemers (Arbeidsomstandighedenbesluit, 1997). De wettelijke grenswaarden gelden voor asbestvezels. Een verlaging van een grenswaarde voor asbestvezels kan een prikkel zijn om de manier van werken aan te passen, zodat werknemers minder worden blootgesteld. In het geval van asbest is de hoogte van de grenswaarden van invloed op de saneringstechnieken die een asbestverwijderingsbedrijf toepast. Tot 2014 was de grenswaarde van zowel chrysotiel als asbestamfibolen 10.000 vezels per kubieke meter als TGG (Tijd Gewogen Gemiddelde) 8 uur. Op basis van het Gezondheidsraadrapport uit 2010 (Gezondheidsraad, 2010) is met ingang van 1 juli 2014 de grenswaarde voor chrysotiele asbestvezels verlaagd naar 2.000 vezels/ m^3 als TGG 8 uur. Voor de amfibole asbestvezels is de grenswaarde per 1 januari 2017 verlaagd naar 2.000 vezels/ m^3 als TGG 8 uur. Een verdere verlaging van de grenswaarde van asbestamfibolen naar 300 vezels/ m^3 , een verlaging die wenselijk wordt geacht vanuit gezondheidkundig perspectief, acht de Sociaal-Economische Raad (SER) op dit moment

nog niet haalbaar. De SER zal over vijf jaar (of zoveel eerder als mogelijk) opnieuw naar de haalbaarheid kijken.

Een grenswaarde wil niet zeggen dat blootstelling aan concentraties onder de grenswaarden geen gezondheidseffecten oplevert. Er bestaat geen veilige blootstelling voor zogenoemde stochastisch werkende genotoxische carcinogenen en genotoxische carcinogenen met een onbekend werkingsmechanisme (Gezondheidsraad, 2010; Gezondheidsraad, 2012; IARC, 2012). Het precieze werkingsmechanisme van asbest is niet bekend; uit voorzorg gaan de Gezondheidsraad en WHO ervan uit dat er voor asbest geen veilige grens is af te leiden (Gezondheidsraad, 2010; WHO, 2014). Voor deze carcinogenen is (beleidsmatig) gekozen voor een bepaalde kans die nog toe te staan is op het optreden van de specifieke tumor na blootstelling aan het carcinogeen. In risicoanalyses van asbest (waaronder die van de Gezondheidsraad 2010) wordt een concentratie berekend die overeenkomt met een kans op het optreden van mesotheliom of longkanker later in het leven bij blootstelling gedurende het hele leven. De Gezondheidsraad (2010) gaat bij het berekenen van de concentraties voor milieugrenswaarden uit van concentraties die overeenkomen met een kans om te overlijden aan kanker van één per 10.000 bij blootstelling gedurende het hele leven (beleidsmatig komt deze waarde overeen met het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR)) en een kans om te overlijden aan kanker van één per 1.000.000 bij blootstelling gedurende het hele leven (beleidsmatig komt deze overeen met het Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR-waarde)).

Ook voor arbeidsgerelateerde grenswaarden gaat de Gezondheidsraad uit van twee risiconiveaus: een verbodsrisiconiveau en een streefrisiconiveau. Het verbodsrisiconiveau gaat uit van één extra sterfgeval door kanker per 250 algemene sterfgevallen bij veertig jaar beroepsmatige blootstelling (oftewel een kans om te overlijden aan kanker van één per 10.000 sterfgevallen per jaar), het streefrisiconiveau gaat uit van één extra sterfgeval door kanker per 25.000 algemene sterfgevallen uitgaande van veertig jaar beroepsmatige blootstelling. Deze laatste blootstellingsconcentratie komt overeen met een kans om te overlijden aan kanker van één per 1.000.000 sterfgevallen per jaar, en is gelijk aan het MTR voor milieu bij blootstelling gedurende een jaar.

In dit rapport gaan we ervan uit dat er geen veilige blootstelling is voor asbest (de kans om ziek te worden hangt wel af van de hoogte van de blootstelling).

2.1.4

Gezondheidseffecten van asbest

Asbest vormt een risico voor de gezondheid als de asbestvezels vrijkomen en worden ingeademd. Wanneer asbestvezels worden ingeademd, kunnen ze diep doordringen in de longen en schade veroorzaken. Het inademen van asbestvezels kan op den duur verschillende typen kanker veroorzaken. Ook kan asbestblootstelling leiden tot andere ziekten, zoals asbestose en pleuraplaques. Niet iedereen die asbestvezels inademt, krijgt daardoor kanker of asbestose. De kans op deze ziekten wordt groter wanneer hoge concentraties asbestvezels langdurig worden ingeademd, zoals vroeger voorkwam in

sommige werksituaties. Asbestvezels groter dan 5 µm zijn het meest schadelijk.

Het International Agency for Research on Cancer (IARC) geeft aan dat alle vormen van asbest carcinogeen zijn voor de mens. Als belangrijkste asbestgerelateerde kankers worden mesotheliom en longkanker genoemd. Voor deze ziekten is een duidelijke relatie met asbest aangetoond (IARC-klasse 1) (IARC, 2012). Ook voor larynxkanker (strottenhoofd) en ovariumkanker (eierstok) wordt voldoende bewijs voor mensen gevonden (IARC-klasse 1). Voor farynx-, darm- en maagkanker geldt beperkt bewijs voor mensen (Finnish Institute of Occupational Health, 2014; IARC, 2012; Reid et al., 2011).

Voor dit rapport bestuderen we de gezondheidseffecten asbestose, mesotheliom, asbestlongkanker en asbestgerelateerde larynx- en ovariumkanker.

2.1.5 *Latentietijd en overleving*

Meestal zit er een lange tijd tussen het inademen van de asbestvezels en het ziek worden, van ongeveer tien tot zestig jaar. De latentietijd is de periode tussen eerste (al dan niet continue) asbestblootstelling (het inademen van de vezels) en het moment waarop de asbestgerelateerde ziekte wordt vastgesteld. De latentietijden verschillen behoorlijk per soort ziekte, van ongeveer vijftien voor bijvoorbeeld asbestose tot ruim vijftig jaar voor mesotheliom. Ook binnen de groep personen met dezelfde ziekte variëren de latentietijden. Zo kan de latentietijd voor mesotheliom bij de één dertig jaar bedragen en bij de ander oplopen tot zestig jaar.

De overlevingsduur van een kankerpatiënt is de tijd tussen de diagnose en het overlijden van de patiënt. De (asbestgerelateerde) kankers hebben, naast variërende latentietijden, ook variërende overlevingspercentages. Bij kanker worden meestal 1-, 5- of 10-jaarsoverlevingspercentages genoemd. Dat zijn de percentages patiënten die respectievelijk 1, 5 of 10 jaar nadat de diagnose is gesteld nog in leven zijn. De overlevingskansen van patiënten met kanker variëren sterk per soort kanker en zijn afhankelijk van het stadium waarin de ziekte is vastgesteld (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017b).

2.1.6 *Morbiditeit en mortaliteit: incidentie, 10-jaarsprevalentie en sterfte*

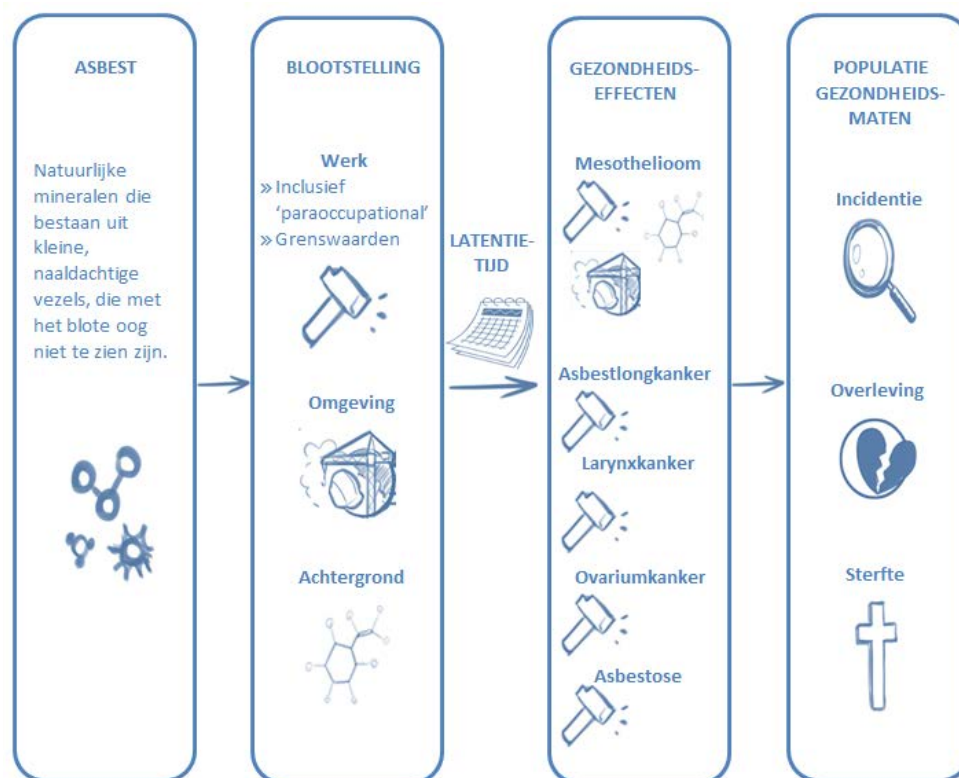
De omvang ofwel het voorkomen van de asbestgerelateerde ziekten beschrijven we met behulp van de sterfte, de incidentie en de 10-jaarsprevalentie. De sterfte is het aantal mensen dat overlijdt in een bepaalde periode, bijvoorbeeld een jaar. De onderliggende of primaire doodsoorzaak is de ziekte of de gebeurtenis waarmee de aaneenschakeling van gebeurtenissen die tot de dood leidde, startte. De gebruikte doodsoorzaakcodes zijn afkomstig van de International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD, 10e revisie) van de World Health Organization (WHO).

De incidentie betreft het aantal nieuwe gevallen binnen een populatie waarbij een bepaalde toestand (ziekte) op een bepaald tijdstip aanwezig is. De 10-jaarsprevalentie is een gebruikelijke maat in de kankerregistratie en beschrijft het aantal mensen dat op 1 januari van

een bepaald jaar nog in leven is en bij wie in de tien jaar daaraan voorafgaand de ziekte is gediagnosticeerd.

2.2 Methoden

In dit rapport schatten we op basis van bestaande gegevens het huidige (Paragraaf 2.2.1) en toekomstige (Paragraaf 2.2.4, Bijlage 3) voorkomen van asbestgerelateerde gezondheidseffecten (zie Figuur 2.2). Hiertoe hebben we literatuur en experts geraadpleegd over de meest recente inzichten. De asbestgerelateerde gezondheidseffecten zijn een gevolg van blootstelling aan asbest. De ziekten komen zowel in de werknemerspopulatie als in de gehele Nederlandse populatie (niet-werknemerspopulatie) voor. Dit rapport betreft dan ook zowel de bevolking blootgesteld in de arbeidssituatie als de gehele populatie – al heeft blootstelling aan asbest voor het merendeel in de arbeidssituatie plaatsgevonden.



Figuur 2.2: Schematische weergave van het rapport.

2.2.1 Morbiditeit en mortaliteit: huidige omvang

Asbestose

Asbestose is per definitie veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Het vóórkomen van asbestose wordt in Nederland niet geregistreerd.

Om een idee te krijgen van de huidige omvang van asbestose gaan we uit van sterftcijfers, het aantal asbestosegerelateerde ziekenhuisopnamen en het aantal geaccepteerde compensatieclaims. Geen van deze cijfers geeft het voorkomen van de asbestose, maar samen geven ze wel een idee van de huidige omvang. De klinische diagnose van asbestose is overigens zeer afhankelijk van de

beroepsanamnese; als er geen goede beroepsanamnese is, kan dit leiden tot onderschatting van het aantal gevallen van asbestose. Er zijn geen sterftcijfers bekend van asbestose. Het CBS rapporteert alleen sterftcijfers voor pneumoconiosen door asbest en andere minerale vezels. Asbestose maakt hier onderdeel van uit. Het CBS presenteert cijfers over het aantal ziekenhuisopnamen uit de Landelijke Medische Registratie (LMR). Het betreft hier klinische opnamen, dagopnamen en totaal aantal ziekenhuisopnamen met als diagnose asbestose. Er zijn alleen gegevens beschikbaar voor mannen. Tot slot hebben we, om een inschatting van de incidentie te kunnen krijgen, gebruikgemaakt van de aantallen ingediende en goedgekeurde claims aan het Instituut Asbestslachtoffers (IAS). Sinds 1 april 2014 is het mogelijk om een financiële tegemoetkoming van de Staat te krijgen voor asbestose. Om voor compensatie in aanmerking te komen, moet een patiënt aan bepaalde voorwaarden voldoen. Deze voorwaarden zijn opgesteld omdat er geen specifieke onderzoeken zijn die de diagnose ondersteunen. De voorwaarden bestaan uit een arbeidsanamnese (aantonen van langdurige blootstelling aan asbest), aanwezigheid van longfibrose (met behulp van een CT-scan) en de mate van longfunctiebeperking. Het IAS en het Nederlands Asbestose Panel (NAP) beoordelen of aan alle voorwaarden is voldaan (Hagmolen of ten Have et al., 2016).

Mesotheliom, longkanker en overige kankers

Voor elk kankertype (mesotheliom, longkanker en overige kankers) hebben we de huidige [incidentie](#) en sterfte voor Nederland geschat met behulp van data voor de gehele populatie. Afhankelijk van de asbestgerelateerde ziekte hebben we vervolgens geschat:

- a. Het asbestgerelateerde deel / het door asbestblootstelling veroorzaakte deel.
- b. Het door asbestblootstelling op de werkplek veroorzaakte deel.

Ad a) Schatting van het door asbestblootstelling veroorzaakte deel

Kankerspecifieke incidentie- en sterftcijfers (ongeacht of ze werkgerelateerd zijn) zijn voor de totale bevolking bekend, maar de grootte van de relatie met asbestblootstelling is lang niet altijd bekend. Dit verschilt per ziekte.

Mesotheliom

Mesotheliom wordt voornamelijk veroorzaakt door asbest (Gezondheidsraad, 2005; De Bruin et al., 2009). De cijfers over mesotheliom betreffen voornamelijk asbestgerelateerde cijfers. Vermoedelijk ontstaat een klein deel door andere blootstelling; zo komt mesotheliom bijvoorbeeld ook voor bij patiënten die bestralingstherapie hebben ondergaan (zie Paragraaf 3.2.1). Maar dat laten we hier buiten beschouwing; we gaan ervan uit dat mesotheliom alleen door asbest wordt veroorzaakt.

Asbestlongkanker

Longkanker wordt niet alleen veroorzaakt door asbest, maar vooral door andere kankerverwekkende stoffen, zoals tabaksrook (Volksgezondheidszorg.info, 2017a; Gezondheidsraad, 2005). Het is onbekend welke gevallen van longkanker zijn veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Het asbestgerelateerde aandeel van longkanker moeten we daarom schatten. Dit doen we via twee algemeen geaccepteerde benaderingen:

1. Longkanker gerelateerd aan mesothelioom; deze benadering gaat ervan uit dat het vóórkomen van asbestlongkanker in een bepaalde verhouding staat tot het vóórkomen van mesothelioom. Dit verhoudingsgetal wordt afgeleid uit epidemiologisch onderzoek.
2. Populatie Attributieve Fractie (PAF)-benadering; we maken hierbij gebruik van zowel internationale als nationale PAF's uit de literatuur; zie verdere uitleg over deze methode in Paragraaf 2.2.2.

Overige asbestgerelateerde kankers

Ook voor de overige asbestgerelateerde kankers is het aandeel dat door asbest is veroorzaakt, niet bekend. Om dit aandeel te kunnen schatten, hebben we voor deze kankers de PAF-methode gebruikt en hiervoor de PAF's van de Health and Safety Executive (HSE, Verenigd Koninkrijk) gebruikt (Fortunato et al., 2012; Brown et al., 2012; Darnton & Hutchings, 2012; Rushton et al., 2012a; Baffa et al., 2012). De HSE heeft voor een aantal kankers de bijdrage van asbest door werk (werkgerelateerde PAF's) berekend, maar niet voor alle asbestgerelateerde kankers. De kankers waarvoor geen PAF's van de HSE beschikbaar waren, hebben we niet meegenomen in de analyses.

Ad b) Het door asbestblootstelling op het werk veroorzaakte deel

In Nederland zijn weinig gegevens beschikbaar over werkgerelateerde ziekten in Nederland (Arbobalans, 2016). Daarom hebben we gegevens van de gehele populatie gebruikt en geschat welk deel door werk is ontstaan. We hebben [PAF's](#) gebruikt om dit door werk ontstane deel te schatten. De PAF geeft bijvoorbeeld aan hoeveel procent van het totale gezondheidsverlies is toe te schrijven aan werkgerelateerde factoren. Op deze manier kunnen we een schatting maken van de bijdrage van asbestblootstelling op de werkplek aan de morbiditeit en mortaliteit in Nederland.

2.2.2

Populatie Attributieve Fracties

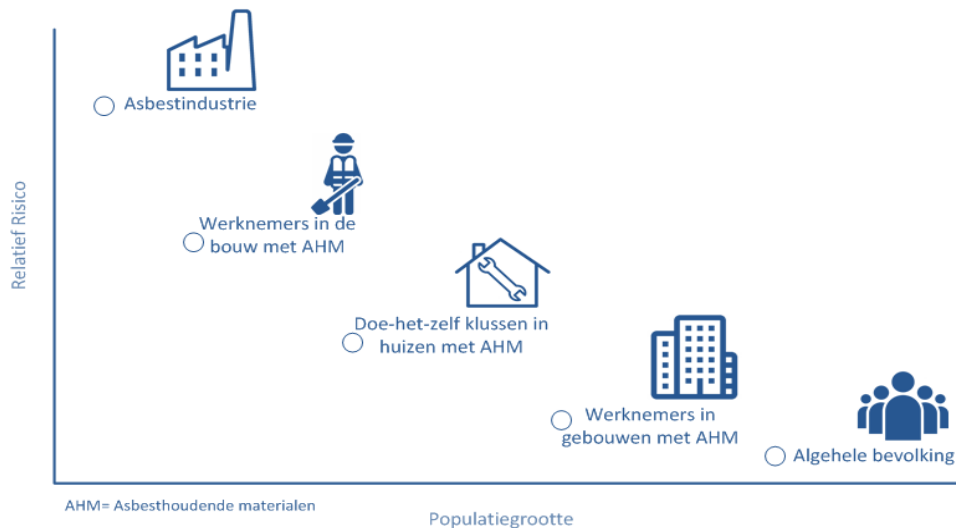
Betrouwbare gegevens over morbiditeit en mortaliteit als gevolg van beroep of werkgerelateerde blootstelling zijn meestal niet aanwezig. Daarom wordt internationaal de Populatie Attributieve Fractie-methode (PAF) veel gebruikt om het door werk veroorzaakte deel van een ziekte te schatten (Jongeneel et al., 2016). De PAF geeft aan hoeveel procent van het totaal aantal ziekte- of sterfgevallen is toe te schrijven aan risicofactoren zoals arbeidsrisico's. In dit rapport gaat het dan om blootstelling aan asbest tijdens het werk als arbeidsrisico. De PAF geeft in dit geval aan de proportie personen met mesothelioom (of longkanker) dat is toe te schrijven aan asbestblootstelling op het werk. De PAF kan worden gezien als de proportie gevallen die niet zouden zijn opgetreden in afwezigheid van de blootstelling. De PAF is gebaseerd op

de prevalentie van de risicofactor in de populatie en een maat voor de sterkte van het verband tussen risicofactor en ziekte, meestal het **relatieve risico** (RR), zie ook Bijlage 4.

Blootstelling, blootgestelde populatie en risico op asbestziekten hangen met elkaar samen

Er is een relatie tussen de blootstelling aan asbest en het risico op een asbestgerelateerde ziekte. De gevallen van asbestgerelateerde effecten zijn een combinatie van verschillende typen blootstelling (zie Paragraaf 2.1.2) en (relatieve) risico's. Oorspronkelijk was er sprake van primaire asbestindustrie met een hoge blootstelling en hoge risico's, maar relatief klein in aantal (Figuur 2.3). De asbestblootstelling verplaatste zich naar asbestverwerking, waarbij een iets grotere populatie was blootgesteld aan lagere concentraties met een lager risico op ziekte. De derde groep ontstaat door blootstelling aan lage concentraties asbest en omvat de gehele bevolking. De risico's op asbestgerelateerde ziekten zijn hierbij laag.

Risicofactoren met een hoog relatief risico (RR) kunnen op populatieniveau toch weinig gezondheidsverlies met zich meebrengen als weinig mensen aan de risicofactor zijn blootgesteld (lage PAF). Andersom kunnen risicofactoren met een lage RR veel gezondheidsverlies in de populatie geven als veel mensen aan deze risicofactor zijn blootgesteld (hoge PAF).



Figuur 2.3: Schematische weergave van de relatieve grootte van de blootgestelde populatie en het risico op het ontwikkelen van asbestgerelateerde klachten.

Internationale PAF's

Voor Nederland zijn nauwelijks bruikbare cijfers beschikbaar over het aantal personen (werkenden) dat blootgesteld is en was aan asbest. Het berekenen van PAF's is dan niet goed mogelijk. Wij hebben uit de internationale literatuur bekende PAF's gebruikt, waarbij we aannemen dat het percentage blootgestellten in Nederland vergelijkbaar is met het percentage blootgestellten in het betreffende land waarop de PAF is gebaseerd.

In de literatuur zijn PAF's voor mannen en PAF's voor vrouwen bekend. De PAF's voor mannen en vrouwen verschillen, omdat het type blootstelling (werk, omgeving) en het bijbehorende blootgestelde percentage mannen en vrouwen verschilt (zie Paragraaf 2.1.2).

PAF's mesotheliom, asbestgerelateerde longkanker en asbestose

Voor mesotheliom, asbestgerelateerde longkanker en asbestose hebben we uit de literatuur bekende PAF's gebruikt om 'het werkgerelateerde deel' (het aantal asbestziekten door werk veroorzaakt) te schatten. Hiervoor hebben we een literatuurstudie uitgevoerd in PubMed (Medline). De zoekstrategie bevatte de (Engelse) termen (of het Nederlandse equivalent): '*lungcancer*' (of een afgeleide daarvan), '*asbestos*' en '*attributable fraction*' (en/of een afkorting hiervan). Studies moesten gepubliceerd zijn in het Engels of in het Nederlands. Zowel cohortstudies als systematische reviews werden gebruikt. De data hebben we geprioriteerd op basis van het land waarin de studie is uitgevoerd, omdat de incidentie en sterfte in Nederland niet vergelijkbaar zijn met andere landen. Als eerste hebben we gekeken naar data afkomstig uit Nederland, vervolgens naar West-Europese data met als specifieke landen Groot-Brittannië en Italië, omdat in deze landen de incidentie en de sterfte het meest vergelijkbaar zijn met de situatie in Nederland (Lin et al., 2007). Deze gegevens zijn verder aangevuld met informatie uit de overige Europese landen, Noord-Amerika en Australië.

PAF's van de overige ziekten

Voor de andere asbestgerelateerde kankers hebben we gebruikgemaakt van de PAF-schattingen van de HSE (Rushton et al., 2012a; Rushton et al., 2012b). De HSE heeft voor een aantal kankers de bijdrage van asbest door werk (werkgerelateerde PAF's) berekend.

2.2.3

Trends

Voor de periode 1989 tot en met 2016 zijn cijfers beschikbaar van de Nederlandse Kankerregistratie (NKR) van het Integraal Kankercentrum Nederland (IKNL) voor de [incidentie](#) van mesotheliom en longkanker. Per geslacht zijn voor elke kanker zowel de absolute als de aantallen per 100.000 (incidentierates) weergegeven voor alle 5-jaarsleeftijdscategorieën. Met behulp van deze incidentiecijfers hebben we voor mesotheliom de trend voor mannen en vrouwen in de periode 1989-2016 geanalyseerd.

Voor asbestgerelateerde longkanker is het niet goed mogelijk om trends te onderscheiden, omdat alleen cijfers voor longkanker (ongeacht de oorzaak) beschikbaar zijn. Deze cijfers zijn niet toegespitst op asbest en dat maakt het moeilijk een trendberekening te maken, aangezien een groot deel van longkanker veroorzaakt wordt door roken. Dit geldt ook voor de overige asbestgerelateerde kankers.

Voor asbestose zijn weinig tot geen historische gegevens beschikbaar; een trend voor de incidentie, prevalentie of sterfte van asbestose kunnen we daarom niet laten zien (Dekkers et al., 2006; Gezondheidsraad, 1999). Een trend in ziekenhuisopnamen is wel te geven: cijfers over klinische opnamen zijn beschikbaar voor de periode 1981-2012. Deze cijfers betreffen alleen mannen.

2.2.4 Toekomst

Aan de hand van beschikbare gegevens hebben we met trendscenario's de toekomstige aantallen ziektegevallen voor de periode 2017-2050 geschat (volgens de de VTV-2018 Trendscenario's (RIVM, 2017)). De toekomstprojecties zijn gebaseerd op een combinatie van demografische en epidemiologische projecties.

Mesotheliom en asbestlongkanker

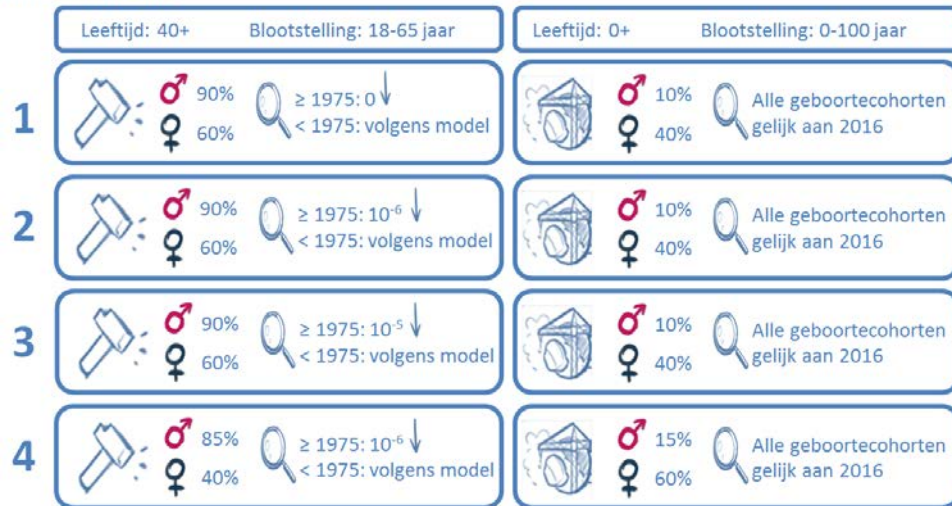
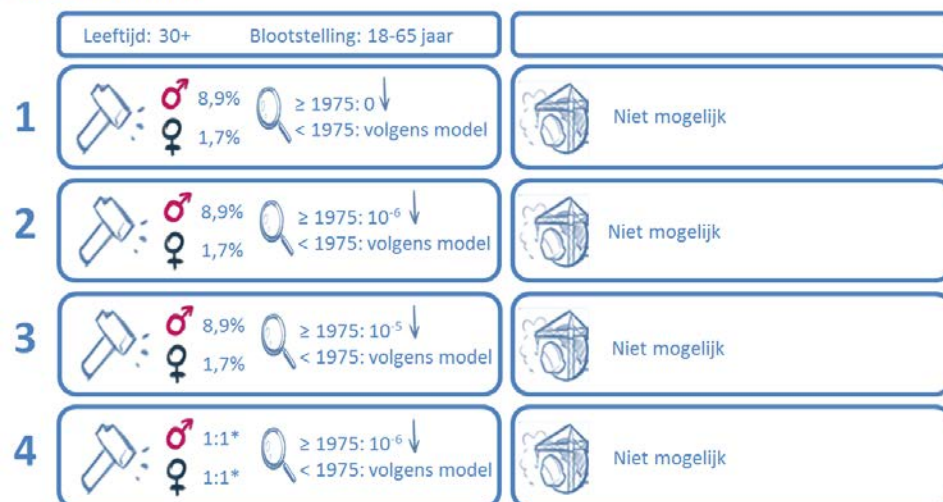
Om een schatting te maken van het aantal gevallen met mesotheliom en asbestlongkanker door werkgerelateerde asbestblootstelling in de toekomst, hebben we met behulp van een leeftijd-cohortmodel voor beide kankers trendscenario's uitgewerkt.

Voor de periode 2017-2050 hebben we geschat hoeveel mensen mesotheliom en asbestlongkanker zullen ontwikkelen ([incidentie](#)).

De methoden staan in Bijlage 3 uitgebreid beschreven. In het kort komt het erop neer dat we de geregistreerde mesotheliom- en longkankergevallen van het Integraal Kankercentrum Nederland (IKNL) over de periode 1989-2016 voor mannen en voor vrouwen hebben omgerekend naar incidentierates. Hierbij hebben we gebruikgemaakt van de leeftijds- en geslachtspecifieke bevolkingsaantallen van het CBS over dezelfde periode. De incidentiecijfers zijn vermenigvuldigd met de [PAF](#) uit de literatuur, voor mesotheliom met de PAF voor werkgerelateerde en omgevingsblootstelling en voor longkanker met de PAF voor de werkgerelateerde asbestblootstelling. Voor mannen en vrouwen is een aparte PAF gebruikt.

Voor de werkgerelateerde analyses hebben we het periode-leeftijdbestand van het IKNL omgezet naar een leeftijd-cohortbestand, waarbij cohort betrekking heeft op de geboortecohorten. De geboortecohorten reflecteren de asbestblootstelling in de tijd en daarmee ook de sterk veranderde blootstelling. Met een Poisson-regressiemodel hebben we de leeftijdsspecifieke rates gefit voor de geboortecohorten 1890-2016, overeenkomend met leeftijden 0-99 en periode 1989-2016. De incidentierates worden beschreven met tweedimensionale P-splines. Het model is vervolgens gebruikt om de leeftijdsspecifieke incidentierates te extrapoleren naar de toekomst en terugvertaald naar de periode 2017-2050. Deze geschatte incidentierates zijn vermenigvuldigd met de verwachte populatie-aantallen over de periode 2017-2050 (CBS-bevolkingsprognose 2016) om absolute aantallen te krijgen.

Voor de omgevingsblootstelling van mesotheliom zijn we uitgegaan van het gemiddelde van de waargenomen incidentierates over 2014-2016. Dit hebben we gedaan omdat mesotheliom kleine aantallen betreft en toeval dan een belangrijke factor is. We veronderstellen dat deze leeftijd- en geslachtspecifieke incidentierates gelijk blijven in de toekomst. Deze incidentierates hebben we vervolgens vermenigvuldigd met de verwachte populatie-aantallen per leeftijdsgroep over de periode 2017-2050 (CBS-bevolkingsprognose 2016) om absolute aantallen te krijgen.

Mesothelioom**Asbestlongkanker**

Figuur 2.4: Schematische weergave van de toekomstscenario's van mesotheliom en asbestlongkanker volgt.

Keuzes en aannames

Mede op basis van de trends over de periode 1989-2016 en de sterk verminderde blootstelling aan asbest sinds 1993 hebben we een aantal keuzes gemaakt over het toekomstig verloop van de incidentie voor asbestgerelateerde ziekten. Aan de incidentie- en sterftedata is namelijk nog niet voor alle leeftijdsklassen te zien dat de blootstelling sterk verminderd is sinds 1993 (dit komt onder andere door de lange latentietijd van mesotheliom en asbestlongkanker). Zonder deze aannames ontstaan incidentiefracties alsof er geen asbestverbod heeft plaatsgevonden en zouden we de aantallen overschatten (Clements et al., 2007; Riley & McNab, 2016). We houden in onze scenario's rekening met dit asbestverbod, maar omdat we niet exact weten welke uitwerking dit heeft, hebben we voor zowel mesotheliom als voor asbestlongkanker verschillende scenario's ontwikkeld. Voor uitgebreide beschrijving en onderbouwing van de keuzes en aannames zie Paragraaf 2.2.4 en Bijlage 3.

Werkgerelateerde en omgevingsblootstelling aan asbest

Voor mesotheliom gaan we ervan uit dat de blootstelling niet alleen op de werkplek (inclusief 'paraoccupational' blootstelling) plaatsvindt, maar ook door de omgeving (inclusief 'achtergrondgevallen'). Alle mesotheliomscenario's houden rekening met het verschil in werkgerelateerde en niet-werkgerelateerde blootstelling. Het aandeel arbeid en omgeving schatten we met PAF's uit de literatuur (zie Paragraaf 4.1.2). In scenario's 1-3 gebruiken we werkgerelateerde PAF's voor mannen van 90% en voor vrouwen van 60% en niet-werkgerelateerde PAF's voor mannen van 10% en voor vrouwen van 40% (zie Paragraaf 4.1.2). Scenario 4 is wat PAF's betreft aangepast. Voor asbestgerelateerde longkanker kijken we alleen naar de werkgerelateerde asbestlongkankers, omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over asbestlongkanker door asbestblootstelling in de omgeving.

Voor werkgerelateerde blootstelling gaan we ervan uit dat er in 2065, ruim na het asbestverbod in 1993, de werkgerelateerde incidentie voor alle cohorten nagenoeg nul is. Tevens verwachten we dat de blootstelling fors is gedaald sinds 1993 en dat cohorten jonger dan 1975 niet of veel minder zijn blootgesteld op de werkplek. Voor zowel mesotheliom als voor asbestgerelateerde longkanker gaan we er in scenario 1 van uit dat er sinds 1993 helemaal geen werkgerelateerde asbestblootstelling meer heeft plaatsgevonden. Dat wil zeggen dat we er voor alle geboortecohorten geboren na 1975 van uitgaan dat ze geen asbestlongkanker kunnen ontwikkelen, omdat deze jongere cohorten nooit de kans hebben gehad om aan asbest op de werkplek blootgesteld te zijn geweest. We leggen deze cohorten een restrictie op door naar lagere incidentierates te forceren (zie uitleg trendscenario's). In de scenario's 2-4 veronderstellen we dat er nog wel blootstelling aan asbest heeft plaatsgevonden, ondanks het asbestverbod in 1993. Deze aanname wordt gemaakt onder de overweging dat het verbod op het gebruik van asbest in de industrie en het verbeteren van de werkomgeving niet alle blootstelling aan asbest kan elimineren (Kjærgaard & Andersson, 2000; Segura et al., 2003; Van der Bij et al., 2016).

Voor de omgevingsblootstelling gaan we ervan uit dat er nog wel blootstelling via de omgeving is, maar dat deze sinds het verbod in 1993 veel lager is dan in de jaren voor het verbod (Tromp, 2016). We houden de milieubelasting voor alle geboortecohorten gelijk. Daarbij gaan we ervan uit dat de milieubelasting lang geleden is veroorzaakt en dus alle geboortecohorten via deze weg zijn blootgesteld.

Leeftijd, geboortecohort, blootstellingsleeftijd

Voor alle scenario's zijn we ervan uitgegaan dat een mogelijke werkgerelateerde blootstelling tussen het 18e en 65e levensjaar plaatsvindt, tenzij het asbestverbod tijdens deze periode van kracht is geworden. Overige blootstelling (omgeving) kan het gehele leven plaatsvinden.

We gaan ervan uit dat vanwege de latentietijd, mesotheliom door werkgerelateerde blootstelling niet ontstaat voor het veertigste levensjaar. Dat wil zeggen dat alle mesotheliomgevallen die ontstaan (zijn) voor het veertigste levensjaar mesotheliomgevallen zijn die door

de omgeving (inclusief 'spontaan') zijn veroorzaakt. Voor asbestlongkanker gaan we er om dezelfde reden vanuit dat asbestlongkanker door werkgerelateerde blootstelling niet ontstaat voor het dertigste levensjaar.

Voor werkgerelateerde blootstelling geldt dat het jongste geboortecohort dat blootgesteld kan zijn geweest het geboortecohort van 1975 is: dit zijn de personen die in 1975 zijn geboren. Zij waren 18 jaar in 1993, toen het asbestverbod van kracht werd. Jongere geboortecohorten (geboren na 1975) hebben minder kans gehad om blootgesteld te zijn geweest aan asbest op de werkvloer. Het eerste geboortecohort in onze data is dat van 1890. Voor de geboortecohorten geboren voor 1975 worden de incidentierates geschat/gefit volgens het leeftijd-cohortmodel zonder aanpassingen; hier forceren we dus niets. We noemen dit het 'natuurlijke scenario'.

Trendscenario's mesotheliom

1. Dit scenario veronderstelt dat er sinds 1993 óf geen asbestblootstelling op de werkplek meer heeft plaatsgevonden óf dat de blootstelling onvoldoende is geweest om gezondheidseffecten te veroorzaken. Voor dit scenario hebben we in het model de incidentierates van geboortecohort 1975 en daarmee ook de jongere geboortecohorten naar (bijna) nul 'geforceerd'. De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 volgen het natuurlijke scenario. De incidentierates van het milieugerelateerde deel veronderstellen we constant.
2. In dit scenario nemen we aan dat de werkgerelateerde blootstelling fors is verminderd sinds 1993, maar dat ondanks het verbod op het gebruik van asbest in de industrie en het verbeteren van de werkomgeving niet alle blootstelling aan asbest is geëlimineerd (Kjærgaard & Andersson, 2000; Segura et al., 2003; Van der Bij et al., 2016) en werknemers (onbewust) blootgesteld zijn geweest. We forceren in dit scenario het werkgerelateerde deel van het geboortecohort 1975 en daarmee ook de jongere geboortecohorten, naar een incidentie van 10^{-6} (beleidsmatig komt dit overeen met een verwaarloosbaar risiconiveau voor milieu (Paragraaf 2.1.3; Gezondheidsraad, 2010)). De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 worden geanalyseerd via het natuurlijke scenario en de incidentierates van het milieugerelateerde deel veronderstellen we constant.
3. Scenario 3 veronderstelt dat de risiconiveaus op de werkplek zijn teruggebracht naar het streefrisiconiveau voor arbeid en het maximaal toelaatbaar risico voor milieu (Paragraaf 2.1.3). Dit is gelijk aan het risiconiveau van één per 10.000 gevallen per jaar, ofwel het risiconiveau bij veertig jaar beroepsmatige blootstelling van één extra sterfgeval door kanker per 25.000 algemene sterfgevallen. In dit scenario forceren we de incidentierates van het geboortecohort 1975, en daarmee ook de jongere geboortecohorten, naar 10^{-5} (in plaats van 10^{-4} , omdat in de meeste gevallen de (niet-geforceerde) incidentierates lager zijn dan 10^{-4}). De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 volgen het natuurlijke scenario, de incidentierates van het milieugerelateerde deel veronderstellen we constant.

4. Scenario 4 gaat uit van een aandeel werk (inclusief 'paraoccupational') dat lager is dan in scenario's 1-3: de PAF's voor werkgerelateerde blootstelling voor mannen is in dit scenario 85%, voor vrouwen 40%. Tevens gaan we ervan uit dat de risiconiveaus op de werkplek zijn teruggebracht naar concentraties die overeenkomen met een kans van één op 1.000.000: de geboortecohorten geboren na 1975 hebben een geringe kans om mesothelioom te ontwikkelen. De incidentierates van geboortecohort 1975 en daarmee ook de jongere geboortecohorten, worden geforceerd naar 10^{-6} . De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 worden geanalyseerd volgens het natuurlijke scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op het ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling; deze incidentierates veronderstellen we constant.

Trendscenario's asbestgerelateerde longkanker

1. In dit scenario veronderstellen we dat er sinds 1993 óf geen werkplekgerelateerde blootstelling meer heeft plaatsgevonden óf dat de blootstelling onvoldoende is geweest om gezondheidseffecten te veroorzaken. Dat wil zeggen dat we in het model de incidentierates van het geboortecohort 1975 en daarmee ook de geboortecohorten geboren na 1975, naar (bijna) nul forceren. De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 volgen het natuurlijke scenario.
2. In trendscenario 2 veronderstellen we dat de blootstellingswaarden zijn teruggebracht naar blootstellingswaarden die overeenkomen met het verwaarloosbaar risico (VR) voor milieu. Het VR komt overeen met een kans om te overlijden van één op 1.000.000 bij levenslange blootstelling. Een deel van de werknemers is dus nog wel blootgesteld geweest aan asbest, maar aan lage concentraties. Dit betekent dat de incidentierates van het geboortecohort geboren in 1975 en daarmee ook van de geboortecohorten geboren na 1975, worden geforceerd naar een incidentie die overeenkomt met een kans op overlijden van één per 1.000.000 gedurende het gehele leven, ofwel de incidentierates vanaf geboortecohort 1975 forceren we naar 10^{-6} . De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 worden niet geforceerd (natuurlijke scenario).
3. Trendscenario 3 veronderstelt dat alle geboortecohorten geboren na 1975 nog wel blootgesteld zijn geweest aan asbest, maar aan veel lagere concentraties en veel minder werknemers. Dit betekent dat alle geboortecohorten geboren na 1975 worden geforceerd naar de incidentie die overeenkomt met een kans op overlijden van vier per 100.000 bij beroepsmatige blootstelling; dit komt overeen met overlijden van één per 10.000 gedurende het gehele leven. Dat betekent dat we in het model de incidentierates voor geboortecohort 1975 en daarmee ook de jongere geboortecohorten, forceren naar 10^{-5} (in plaats van 10^{-4} omdat in de meeste gevallen de (niet-geforceerde) incidentierates lager zijn dan 10^{-4}). De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 volgen het natuurlijke scenario, zonder forceren.

4. Dit scenario gaat niet uit van de werkgerelateerde PAF's voor asbestlongkanker (zoals in scenario's 1, 2 en 3), maar gaat ervan uit dat de ratio longkanker-mesothelioom 1:1 is (zie Paragraaf 4.2.2). Dat wil zeggen dat we ervan uitgaan dat asbestlongkanker even vaak voorkomt als mesothelioom. In dit scenario kijken we wat er met mesothelioom gebeurt in plaats van met longkanker, waarbij we veronderstellen dat er na 1993 werkplekgerelateerde asbestblootstelling heeft plaatsgevonden die overeenkomt met een kans van één op 1.000.000 bij levenslange blootstelling. Dat wil zeggen dat we in dit scenario de incidentierates van geboortecohort 1975 en daarmee ook de geboortecohorten geboren na 1975, naar 10^{-6} forceren. De incidentierates van de geboortecohorten geboren voor 1975 worden niet geforceerd en volgen het natuurlijke scenario.

Zie Paragraaf 4.1.4 (mesothelioom) en Paragraaf 4.2.4 (asbestlongkanker) voor resultaten van de trendscenario's.

Asbestose en overige asbestgerelateerde kankers

Bij gebrek aan historische gegevens en vanwege lage schattingen van het aantal personen met de ziekte, hebben we geen kwantitatieve toekomstschattingen gemaakt voor asbestose en de overige asbestgerelateerde kankers.

2.3 Gebruikte gegevens en databronnen

In deze paragraaf beschrijven we welke informatie en welke bronnen we hebben gebruikt voor de beschrijving van de huidige en toekomstige **incidentie** en sterfte.

2.3.1 Gebruikte gegevens asbestgerelateerde ziekten

Alle asbestgerelateerde ziekten – voor zover bekend en volgens IARC (International Agency for Research on Cancer) met voldoende ('sufficient') bewijs voor mensen – hebben we in eerste instantie meegenomen in de analyses. De ICD-10-code voor mesothelioom is C45, voor longkanker C33-C34 en voor asbestose J61 (zie Tabel 2.3).

Tabel 2.3: ICD-10-codes ^{a)} voor asbestgerelateerde ziekten.

Ziekte	ICD-10-code	Bewijs voor relatie met asbest ^{b)}
Strottenhoofdanker (larynx)	C32	Voldoende
Longkanker	C33-C34	Voldoende
Mesothelioom	C45	Voldoende
Ovariumkanker	C56	Voldoende
Pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels	J61	c)

a. ICD: International Classification of Diseases.

b. Gebaseerd op IARC, 2017a: voldoende/genoeg bewijs ('sufficient').

c. Geen IARC-classificatie aanwezig (geen kanker).

Om de huidige en toekomstige morbiditeit en mortaliteit van asbestgerelateerde ziekten te schatten, hebben we de volgende informatie verzameld:

- **Incidentie** naar leeftijd en geslacht van asbestgerelateerde kankers, 1989-2016.

- Sterfte naar leeftijd en geslacht van asbestgerelateerde kankers en pneumoconiosen, 1989-2016.
- Ziekenhuis- en dagopnamen naar leeftijd en geslacht van asbestose, 1981-2012.
- Ontvangen en toegekende claims bij IAS.
- Omvang van de Nederlandse populatie naar leeftijd en geslacht in 1989-2050.
- Populatie attributieve fracties.

2.3.2 Databronnen

Voor de beschrijving van de [incidentie](#) en sterfte hebben we gebruikgemaakt van verschillende bronnen (Tabel 2.4). De cijfers over de huidige incidentie van alle kankers komen van de Nederlandse Kankerregistratie (NKR). De sterftcijfers van alle aandoeningen zijn afkomstig van de Doodsoorzakenstatistiek van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). De incidentie- en sterftcijfers betreffen de op dit moment meest recente gepubliceerde cijfers (2016), ook als ze nog voorlopige cijfers betreffen.

Tabel 2.4: Overzicht van de in dit rapport gebruikte maten, bronnen en schattingen per asbestgerelateerde aandoening.

Ziekte	Maat	Bron	Trends	Huidig	Toekomst
Asbestose	Sterfte	DOS	-	2016	-
	pneumoconiosen	DHD	1981-2012	2012	-
	Ziekenhuisopnamen	IAS	-	2014-2016	-
Mesotheliom	Goedgekeurde claims	IAS	-	2014-2016	-
	Incidentie	IKNL	1989-2016	2016	2017-2050
	Sterfte	DOS	1989-2016	2016	-
	10-jaarsprevalentie	IKNL	-	2015	-
Longkanker	Overleving	IKNL	-	2008-2012	-
	Incidentie	IKNL	-	2016	2017-2050
	Sterfte	DOS	-	2016	-
	Overleving	IKNL	-	2008-2012	-
Larynxkanker	Incidentie	IKNL	-	2016	-
	Sterfte	DOS	-	2016	-
	Overleving	IKNL	-	2008-2012	-
Ovarium-kanker	Incidentie	IKNL	-	-	-
	Sterfte	DOS	-	-	-
	Overleving	IKNL	-	2008-2012	-

DOS= CBS-Doodsoorzakenstatistiek, DHD= Dutch Hospital Data, IAS= Instituut Asbestslachtoffers

Populatie attributieve fracties zijn afkomstig uit de literatuur. Informatie over overige cijfers, zoals het percentage asbestgerelateerde longkankers onder de longkankers, is ook afkomstig uit de literatuur.

De ziekenhuisopnamen van asbestose zijn afkomstig uit de Landelijke Medische Registratie (LMR) van ziekenhuisopnamen van Dutch Hospital Data (Utrecht). Voor het schatten van de incidentie en sterfte in de toekomst hebben we gebruikgemaakt van de CBS-Bevolkingsprognose 2016 met de bevolkingsprognose over 2017-2050 (CBS, 2016).

3 Gezondheidseffecten en asbestblootstelling

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende gezondheidseffecten als gevolg van asbestblootstelling: achtereenvolgens mesotheliom, asbestgerelateerde longkanker, asbestose en overige asbestziekten. We geven een overzicht van de latentietijden en overleving van de ziekten zoals bekend in de literatuur. Deze gegevens dienen als input voor de schattingen van huidige en toekomstige aantallen in Hoofdstuk 4.

3.1 Latentietijd en overleving

De latentietijd, de tijd tussen blootstelling aan asbest en het optreden van de klachten en het stellen van de diagnose, is bij de asbestziekten zeer lang (Tabel 3.1). De gemiddelde en mediane latentietijden in de verschillende studies variëren van ongeveer twintig jaar tot ruim vijftig jaar.

Tabel 3.1: Gemiddelde en mediane latentietijd (in jaren) voor mesotheliom, asbestlongkanker, asbestose en een aantal andere asbestgerelateerde kankers op basis van literatuur.

Asbestgerelateerde Bron ziekte	Latentietijd in jaren
Mesotheliom	Instituut Asbestslachtoffers, 2015 Burdorf et al., 2003 Van der Bij et al., 2012 Aboagye-Safro et al., 2011 Yeon-Soon & Seong-Kyu, 2009 Bianchi et al., 1997
	53,1 (gemiddelde) 40,5 (gemiddelde) 49,0 (mediaan) 36,8 (gemiddelde) 22,6 (gemiddelde) 48,7 (gemiddelde) (14-72 range) 51,0 (mediaan) 22,8-34,0 (mediaan) 44,6 (mediaan)
Longkanker	Aboagye-Safro et al., 2011 Yeon-Soon & Seong-Kyu, 2009 Kishimoto et al., 2010
	32,4 (gemiddelde) 23,2 (gemiddelde) 47,0 (mediaan) (5-71 range) 52,6 (mediaan) ± 7,5
Asbestose	Burdorf et al., 2003
Larynxkanker ^{a)}	Nadler & Zurbenko, 2014
Ovariumkanker	Nadler & Zurbenko, 2014
	37,0 (gemiddelde) 35,4 (gemiddelde) 44,1 (gemiddelde)

Blauwgedrukte studies zijn gebaseerd op Nederlandse data.

a. Strottenhoofdkanker.

De asbestgerelateerde kankers hebben, naast grote verschillen in latentietijd, ook verschillende overlevingspercentages. In Tabel 3.2 staan de percentages voor 1-, 2- en 5-jaarsoverleving per kankersoort, zoals door IKNL berekend over de periode 2008-2012. Er is geen reden om aan te nemen dat de overleving voor een asbestgerelateerde kanker verschilt van die voor hetzelfde type kanker veroorzaakt door een ander risico (De Bruin et al., 2009; Kishimoto et al., 2010).

Tabel 3.2: 1-, 2- en 5-jaarsoverleving per kankersoort in de periode 2008-2012.

Ziekte	1-jaarsoverleving	2-jaarsoverleving	5-jaarsoverleving
Mesotheliom	45 %	22 %	6 %
Longkanker ^{a)}	43 %	28 %	17 %
Larynxkanker ^{b)}	88 %	81 %	68 %
Ovariumkanker	74 %	60 %	38 %

Bron: Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a.

a. Longkanker betreft alleen longtumoren, niet luchtpijptumoren.

b. Strottenhoofdkanker.

3.2 Mesotheliom

3.2.1 Ziekte en blootstelling

Mesotheliom (ICD-10-code C45) is een kwaadaardige aandoening van de vliezen in de borstkas en longen en/of luchtwegen. Het kan in enkele gevallen ook in het hartzakje of in het buikvlies voorkomen. Mesotheliom is ook bekend onder de naam asbestkanker, want in ongeveer 85%-90% van de gevallen is er blootstelling geweest aan asbestvezels (Nederlands Kanker Instituut (NKI), 2016; Instituut Asbestslachtoffers, 2017). Mesotheliom komt ook voor bij patiënten die bestralingstherapie hebben ondergaan, patiënten met een familiale aanleg (waarvan de enige bekende momenteel de BAP1-mutatie is), bij chronische longontsteking, bij blootstelling aan chemische carcinogenen en spontaan (geen positieve asbestanamnese aanwezig) (De Bruin et al., 2009; Dekkers et al., 2006).

Het gevaar van asbest schuilt in het inademen van de vezels. Er is onduidelijkheid over de mate en de duur van de blootstelling aan asbest die nodig zijn om mesotheliom te ontwikkelen. Zo is het onduidelijk hoe groot de kans op mesotheliom is bij incidentele asbestblootstelling (Baas & Burgers, 2014). Wel is duidelijk dat de blootstellingsduur kort kan zijn, in de orde van grootte van maanden. De kans op het ontstaan van mesotheliom lijkt afhankelijk van de concentratie en de duur van de blootstelling aan de asbestvezels: naarmate de blootstelling aan asbestvezels groter is, neemt de kans toe om mesotheliom te krijgen (Dekkers et al., 2006). De beschikbare gegevens bieden onvoldoende aanwijzingen om te veronderstellen dat een maligne mesotheliom pas boven een bepaalde asbestblootstelling optreedt (Instituut Asbestslachtoffers, 2017; Gezondheidsraad, 2010). De WHO en Gezondheidsraad geven aan dat voor carcinogene stoffen zoals asbest, geen veilige grens is af te leiden (WHO, 2014; Gezondheidsraad, 2010; IARC, 2012; IARC, 2017b). In principe kan elke blootstelling aan asbest, hoe klein ook, leiden tot mesotheliom (Gezondheidsraad, 1998; Gezondheidsraad, 2010; IARC, 2012).

3.2.2 Latentietijd en overleving

De tijd tussen blootstelling aan asbest en het ziek worden, de latentietijd, is bij mesotheliom zeer lang (Tabel 3.1). Overigens wordt in onderzoek vaak het stellen van de diagnose als punt gebruikt, omdat het moment van eerste optreden van de klachten niet altijd duidelijk is. Uit de literatuur blijkt dat de gemiddelde latentietijd ongeveer veertig jaar is (Aboagye-Safro et al., 2011; Bianchi et al., 1997; Burdorf et al., 2003; Frost, 2013; Instituut Asbestslachtoffers, 2015; Marinaccio et al., 2007; Van der Bij et al., 2012; Yeon-Soon & Seong-Kyu, 2009). Als we alleen naar de Nederlandse data kijken (Instituut Asbestslachtoffers, 2015; Burdorf et al., 2003; Van der Bij et al., 2012), dan lijkt de

latentietijd iets hoger te liggen: een gemiddelde latentietijd van 40,5 tot 53,1 jaar en een mediane van 49,0 jaar.

Er zijn in de internationale literatuur overigens ook gevallen beschreven van mesothelioom bij kinderen, dat wil zeggen dat de latentietijd in die gevallen heel kort moet zijn geweest (minder dan vijf jaar).

De latentietijd van mensen in het bestand van het IAS lijkt toe te nemen (Instituut Asbestslachtoffers, 2016b): van gemiddeld veertig jaar in de periode 1990-2000, naar gemiddeld 48 jaar in 2005 en gemiddeld 52 jaar in 2014. Ook volgens andere studies neemt de latentietijd toe (D'Agostin et al., 2017; Marinaccio et al., 2007). De latentietijd zou sinds enige tijd stijgen vanwege de vergrijzing en verbeterde overleving van andere ziekten: bij een stijgende levensverwachting mag er een hogere incidentie van mesothelioom worden verwacht in de oudere populatie (Hyland et al., 2007; Smith, 2002). Volgens anderen is dit een kunstmatige stijging en zijn er geen aanwijzingen voor een stijgende latentietijd (Burdorf et al., 2003; Frost, 2013), sommigen rapporteren zelfs een kortere latentietijd (Neumann et al., 2001; Nurminen et al., 2003). De latentietijd is geassocieerd met leeftijd van blootstelling, follow-up tijd en *mortality rate*, maar deze associaties zijn meer een gevolg van de definitie van latentietijd (de tijd tussen eerste blootstelling en incidentie/sterfte) dan dat het een werkelijk effect lijkt te zijn (Frost, 2013; Peto, 1985).



Figuur 3.1: Blootstelling, latentietijd, overleving en voorkomen van mesothelioom.

De prognose voor patiënten is slecht: in de meeste gevallen leidt mesothelioom binnen één tot twee jaar tot de dood. De ziekte komt meer voor bij mannen dan bij vrouwen (Nederlands Kanker Instituut (NKI), 2016; Instituut Asbestslachtoffers, 2017). De lange latentietijd betekent ook dat de meeste cases op latere leeftijd ontstaan; bijna twee derde van de cases ontstaat bij personen boven de zeventig jaar (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a).

De overlevingspercentages zijn voor mesothelioom zeer laag: slechts 6% van de patiënten met mesothelioom is vijf jaar na de diagnose nog in leven.

De meeste mesothelioomgevallen bij mannen ontstaan na werkgerelateerde blootstelling. Bij vrouwen met de diagnose mesothelioom ontstaat de ziekte voornamelijk door werkactiviteiten van

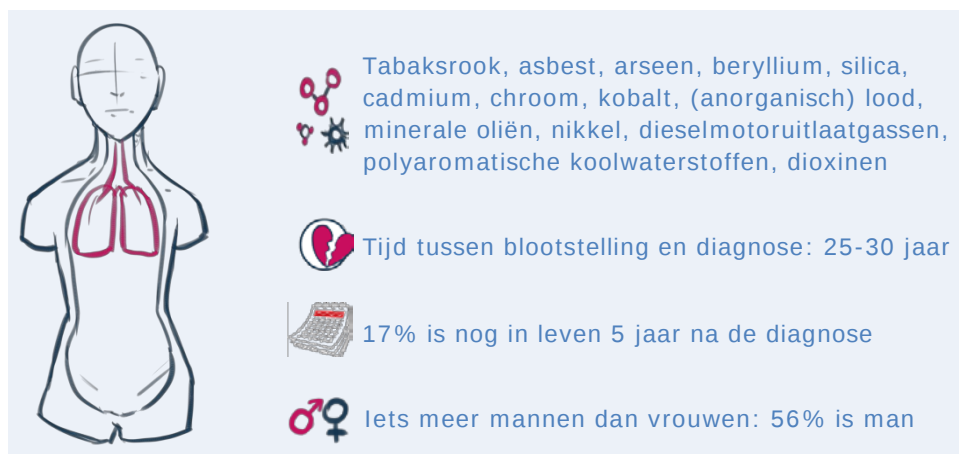
anderen (zoals door het uitkloppen van kleding voor hun partner of zoon) of blootstelling door de omgeving (Sinninghe Damsté et al., 2007).

3.3 Asbestgerelateerde longkanker

3.3.1 *Ziekte en blootstelling*

Longkanker (ICD-10-codes C33 en C34) is een verzamelnaam voor kwaadaardige aandoeningen in de longen en/of luchtwegen. De belangrijkste oorzaak van longkanker is het inademen van tabaksrook. Andere (chemische) stoffen, zoals asbest, kunnen ook longkanker veroorzaken (Volksgezondheidszorg.info, 2017a).

De kans op longkanker neemt toe bij een toename van de cumulatieve blootstelling. Ze varieert van 0,1 tot 5% per [vezeljaar](#) en is het grootst voor lange rechte vezels (Gezondheidsraad, 1999). Er zijn aanwijzingen dat lagere cumulatieve blootstellingsniveaus per vezeljaar een relatief hoger risico vormen dan hogere niveaus. Met andere woorden, de risico's op longkanker zijn bij lagere blootstellingsniveaus relatief hoger dan bij hogere blootstellingsniveaus (Olsson et al., 2017; Gezondheidsraad, 2005; Gezondheidsraad, 1999; Van der Bij et al., 2013). In principe bestaat voor asbest geen veilige blootstelling (Gezondheidsraad, 2010; IARC, 2012; IARC, 2017b).



Figuur 3.2: Blootstelling, latentietijd, overleving en voorkomen van longkanker.

3.3.2 *Latentietijd en overleving*

De tijdsduur tussen contact met asbest en het krijgen van longkanker is lang, maar over het algemeen korter dan bij mesothelioom (Tabel 3.1). Twee internationale studies die gemiddelde latentietijden voor asbestgerelateerde longkanker schatten, komen op 25 tot 30 jaar. Twee andere studies schatten een mediane latentietijd van 47-53 jaar (Tabel 3.1). Er zijn geen Nederlandse data over de latentietijd voor specifiek asbestgerelateerde longkanker. Er is niet bekend of de latentietijd van asbestgerelateerde longkanker aan het veranderen is. De lange latentietijd maakt het lastig om uitspraken te doen over het aantal longkankergevallen dat asbestgerelateerd is. Uit de tumor valt niet af te leiden wat de oorzaak van de longkanker was (Gezondheidsraad, 2005).

Voor wat betreft overleving gaan we ervan uit dat voor patiënten met asbestgerelateerde longkanker dezelfde overleving geldt als voor patiënten met niet-asbestgerelateerde longkanker. Van alle mensen met

longkanker overlijdt bijna 85% binnen vijf jaar na het stellen van de diagnose (Tabel 3.2) (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a; Volksgezondheidszorg.info, 2016).

3.4 Asbestose

3.4.1 *Ziekte en blootstelling*

Asbestose is een stoflongziekte (pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels; ICD-10 code J61) waarbij bindweefselvorming (fibrose) in de luchtwegen plaatsvindt als gevolg van inademing van asbest (Longfonds, 2016; Instituut Asbestslachtoffers, 2017; Gezondheidsraad, 1999). Hierbij worden de wanden van de longblaasjes dikker, waardoor het zuurstofopnemende vermogen van de long vermindert. Dit leidt tot kortademigheid en, in vergevorderde gevallen, tot een zuurstoftekort in het bloed. Door een verhoging van de bloeddruk in de longen, met als gevolg hartfalen, kan asbestose uiteindelijk leiden tot invaliditeit en de dood (Longfonds, 2016; Instituut Asbestslachtoffers, 2017). Asbestose is moeilijk te onderscheiden van andere vormen van longfibrose. Per definitie moet er sprake zijn geweest van blootstelling aan asbest. Asbestose ontstaat bij langdurige hoge blootstelling aan asbest (Dekkers et al., 2006). Voor het optreden van asbestose blijkt een aanzienlijk aantal vezeljaren noodzakelijk te zijn (Gezondheidsraad, 1999). Voor (werkgerelateerde) blootstelling die minimaal noodzakelijk is om asbestose te veroorzaken, wordt een drempelwaarde van vijf vezeljaren aangehouden. Eén vezeljaar komt overeen met inademing van lucht met één asbestvezel per ml (10^6 per m^3) gedurende 240 achturige werkdagen per jaar (Gezondheidsraad, 1999). Voor asbestose wordt verondersteld dat de kans op asbestose evenredig toeneemt met de concentratie en duur van de blootstelling aan asbest (Dekkers et al., 2006).



Figuur 3.3: Blootstelling, latentietijd, overleving en voorkomen van asbestose.

3.4.2 *Latentietijd en overleving*

De symptomen ontstaan meestal pas tientallen jaren na blootstelling (Tabel 3.1). Een Nederlandse studie berekende een gemiddelde latentietijd van 37 jaar voor asbestose (Burdorf et al., 2003).

De prognose van asbestose is afhankelijk van de duur en de hoeveelheid asbestblootstelling, het type asbestvezels (chrysotiel, crocidoliet), de bron van de blootstelling en de hoeveelheid littekenvorming. De ziekte is niet

direct dodelijk; patiënten kunnen jarenlang met deze longaandoening leven. De ziekte vordert langzaam en is (sterk) invaliderend door de sterk verminderde longfunctie (Safe Work Australia, 2014). Asbestose is niet te genezen. De prognose van asbestose is sterk afhankelijk van het stadium van asbestose bij diagnose. Lichte vormen van asbestose hebben een overlevingskans van tot wel tien jaar (Burdorf et al., 2009). Vanwege de langdurige hoge blootstelling aan asbest treft de ziekte in de huidige samenleving vooral mannen van middelbare of latere leeftijd die in de periode van de naoorlogse jaren tot de jaren negentig langdurig en intensief met asbest hebben gewerkt (Hagmolen of ten Have et al., 2016; Safe Work Australia, 2014).

3.5 Overige ziekten

3.5.1 Ziekte en blootstelling

Naast mesotheliom, longkanker en asbestose, is er nog een aantal ziekten waarvan wordt verondersteld dat zij mogelijk ook kunnen ontstaan door blootstelling aan asbest. Zowel de IARC als de Helsinki-criteria noemt voor mensen het bewijs voor de relatie met asbest voldoende voor kanker van het strottenhoofd (larynx) en ovarium. Voor farynx-, maag- en darmkanker is het bewijs voor de relatie met asbest volgens de IARC en de Helsinki-criteria beperkt (Finnish Institute of Occupational Health, 2014; IARC, 2012; IARC, 2017b). Hoe de vezels door het lichaam worden opgenomen na inhalatie is nog niet duidelijk (Reid et al., 2011).



Figuur 3.4: Blootstelling, latentietijd, overleving en voorkomen van larynxkanker.

Om larynxkanker door asbest te krijgen, is blootstelling aan hoge blootstellingsniveaus nodig. Men veronderstelt dat alleen mannen zijn blootgesteld aan dergelijk hoge blootstellingsniveaus en dat dit bijna uitsluitend op de werkplek het geval is (Committee on Asbestos: Selected Health Effects, 2006; Fortunato et al., 2012; Slack et al., 2012). Ook voor ovariumkanker wordt een sterker effect gezien bij de werknemers blootgesteld aan de hoogste niveaus asbest (Camargo et al., 2011).

3.5.2 Latentietijd en overleving

De latentietijden voor larynx- en ovariumkanker door asbest zijn gemiddeld 35 jaar voor larynxkanker en ongeveer 44 jaar voor ovariumkanker (Tabel 3.1) (Nadler & Zurbenko, 2014).

Voor de verschillende soorten kanker variëren de percentages voor 1-, 2- en 5-jaarsoverleving (Tabel 3.2). In de tabel wordt ervan uitgegaan dat voor asbestgerelateerde kanker dezelfde overleving geldt als voor hetzelfde type kanker veroorzaakt door een ander risico. Van de kankersoorten in de tabel zijn de overlevingspercentages naast mesothelioom en longkanker voor ovariumkanker het laagst: vijf jaar na diagnose is 38% van de patiënten nog in leven.



Figuur 3.5: Blootstelling, latentietijd, overleving en voorkomen van ovariumkanker.

3.6 Blootgestelde populatie

Gegevens over het aantal potentieel aan asbest blootgestelde werknemers ontbreken. Hoewel de asbestblootstelling in Nederland fors lager is geworden sinds het verbod op asbestgebruik in 1993, vindt nog steeds (werkgerelateerde of andere) blootstelling aan asbest plaats (Kjærgaard & Andersson, 2000; OSHA, 2004; Peto et al., 1999; Segura et al., 2003). Bovendien zijn ook lage blootstellingswaarden carcinogeen.

In Nederland heeft een verschuiving plaatsgevonden van de beroepen en industrieën waaruit de asbestslachtoffers afkomstig zijn. Voor 1960 was ruim de helft van de slachtoffers blootgesteld in de primaire asbestindustrie, met name in isolatiebedrijven, scheepswerven en de asbestcementindustrie (Burdorf et al., 2009). Sinds 1960 is ruim 70% van de asbestslachtoffers afkomstig uit de asbestgebruikende industrie, zoals de bouw, oliewinning en spoorwegaanleg en -onderhoud (Dahhan et al., 2003). Sinds het asbestverbod in 1993 bestaat de mogelijk aan asbest blootgestelde werknemerspopulatie voornamelijk uit mensen werkzaam in de bouw, onderhoud en reparatie, in asbestverwijderingsbedrijven en afvalverwerkingsbedrijven (Burdorf et al., 2009; Dekkers et al., 2006). De asbestkaart (Burdorf et al., 2009) geeft informatie over historische blootstelling in de periode 1945-1994 (gekozen vanwege het verbod op asbest en asbesthoudende producten). Over hoeveel werknemers in Nederland aan welke waarden sinds 1993 zijn blootgesteld, zijn geen

bruikbare gegevens beschikbaar (in de asbestverwijderingsbranche wordt wel gemeten, maar deze metingen hebben een ander doel en zijn niet bruikbaar voor omvangs- en toekomstanalyses).

4 Omvang van het probleem

Dit hoofdstuk beschrijft de schatting van de omvang van de verschillende gezondheidseffecten van asbest (mesotheliom, asbestlongkanker, asbestose en larynxkanker) in Nederland in 2015-2016. Ook gaan we in dit hoofdstuk in op trends in het verleden. Tot slot werken we voor mesotheliom en asbestlongkanker vier mogelijke scenario's uit om een beeld te krijgen van de toekomst: wanneer kunnen we de piek in het aantal nieuwe gevallen verwachten (of is deze misschien al geweest)? Hoeveel nieuwe gevallen zijn er ten tijde van de piek? En hoeveel nieuwe gevallen kunnen we nog verwachten in de periode 2015-2050? In hoofdstuk 2 en 3 hebben we de beschikbare gegevens, literatuur en keuzes beschreven die als input dienen voor het schatten van de huidige omvang, trends in het verleden en de toekomst. Paragraaf 4.1 behandelt de omvang van mesotheliom in verleden, heden en toekomst. Paragraaf 4.2 schat de huidige en toekomstige omvang van asbestlongkanker. En paragraaf 4.3 en paragraaf 4.4 gaan in op asbestose en larynx- en ovariumkanker.

4.1 Mesotheliom

4.1.1 *Huidige omvang*

Op 1-1-2016 waren er 675 personen met mesotheliom ([10-jaarsprevalentie](#): bij hen is in de tien jaar voor 1-1-2016 de diagnose mesotheliom gesteld): 548 mannen en 127 vrouwen. In 2016 kwamen er 619 personen met mesotheliom bij ([incidentie](#)): 528 mannen en 91 vrouwen (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a). De overlevingsduur van mesotheliom is kort. De sterfte aan mesotheliom is ongeveer gelijk aan het aantal mensen dat jaarlijks wordt gediagnosticeerd met mesotheliom. In 2016 overleden 548 mensen aan mesotheliom: 456 mannen en 92 vrouwen (CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017).

4.1.2 *Aantal mensen met werkgerelateerd mesotheliom*

Mesotheliom wordt voornamelijk veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Vroeger werd verondersteld dat mesotheliom nagenoeg volledig voor rekening kwam van blootstelling aan asbest tijdens het werk. Recentere literatuur geeft aan dat er meer gevallen dan eerder gedacht buiten de directe arbeidsomgeving ontstaan (zie Hoofdstuk 2). Dit blijkt onder andere uit een dosis-responsanalyse voor asbest die de Gezondheidsraad in 2010 heeft gepubliceerd (Gezondheidsraad, 2010). Daaruit blijkt dat de potentie van asbest om kanker te veroorzaken bij lage concentraties hoger moet worden geschat dan voorheen gedacht werd. Dit suggereert een hogere bijdrage door blootstelling buiten de directe arbeidsomgeving.

Op basis hiervan lijkt het redelijk een [PAF](#) te gebruiken van minder dan 100%. In de internationale literatuur lijken de gemiddelde PAF's voor werkgerelateerde blootstelling voor mannen redelijk consistent: gemiddeld 85-90% van de mesotheliomgevallen worden door asbestblootstelling op het werk veroorzaakt (Tabel 4.1). Alleen Offermans (Offermans et al., 2014) komt op veel lagere percentages: 31,9-34,4%, waarschijnlijk omdat hier een andere methode is gebruikt.

Voor vrouwen verschillen de percentages meer (Tabel 4.1). Zo geeft de HSE op basis van drie soorten blootstellingsroutes (achtergrond, 'paraoccupational' en arbeid) drie zeer verschillende PAF's, variërend van 10% tot 70% (Darnton & Hutchings, 2012). In een Nederlandse studie bij alleen vrouwen in het risicogebied Goor werden dezelfde blootstellingsroutes bekeken. Het aandeel asbestblootstelling varieerde in deze studie van 14% tot 50% afhankelijk van de wijze van asbestblootstelling of blootstellingsroute (beroepsmatig, huishouden, asbesthoudende producten in huis, milieu en onbekend) (Sinninghe Damsté et al., 2007). In een review door Nurminen en Karjalainen wordt op basis van de beschikbare epidemiologische informatie voor vrouwen een PAF gekozen van 25% (Nurminen & Karjalainen, 2001), ook Spirtas ligt hier dichtbij met 22,5% (Spirtas et al., 1994). Twee studies uit Frankrijk (Goldberg et al., 2006; Lacourt et al., 2014) komen op hogere percentages uit (38,4% en 41,7%).

Op basis van de beschikbare informatie over de PAF's (Tabel 4.1) lijkt het aannemelijk om een PAF als gevolg van werk (inclusief 'paraoccupational') te veronderstellen van 90-95% voor de mannen en van 60% voor vrouwen, waarbij voor vrouwen het aandeel 'paraoccupational' relatief groot is.

Tabel 4.1: Populatie Attributieve Fracties voor mesotheliom als gevolg van blootstelling door arbeid en andere blootstellingsroutes uit internationale literatuur ^{a)}.

Studie	Land	Blootstelling	PAF	PAF
			Mannen	Vrouwen
Darnton & Hutchings, 2012	VK	Arbeid	85-90	20-30
		'Para' ^{c)}	6-13	45-70
		Achtergrond	2-4	10-25
Sinninghe Damsté et al., 2007 ^{b)}	Nederland	Arbeid	-	14
		'Para' ^{c)}	-	21
		Omgeving	-	50
Offermans et al., 2014 ^{d)}	Nederland	Arbeid	31,9-34,3	-
Lacourt et al., 2014	Frankrijk	Arbeid	83,1	41,7
		Overall	87,3	64,8
Goldberg et al., 2006	Frankrijk	Arbeid	83,2	38,4
Nurminen & Karjalainen, 2001	Finland	Arbeid	90	25
Spirtas et al., 1994	VS	Arbeid	84,7	22,5
		'Para'	6,3	7,9

a. Voor meer informatie over de PAF's berekend in de genoemde studies zie Bijlage 4.

b. Studie is uitgevoerd in een gebied met veel asbestblootstelling vergeleken met de rest van Nederland. De bijdrage van het milieu is hierin overschat.

c. 'Paraoccupational': type blootstelling, dit betreft vaak blootstelling via werkactiviteiten van anderen, soms (zoals bij Darnton & Hutchings) inclusief omgevingsblootstelling. In dit rapport rekenen wij 'paraoccupational' tot de werkgerelateerde blootstelling (Paragraaf 2.1.3). PAF's van verschillende typen blootstelling uit verschillende studies kunnen niet bij elkaar worden opgeteld.

d. Studie gebaseerd op een andere methode, zie bijlage 4.

Uitgaande van een PAF voor mannen van 90% komt het aantal door werkgerelateerde blootstelling (inclusief 'para') veroorzaakte mesotheliomgevallen uit op 475 nieuwe gevallen in 2016 (Tabel 4.2). Voor vrouwen (PAF 60%, werkgerelateerd inclusief 'para') komt dit uit op 55 nieuwe gevallen in 2016.

Tabel 4.2: Sterfte en incidentie (2016) van mesotheliom als gevolg van blootstelling aan asbest in de totale bevolking en werkgerelateerd.

	Sterfte	Incidentie	PAF ^{a)}	Werkgerelateerde ^{b)}	
				Sterfte	Incidentie
Mannen	456	528	90	410	475
Vrouwen	92	91	60	55	55

Bron: CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017; Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a.

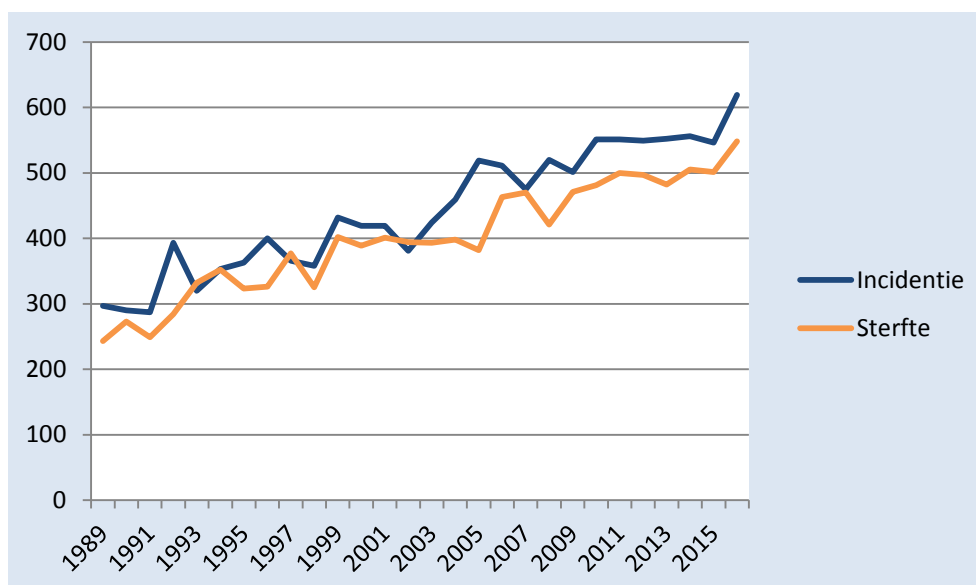
a. PAF: Populatie Attributieve Fractie. Werkgerelateerde PAF's, PAF's op basis van literatuur.

b. Werkgerelateerd: sterfte en incidentie als gevolg van werkgerelateerde asbestblootstelling, inclusief 'paraoccupational'.

4.1.3 Trends 1989-2016

Incidentie

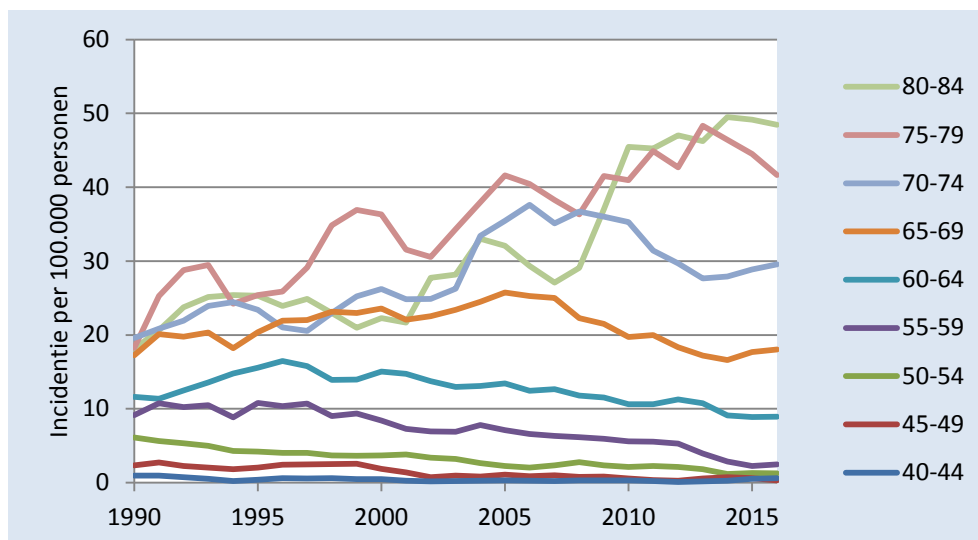
In de periode 1989-2016 stijgt de absolute [incidentie](#) van mesotheliom voor zowel mannen als vrouwen: van 253 mannen gediagnosticeerd met mesotheliom in 1989 naar 528 nieuwe gevallen in 2016. Voor vrouwen ging in dezelfde periode de incidentie omhoog van 44 naar 91 (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a). Sinds 2010 leek de incidentie stabiel te zijn, maar in 2016 was de incidentie beduidend hoger dan in de jaren ervoor (Figuur 4.1), 2016 lijkt hiermee een uitschieter.



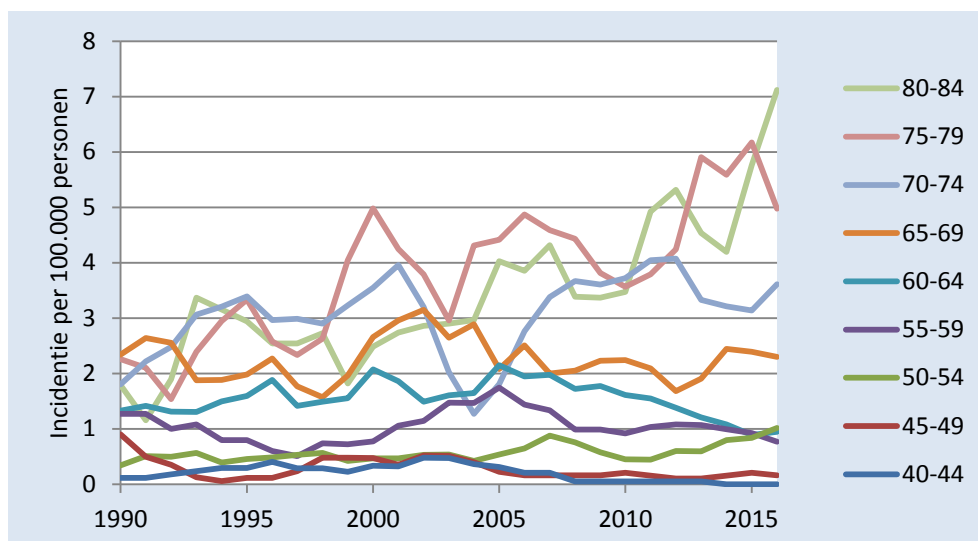
Figuur 4.1: Absolute incidentie en sterfte van mesotheliom over de periode 1989-2016.

De gemiddelde leeftijd waarop de diagnose wordt gesteld, is voor mannen gestegen van 65,4 jaar in 1989 naar 73,0 in 2016. Voor vrouwen is de gemiddelde leeftijd in deze periode ook gestegen: van 67,0 naar 75,0 jaar.

Als deze aantallen worden bekeken naar het aantal nieuwe gevallen per 100.000 in de bevolking (relatieve incidentie) naar leeftijd, dan zien we een stijging van de relatieve incidentie bij mannen in de leeftijdsklassen van 75 jaar en ouder (Figuur 4.2). Voor de mannen tot zeventig jaar is daarentegen al een duidelijk dalende trend te zien.



Figuur 4.2: Aantal nieuwe gevallen van mesotheliom bij mannen (incidentie per 100.000 mannen) in de periode 1989-2016, naar leeftijd (5-jaarsleeftijdscategorieën), 3-jaarsvoortschrijdende gemiddelden.



Figuur 4.3: Aantal nieuwe gevallen van mesotheliom bij vrouwen (incidentie per 100.000 vrouwen) in de periode 1989-2016, naar leeftijd (5-jaarsleeftijdscategorieën), 3-jaarsvoortschrijdende gemiddelden.

De incidentie voor vrouwen laat voor de leeftijdsklassen van 75 jaar en ouder een (duidelijk) stijgende trend zien (Figuur 4.3). De incidenties in de leeftijdsklassen onder de 65 jaar dalen, met uitzondering van de leeftijdsklasse 50-54 jaar. In die leeftijdsklasse stijgt de incidentie.

Sterfte

Over de periode 1989 tot en met 2016 laat het absolute sterftecijfer voor mesotheliom een stijging zien (CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017). Stierven er in 1989 nog 208 mannen en 35 vrouwen aan mesotheliom, in 2016 zijn deze aantallen gestegen naar 456 mannen en 92 vrouwen (Figuur 4.1). De trend van sterfte gaat nagenoeg gelijk op met de trend van incidentie, omdat sterfte en incidentiecijfers voor

mesotheliom ongeveer gelijk liggen en de overlevingsduur voor mesotheliom kort is.

4.1.4 Toekomst 2017-2050

Om een schatting te geven van de **incidentie** voor mesotheliom voor de periode 2017-2050 hebben we vier toekomstscenario's uitgewerkt. Met behulp van de methoden, gegevens, literatuur en gemaakte keuzes beschreven in Hoofdstuk 2 en 3 komen we tot de input voor de scenario's. In het kort gezegd hebben we met een leeftijd-cohortmodel het best gefitte model geschat over de periode 1989-2016 en met deze gegevens hebben we de nog te verwachten incidentiefracties geschat. Door de resulterende incidentiefracties te vermenigvuldigen met de bevolkingsprognose voor dezelfde periode (2017-2050), krijgen we de toekomstschatting voor de incidentie van mesotheliom voor mannen (Figuur 4.4) en vrouwen (Figuur 4.5). Voor de omgevingsblootstelling van mesotheliom zijn we uitgegaan van het gemiddelde van de waargenomen incidentierates over 2014-2016. Dit hebben we gedaan omdat mesotheliom kleine aantallen betreft en toeval dan een belangrijke factor is; 2016 lijkt een uitschieter te zijn. Voor het werkgerelateerde deel is het niet nodig omdat het model de data al 'plat slaat'.

Omdat sinds 1993 de asbestblootstelling sterk verminderd is en de data hier nog geen rekening mee houden, hebben wij vier toekomstscenario's uitgewerkt, met bij elk toekomstscenario een aanname voor wat betreft de incidentie en risico's in de geboortecohorten die al dan niet meer zijn blootgesteld (zie methoden, keuzes en aannames, Paragraaf 2.2.4 en Bijlage 3).

Scenario 1

In dit scenario ligt de piek voor zowel mannen (Figuur 4.4) als vrouwen in 2016 (Figuur 4.5). Na de piek wordt er een daling ingezet die zowel voor mannen als voor vrouwen (relatief gezien) duidelijk te zien zal zijn. De piek voor sterfte, die voor mesotheliom qua aantallen ongeveer gelijk is aan de piek voor incidentie, zal zich dus ook rond dezelfde periode voordoen. Er treden in dit scenario vanaf 2045 geen mesotheliomgevallen door werkgerelateerde blootstelling meer op. De mesotheliomgevallen die dan nog optreden, treden op door milieublootstelling.

In de periode 2017-2050 zullen in dit scenario nog 8.100 (6.200 mannen, 1.900 vrouwen) nieuwe gevallen van mesotheliom optreden (Tabel 4.4). Ervan uitgaande dat in deze periode de overlevingsduur niet verandert (door gelijkblijvende zorg en behandeling) zullen in deze periode ongeveer 8.100 personen sterven als gevolg van mesotheliom.

*Tabel 4.3: Samenvatting van de trendscenario's voor mesotheliom.***Scenario Uitwerking analyses**

- 1 Geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geen kans op het ontwikkelen van mesotheliom door blootstelling op de werkplek ^{a)} (10^{-8}); geboortecohorten geboren voor 1975 geen restrictie opgelegd (zij zijn wel blootgesteld geweest op de werkplek, 'natuurlijke scenario'). Alle geboortecohorten hebben kans op ontwikkelen van mesotheliom door omgevingsblootstelling; deze kans verandert niet.
- 2 De risico's op mesotheliom door blootstelling op het werk dalen sterk. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geringe kans om mesotheliom door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-6}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek, de incidentierates van deze geboortecohorten worden geanalyseerd volgens het natuurlijke scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op ontwikkelen van mesotheliom door omgevingsblootstelling; deze verandert niet.
- 3 De risico's op mesotheliom door blootstelling op het werk dalen, de geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geringe kans om mesotheliom door werkgerelateerde blootstelling ^{a)} te ontwikkelen (10^{-5}); overige geboortecohorten (geboren voor 1975) niet geforceerd (natuurlijke scenario). Kans op ontwikkelen van mesotheliom door omgevingsblootstelling verandert niet.
- 4 Aandeel werk (inclusief 'paraoccupational') is lager dan in scenario's 1-3 ^{a)}. Geboortecohorten geboren na 1975 hebben een geringe kans om mesotheliom te ontwikkelen (10^{-6}); geboortecohorten geboren voor 1975 niet geforceerd (natuurlijke scenario). Alle geboortecohorten hebben kans op ontwikkelen van mesotheliom door omgevingsblootstelling.

Voor meer informatie over de scenario's, zie Paragraaf 2.2.4.

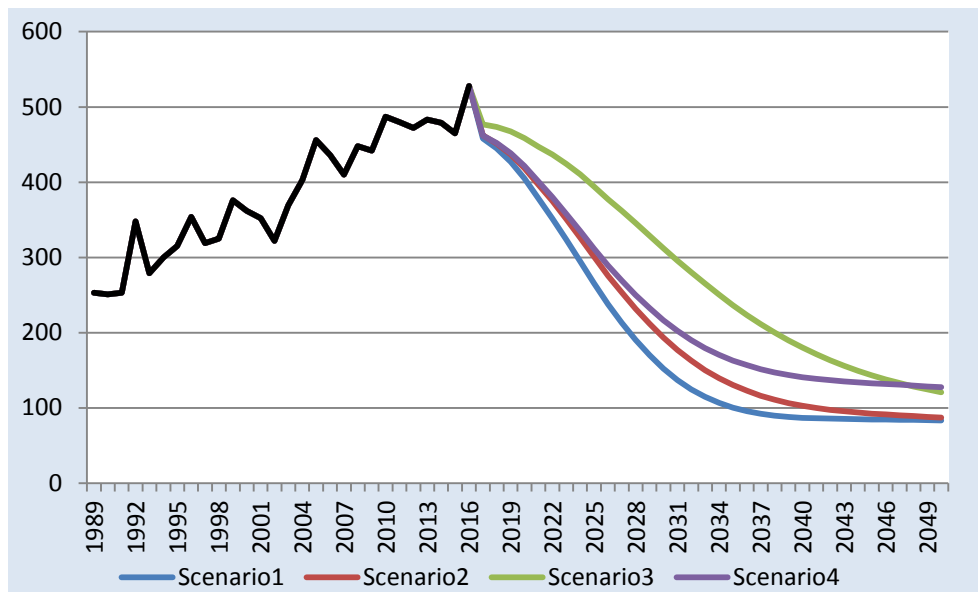
a. Scenario 1, 2 en 3 gaan uit van een PAF door arbeid (inclusief 'paraoccupational') voor mannen van 90% en voor vrouwen van 60%. Scenario 4 gaat uit van een PAF door arbeid voor mannen van 85% en voor vrouwen van 40%.

Scenario 2

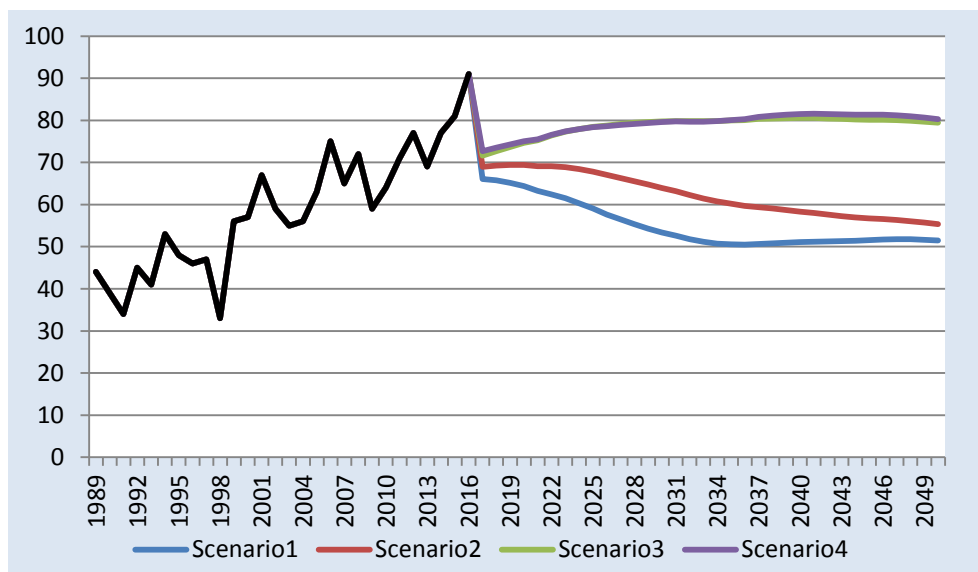
In dit scenario is het piekjaar (2016) voor mannen en voor vrouwen net voorbij (Figuur 4.4 en Figuur 4.5). In de periode 2017-2050 zullen in dit scenario in totaal 9.000 (6.900 mannen en 2.100 vrouwen) mensen de diagnose mesotheliom krijgen (Tabel 4.4).

Scenario 3

In dit scenario hebben zowel de mannen (Figuur 4.4) als de vrouwen (Figuur 4.5) hun piekjaar al gehad in 2016. Er zullen tot 2050 in totaal nog 12.200 nieuwe gevallen bij komen: 9.500 mannen en 2.700 vrouwen (Tabel 4.4).



Figuur 4.4: Prognose van de incidentie van mesotheliom voor mannen, voor de periode 2017-2050 op basis van vier trendscenario's.



Figuur 4.5: Prognose incidentie van mesotheliom voor vrouwen, voor de periode 2017-2050 op basis van vier trendscenario's.

Scenario 4

In dit scenario ligt het piekjaar voor mannen (Figuur 4.4) en voor vrouwen (Figuur 4.5) in 2016. In de periode 2017-2050 zullen in dit scenario in totaal 10.500 mensen de diagnose mesotheliom ontvangen: 7.800 mannen en 2.700 vrouwen (Tabel 4.4).

Tabel 4.4: Jaar van piek van de incidentie van mesothelioom, geschatte hoogte van de incidentie ten tijde van de piek, aantal te verwachten nieuwe gevallen in de periode 2017-2050 volgens vier scenario's.

Scenario	Mannen		Vrouwen		Mannen & vrouwen
	Piekjaar	Incidentie piekjaar	Piekjaar	Incidentie piekjaar	Aantal nieuwe gevallen ^{a)} 2017-2050
1	2016	528	2016	91	8.100
2	2016	528	2016	91	9.000
3	2016	528	2016	91	12.200
4	2016	528	2016	91	10.500

a. Schattingen zijn afgerond op honderdtallen.

Samengevat

Piek incidentie mesothelioom ligt achter ons

In onze vier scenario's ligt de piek van de incidentie van mesothelioom voor mannen al achter ons, in 2016 (Tabel 4.4). De hoogte van de piek ligt voor mannen op ongeveer 530 nieuwe gevallen van mesothelioom. Ook voor vrouwen ligt de piek al achter ons met ongeveer 90 nieuwe gevallen in 2016. De piek in de sterfte zal dan 1-2 jaar daarna liggen. De periode van de piek is vergelijkbaar met eerdere schattingen in andere studies (Burdorf et al., 1997b; Caspers et al., 2013; KWF, 2011; Peto et al., 1999; Segura et al., 2003; Burdorf & Looman, 2017), waarin de piek wordt geschat in de periode 2015-2021. Burdorf en collega's schatten in 1997 dat de jaarlijkse mesothelioomsterfte een piek van bijna zevenhonderd gevallen zou bereiken in 2018 (Burdorf et al., 1997b). Een vergelijkbare piekperiode werd gevonden in een Nederlandse studie uit 2003 waarin vier verschillende schattingsmodellen werden vergeleken voor mesotheliomslachtoffers. Het model dat het 'meest waarschijnlijke scenario' werd genoemd, kwam op een piek van 490 mannen in 2017 (Segura et al., 2003). Voor dezelfde periode werd een jaarlijkse sterfte onder vrouwen geschat van dertig (Segura et al., 2003). De Gezondheidsraad heeft dezelfde modellen in 2010 gebruikt met toevoeging van de sterftcijfers voor de jaren 2000 tot en met 2007. Ook daarmee wordt de piek in twee modellen, onder andere in het model dat het meest waarschijnlijke scenario wordt genoemd, nog steeds rond 2017 verwacht. Op basis van twee andere modellen komt de piek pas in 2027/2028 (Gezondheidsraad, 2010). Peto schatte in 1999 (Peto et al., 1999) al dat de piek in de sterfte aan mesothelioom voor mannen in Nederland in de periode 2015-2019 zal liggen. De destijds verwachte piek zou 930 gevallen bedragen. Deze schatting blijkt veel te hoog te zijn geweest. Recent schatte Burdorf (Burdorf & Looman, 2017) dat de voorspelde sterfte in 2017 piekt met 454 sterfgevallen onder mannen. Voor vrouwen vond hij geen duidelijke piek en ligt de jaarlijkse sterfte op vijftig sterfgevallen.

Aantal nieuwe mesothelioomgevallen vergelijkbaar met andere studies

Volgens onze trendscenario's zullen er in totaal in de periode 2017-2050 nog zo'n 9.000 tot 12.200 nieuwe gevallen van mesothelioom bijkomen (Tabel 4.4). Burdorf en collega's (Burdorf et al., 1997b) schatten in 1997 dat in de periode 1995-2030 bijna 20.000 gevallen van pleuramesothelioom onder mannen konden worden verwacht (Tabel 4.5). Peto schatte in 1999 voor de periode 1995-2029 voor Nederland dat 25.300 mannen zouden overlijden aan mesothelioom (Peto et al., 1999).

Segura berekende in 2003 dat in Nederland afhankelijk van het gebruikte model jaarlijks 490-960 mesotheliomsterfgevallen onder mannen zullen optreden met in totaal 12.400-22.100 gevallen tussen 2000 en 2028. Het aantal zakt tot 338 doden in 2028. De totale pleurale mesotheliomsterfte onder vrouwen zou naar schatting 700-900 gevallen bereiken in deze periode (Segura et al., 2003). De Gezondheidsraad voegde in 2010 aan het meest waarschijnlijke model van Segura nieuwe sterftedata toe en kwam op dezelfde aantallen uit voor de periode 2000-2028 (Gezondheidsraad, 2010). Als we voor onze toekomstschattingen de periode 2000-2028 bekijken, dan komen wij op 13.700-14.500 nieuwe gevallen van mesotheliom (Tabel 4.5).

Burdorf en Looman schatten recentelijk dat in de periode 2017-2035 nog ruim 8.000 sterfgevallen onder mannen kunnen worden verwacht. Voor vrouwen schatten zij het aantal sterfgevallen voor de periode 2017-2035 op ruim 1.100. Als we voor onze trendscenario's voor de periode 2017-2035 ter vergelijking deze aantallen bekijken, dan komen wij uit op 6.700 tot 8.500 nieuwe gevallen in totaal: 5.400-7.000 mannen en 1.300-1.500 vrouwen. Een aantal verklaringen voor deze verschillen zouden kunnen zijn: gebruikte CBS-bevolkingsprognose, incidentie versus sterfte, verschillende periode waarover analyses zijn uitgevoerd (1989-2016 vs 1969-2015), andere aannames ten aanzien van het risico in geboortecohorten vanaf 1970, wel/geen aannames ten aanzien van blootstelling door werk en omgeving. Zo zullen de aantallen verschillen tussen sterfte- en incidentieberekeningen, omdat de sterfte achterloopt op de incidentie. Dat wil zeggen dat bij incidentieschattingen alleen mensen meetellen die vanaf 2017 incident zijn geworden (ziek zijn geworden en gediagnosticeerd zijn), terwijl bij sterfteschattingen ook sterfgevallen meetellen die voor 2017 incident zijn geworden.

9.000 tot 12.200 nieuwe mesotheliomgevallen verwacht in de periode 2017-2050

Met onze mesotheliomtrendscenario's schatten we dat het hoogste toekomstige aantal mesotheliomgevallen kan worden verwacht met het scenario waarin de geboortecohorten geboren na 1975 worden verondersteld aan asbestconcentraties te zijn blootgesteld, overeenkomend met een kans van één geval op 100.000 (scenario 3). Het minste aantal gevallen van asbestlongkanker levert het scenario op waarin we aan de geboortecohorten na 1975 geen enkele blootstelling meer toewijzen (scenario 1). Beide scenario's lijken minder reëel, omdat er na 1993 nog wel (onbedoeld en onbewust) werknemers zijn blootgesteld geweest aan asbest op de werkplek, maar niet acht uur per dag, vijf dagen per week aan concentraties die overeenkomen met een kans op mesotheliom van één op 100.000. De scenario's waarin wordt verondersteld dat de kans op mesotheliom door werkplekgerelateerde blootstelling daalt naar één op 1.000.000 lijken daarom reëler. Afhankelijk van de aannames ten aanzien van het deel dat door arbeid dan wel door milieu wordt veroorzaakt, kunnen we nog 9.000 (scenario 2) en 10.500 (scenario 4) nieuwe gevallen van mesotheliom tot 2050 verwachten. Voor vrouwen is met name onduidelijk hoe groot het aandeel is dat door werk (inclusief 'paraoccupational') is veroorzaakt.

Tabel 4.5: Aantal studies met toekomstschattingen voor Nederland met jaar van piek van de sterfte van mesothelioom, hoogte van de sterfte van mesothelioom ten tijde van de piek en aantal te verwachten sterfgevallen in de voorspelde periode.

Studie	Mannen		Vrouwen		Periode	Aantal sterfgevallen
	Piekjaar	Sterfte	Piekjaar	Sterfte		Totale periode
Burdorf et al., 1997	2018	700			1995-2030	- ^g
Peto et al., 1999	2015-19	930			1995-2029	25.300
Segura et al., 2003 ^a	2027	960	2007	37	2000-2028	22.922
Segura et al., 2003 ^b	2028	613	2007	36	2000-2028	15.792
Segura et al., 2003 ^c	2017	490	2007	35	2000-2028	13.195
Segura et al., 2003 ^d	2017	501	2007	29	2000-2028	13.143
Burdorf et al., 2017	2017	454	^f	50	2017-2035	9.100
Onze studie 1 ^e					2000-2028	13.300
Onze studie 2 ^e					2000-2028	13.700
Onze studie 3 ^e					2000-2028	14.500
Onze studie 4 ^e					2000-2028	13.800

Ter vergelijking: in 2016 was de werkelijke totale sterfte aan mesothelioom 501 gevallen: 453 mannen en 48 vrouwen.

a. Model 1: leeftijd-cohortmodel.

b. Model 2: leeftijd-cohortmodel, risico voor geboortecohort 1958-1962 = risico 1953-1957, na 1962 risico = 0.

c. Model 3: leeftijd-cohortmodel, risico voor geboortecohort 1958-1962 = 50% van risico 1953-1957, na 1962 risico = 0.

d. Model 4: leeftijd-cohort-periode model, risico voor geboortecohort 1958-1962 = 50% van risico 1953-1957, na 1962 risico = 0.

e. Om een vergelijking te kunnen maken met Segura et al., 2003 hebben we onze trendscenari's voor de periode 2017-2050 omgerekend naar die voor de periode 2000-2028.

f. Geen duidelijk piekjaar voor vrouwen.

g. Geen totaal aantal en/of periode genoemd.

4.2 Asbestgerelateerde longkanker

4.2.1 Aantal mensen met longkanker

De sterfte aan longkanker ligt iets lager dan het aantal mensen dat jaarlijks wordt gediagnosticeerd met longkanker. In 2016 kwamen er 12.168 nieuwe longkankergevallen bij (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a): 6.803 mannen en 5.365 vrouwen. In 2016 stierven 10.674 personen aan longkanker: 6.291 mannen en 4.383 vrouwen (CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017). Dit betreft alle longkankergevallen; de meeste van deze longkankergevallen zullen zijn veroorzaakt door tabaksrook.

4.2.2 Aantal mensen met werkgerelateerde asbestlongkanker

Het aantal patiënten dat asbestgerelateerde longkanker krijgt, is moeilijk te schatten. Voor longkanker is een duidelijke relatie met asbest aangetoond, maar longkanker wordt niet uitsluitend veroorzaakt door asbest. Daarnaast kunnen ook interacties van stoffen, bijvoorbeeld tabaksrook en asbest, voor een verhoogd risico zorgen. Uit de registraties is niet duidelijk hoeveel asbestgerelateerde longkankergevallen er in Nederland zijn. In de wetenschappelijke literatuur worden twee benaderingen genoemd om te schatten hoeveel van de longkankergevallen asbestlongkanker betreffen (McCormack et al., 2012; Rushton et al., 2012a; Van der Bij et al., 2016; Van der Laan, 2015). In de meeste gevallen kan het asbestgerelateerde deel niet los

worden gezien van het door werk veroorzaakte asbestgerelateerde deel. Hieronder geven we weer welke benaderingen er zijn en wat dat zou betekenen voor de sterfte en [incidentie](#) van asbestgerelateerde longkanker in Nederland.

Benadering 1: mesotheliom-benadering

Deze benadering veronderstelt dat de sterfte aan asbestgerelateerde longkanker in een bepaalde verhouding staat tot de sterfte aan mesotheliom. Op basis van internationale epidemiologische studies wordt zo geschat dat de sterfte aan longkanker door asbest tussen de één en tweemaal zo groot is als de sterfte aan mesotheliom (Brown et al., 2012; Instituut Asbestslachtoffers, 2006; Instituut Asbestslachtoffers, 2010; McCormack et al., 2012; Rushton et al., 2007; Van der Laan, 2015). Zo schatten Burdorf en collega's dat er evenveel gevallen van asbestlongkanker als van mesotheliom voorkomen (verhouding van 1:1) (Burdorf et al., 1997a). De HSE komt voor Groot-Brittannië voor de periode 1980-2000 uit op eenzelfde ratio van één à twee longkankers ten opzichte van één mesotheliom. De HSE gaat er wel van uit dat deze ratio aan het verminderen is en dat er relatief minder longkankergevallen per mesotheliomgeval zullen optreden in de toekomst (Brown et al., 2012; Rushton et al., 2007; Darnton et al., 2006). McCormack en collega's schatten op basis van een meta-analyse van 55 cohortstudies de absolute rokegecorrigeerde ratio tussen mesotheliom en longkanker voor 'mixed' asbest op 1,5 en de niet-gecorrigeerde ratio op 1,9 (Instituut Asbestslachtoffers, 2006; Instituut Asbestslachtoffers, 2010; Van der Laan, 2015; McCormack et al., 2012). Dat wil zeggen dat er 1,5 respectievelijk 1,9 keer meer longkankersterfgevallen waren dan mesotheliomsterfgevallen. Van der Laan geeft aan op basis van het aantal gevallen dat voor compensatie in aanmerking komt dat de verhouding asbestlongkanker-mesotheliom tussen onderzochte landen aanzienlijk verschilt. Deze varieert van 0,12 in het Verenigd Koninkrijk tot 2,1 in Frankrijk (Van der Laan, 2015).

Als deze ratio's (1:1 en 2:1) worden toegepast op de incidentiecijfers van longkanker van 2016, dan komt dit neer op 528 tot 1.056 nieuwe gevallen van asbestgerelateerde longkanker bij mannen en 91 tot 182 nieuwe gevallen bij vrouwen (Tabel 4.6). Deze ratio's kunnen ook worden toegepast op de sterftecijfers van 2016. Voor mannen zou dit betekenen dat 456 tot 912 sterfgevallen door asbestgerelateerde longkanker komen. Voor vrouwen gaat het dan om 92 tot 184 sterfgevallen (Tabel 4.6). Dit betekent dat in 2016 van het totaal aantal sterfgevallen aan longkanker 7,2-14,4% bij mannen asbestgerelateerd is en 2,1-4,2% bij vrouwen. Passen we deze ratio's toe op de cijfers uit 1989 (toen waren er 208 mesotheliomsterfgevallen bij mannen en 35 vrouwen) dan zou dat betekenen dat van het totaal aantal sterfgevallen aan longkanker 2,8-5,6% asbestgerelateerd was, zowel voor mannen als voor vrouwen. Door de verschillen in latentietijd (asbestlongkanker heeft een kortere latentietijd dan mesotheliom) zal de ratio niet blijven gelden. Zo zal in 2025 de incidentie van asbestlongkanker richting nul gaan (uitgaande van een latentietijd van dertig jaar), terwijl die van (werkgerelateerd) mesotheliom nog jaren doorgaat. Het is onduidelijk hoe de verhouding tussen longkanker en mesotheliom in de toekomst zal zijn.

Tabel 4.6: Aantal nieuwe gevallen (incidentie) en aantal sterfgevallen in 2016 door werkgerelateerd asbestlongkanker in Nederland. Schattingen op basis van twee benaderingen.

	Incidentie ^{a)}		Sterfte ^{b)}	
	Mannen	Vrouwen	Mannen	Vrouwen
Benadering 1 ^{c)}	528-1.056	91-182	456-912	92-184
Benadering 2 ^{d)}	605	91	560	75

Bron: CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017; Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a.

a. Totaal aantal nieuwe longkankergevallen in 2016 in Nederland: 6.803 mannen en 5.365 vrouwen.

b. Totaal aantal sterfgevallen als gevolg van longkanker in 2016 in Nederland: 6.291 mannen en 4.383 vrouwen.

c. Ratio op basis van mesotheliom: één à twee longkankergevallen per mesotheliomgeval.

d. Internationale PAF's (HSE): 8,9% (mannen) en 1,7 % (vrouwen) van de longkankergevallen door asbest op het werk.

Benadering 2: PAF-benadering gebaseerd op (inter)nationale PAF's

In verschillende (internationale) studies zijn PAF's berekend; deze PAF's geven het percentage van de longkankergevallen aan dat door asbest is veroorzaakt (zie Paragraaf 2.2.2).

In de Nederlandse cohortstudie NLCS uit 1997 werd berekend dat 11,6% van de longkankergevallen in de periode 1986-1990 veroorzaakt was door asbest in de werksituatie (Van Loon et al., 1997; Tabel 4.7). Dit cijfer is alleen van toepassing op de mannelijke populatie van 55-73 jaar; voor vrouwen is geen cijfer bekend. In een meer recente analyse op de NLCS-data over de periode 1986-2003 werd een lagere PAF berekend van 5,2% (Offermans et al., 2014). In een internationale meta-analysestudie werd op basis van de ratio tussen mesotheliom en longkanker voor 'mixed' asbest van 1,5-1,9 een PAF voor Nederlandse mannen berekend van 8,3-10,5 (McCormack et al., 2012) en een PAF van 5,5 bij een ratio van 1:1. Voor andere landen in deze studie met een hoge mesotheliomsterfte werden PAF's berekend voor gemengd asbest tussen 3 en 8% bij een 1:1-ratio. Voor Italië schatten Marinaccio en collega's op basis van een *model-based*-methode PAF's tussen 1,6 en 3,7% (Marinaccio et al., 2008). In Finland, waar vooral anthofylliet werd gemijnd, berekenden Nurminen en Karjalainen een PAF van 14% (Nurminen & Karjalainen, 2001). De HSE (*Health and Safety Executive*) berekende dat bij bijna 9% van de mannen en ongeveer 2% van de vrouwen die overlijden aan longkanker, asbest in de werksituatie de oorzaak is (Brown et al., 2012). Andere studies vinden PAF's tussen 3 en 14% voor mannen en rond 1% voor vrouwen (Tabel 4.7).

Werkgerelateerde PAF voor mannen 8,9% en voor vrouwen 1,7%

Op grond van deze benaderingen lijkt het reëel om te veronderstellen dat van de longkankergevallen in Nederland bij mannen 8,9% werkgerelateerde asbestlongkanker betreft en bij vrouwen 1,7%. Passen we deze PAF's van de HSE toe op de sterfte in 2016 in Nederland, dan komt dit neer op 560 sterfgevallen bij mannen en 75 bij vrouwen (Tabel 4.6).

Tabel 4.7: Populatie Attributieve Fracties voor asbestgerelateerde longkanker als gevolg van blootstelling door arbeid uit internationale literatuur.

Studie	Land	Mannen	Vrouwen
Brown et al., 2012	Groot-Brittannië	8,92	1,73
OCRC, 2014	Canada	6,3	0,8
Nurminen & Karjalainen, 2001	Finland	14,0	0,6
Van Loon et al., 1997	Nederland	11,6	-
Offermans et al., 2014	Nederland	5,2	-
McCormack et al., 2012 ^{a)}	Nederland	8,3-10,5	-
		5,5	
Wild et al., 2012	Frankrijk	22	-
Gustavsson et al., 2003	Zweden	3,55 ^{b)}	-
		6,88 ^{b)}	-

a. Totale asbestblootstelling, niet werkgerelateerd, gebaseerd op twee methoden, zie

Bijlage 4. De PAF van 5,5 betreft de PAF bij een mesothelioom-longkankerratio van 1:1.

b. PAF 3,55 betreft die van asbest, PAF 6,88 die van asbest en/of verbrandingsproducten.

4.2.3 *Trend 1989-2016*

Incidentie- en sterftcijfers over longkanker zijn beschikbaar voor de periode 1989-2016 (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a; CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017). Hiermee hebben we nog niet de asbestlongkankergevallen. Omdat longkanker voornamelijk door tabaksrook wordt veroorzaakt, is het niet goed mogelijk om een trendberekening voor asbestgerelateerde longkanker te maken. De trend in longkanker zal voornamelijk door de trend in roken worden veroorzaakt. Deze verschilt van de trend in asbestblootstelling. We weten niet hoe groot het asbestgerelateerde deel in de afgelopen jaren is geweest. Bovendien zal dit deel variëren over de tijd. De trends kunnen dus niet goed in kaart worden gebracht.

4.2.4 *Toekomst*

Voor longkanker door asbestblootstelling op het werk hebben we vier trendscenario's uitgewerkt om de **incidentie** voor de periode 2017-2050 te kunnen schatten (Tabel 4.8). Met behulp van de methoden, gegevens, literatuur en gemaakte keuzes beschreven in Hoofdstuk 2 en 3 komen we tot de input voor de trendscenario's. Met de beschikbare gegevens hebben we het best gefitte model geschat met een leeftijd-cohortmodel over de periode 1989-2016. Dit model gebruiken we om de te verwachten incidentiefracties te schatten. Door de resulterende incidentiefracties te vermenigvuldigen met de bevolkingsprognose voor 2017-2050 krijgen we de toekomstschatting voor de incidentie van asbestgerelateerde longkanker voor mannen (Figuur 4.6) en vrouwen (Figuur 4.7). Omdat sinds 1993 de asbestblootstelling sterk verminderd is, het aandeel asbest relatief klein is en de verminderde blootstelling niet te zien is in de longkankerdata, hebben wij vier trendscenario's uitgewerkt, met bij elk trendscenario een aanname voor wat betreft de incidentie en risico's in de geboortecohorten die al dan niet meer zijn blootgesteld (zie methoden, Paragraaf 2.2.4). Bij asbestlongkanker veronderstellen we dat personen alleen op de werkplek kunnen zijn blootgesteld (dit in tegenstelling tot mesothelioom, waarbij we ook naar omgevingsblootstelling kijken). Bij de scenario's 1, 2 en 3 gaan we ervan uit dat 8,9% van de longkankergevallen bij mannen asbestgerelateerd is en 1,7% van de

longkankergevallen bij vrouwen. Scenario 4 gaat uit van de mesothelioombenadering.

Tabel 4.8: Samenvatting van de trendscenario's voor asbestlongkanker.

Scenario	Uitwerking analyses
1	Geen enkele asbestblootstelling op de werkplek vanaf 1993. Geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geen kans op het ontwikkelen van asbestlongkanker door blootstelling op de werkplek (10^{-8}); overige geboortecohorten niet geforceerd.
2	De risico's op asbestlongkanker door blootstelling op het werk dalen sterk, maar niet naar nul. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geringe kans om asbestlongkanker door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-6}); geboortecohorten geboren voor 1975 niet geforceerd.
3	De risico's op asbestlongkanker door blootstelling op het werk dalen. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geringe kans om asbestlongkanker door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-5}); overige geboortecohorten (geboren voor 1975) niet geforceerd.
4	Ratio asbestlongkanker:mesothelioom 1:1, kans op asbestlongkanker voor geboortecohorten geboren na 1975 vergelijkbaar met VR, overige geboortecohorten zoals mesothelioom.

Voor meer informatie over de scenario's, zie Paragraaf 2.2.4 en Bijlage 3.

Scenario 1

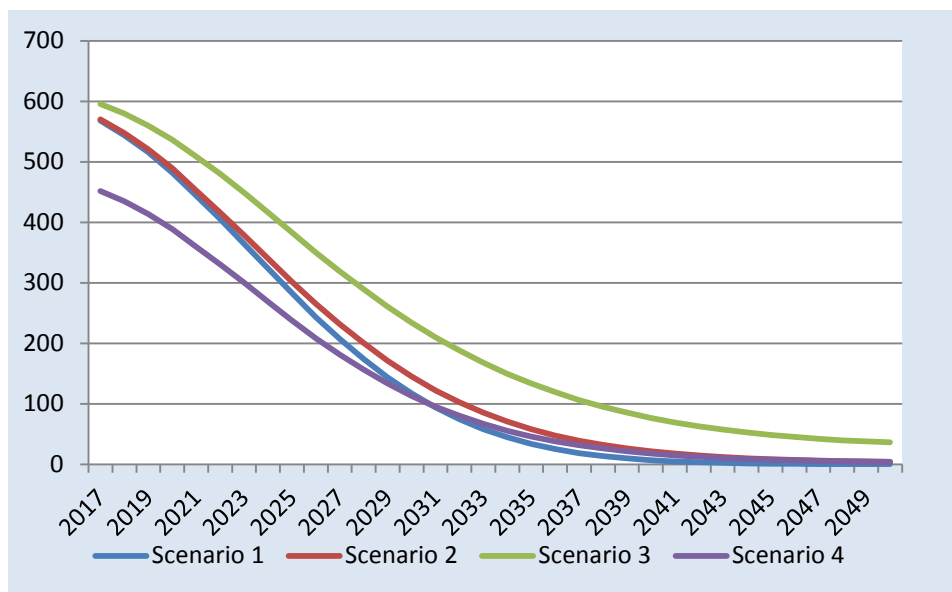
In dit scenario ligt de piek voor zowel mannen (Figuur 4.6) als vrouwen (Figuur 4.7) in of voor 2017 en er zullen tot 2050 nog 6.000 nieuwe gevallen bijkomen (Tabel 4.9): 5.200 mannen en 800 vrouwen. Na 2047 zullen er geen nieuwe gevallen meer bijkomen omdat de incidentie is gedaald naar 0.

Scenario 2

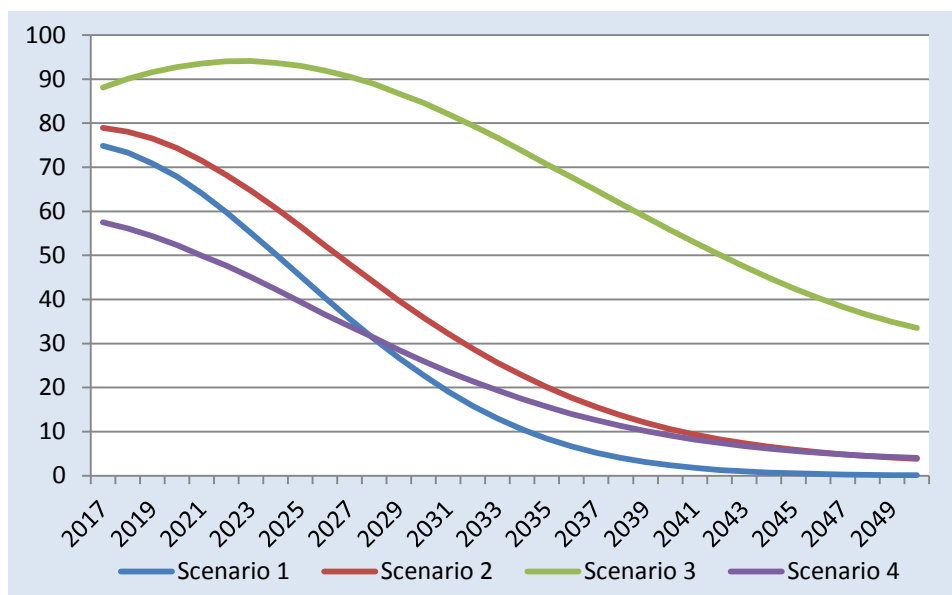
In dit scenario zullen in de periode 2017-2050 nog 6.800 personen (5.700 mannen en 1.100 vrouwen) asbestlongkanker ontwikkelen (Tabel 4.9). De piek van het aantal nieuwe gevallen ligt in dit scenario in of voor 2017, voor zowel mannen (Figuur 4.6) als voor vrouwen (Figuur 4.7).

Scenario 3

In dit scenario zullen er nog bijna 10.200 gevallen van asbestlongkanker bijkomen tot 2050 (Tabel 4.9). De piek voor mannen (Figuur 4.6) ligt in dit scenario in of voor 2017. Voor vrouwen ligt de piek later, in de jaren 2021-2024 (Figuur 4.7).



Figuur 4.6: Prognose incidentie werkgerelateerde asbestlongkanker voor mannen voor de periode 2017-2050 volgens vier toekomstscenario's.



Figuur 4.7: Prognose incidentie werkgerelateerde asbestlongkanker voor vrouwen voor de periode 2017-2050 volgens vier toekomstscenario's.

Scenario 4

In dit scenario, waarbij we uitgaan van de mesothelioombenadering, ligt de piek van het aantal nieuwe gevallen in 2016 voor zowel mannen als vrouwen (Figuur 4.6 & 4.7). In 2016 ligt het aantal nieuwe gevallen in dit scenario op 530 mannen en op 90 vrouwen (Tabel 4.9). In de totale periode (2017-2050) zullen er nog ruim 5.300 nieuwe gevallen van asbestlongkanker bij komen: 4.500 mannen en 800 vrouwen (Tabel 4.9).

Tabel 4.9: Jaar van piek van de incidentie van asbestlongkanker, geschatte hoogte van de incidentie ten tijde van de piek, aantal te verwachten nieuwe gevallen van asbestlongkanker in de periode 2017-2050 volgens vier scenario's.

Scenario	Mannen		Vrouwen		Mannen & vrouwen
	Piekjaar	Incidentie piekjaar ^{a)}	Piekjaar	Incidentie piekjaar ^{a)}	Aantal nieuwe gevallen ^{b)} 2017-2050
1	2017 ^{c)}	570	2017 ^{c)}	70	6.000
2	2017 ^{c)}	570	2021-24	80	6.800
3	2017 ^{c)}	600	2017 ^{c)}	90	10.200
4	2016	530	2017 ^{c)}	90	5.300

a. Schattingen zijn afgerond op tientallen.

b. Schattingen zijn afgerond op honderdtallen.

c. Het piekjaar ligt in of voor 2017. Bij deze scenario's is niet goed aan te geven wanneer de piek zich heeft voorgedaan en dus ook niet wat de incidentie in het piekjaar is (geweest). Bijbehorende piekaantallen betreffen dan ook minimaal aantallen.

Samengevat

Piek in of voor 2017

In 2017 zal in Nederland op basis van onze scenario's het aantal nieuwe gevallen van asbestlongkanker voor mannen tussen 570 en 600 liggen, voor vrouwen tussen 70 en 90. Het nog te verwachten aantal nieuwe gevallen van werkgerelateerde asbestlongkanker schatten we voor de periode 2017-2050 afhankelijk van het scenario op 5.300 tot 10.200 mannen en vrouwen.

Voor werkgerelateerde asbestlongkanker is het niet goed bekend waar het piekjaar ligt. In alle scenario's voor de mannen daalt de incidentie vanaf 2017, de piek ligt dus in 2017 of ervoor (Tabel 4.9). In scenario 2 ligt het piekjaar voor werkgerelateerde asbestlongkanker voor de vrouwen enkele jaren later (2021-2024). Omdat we niet goed weten hoe het met de trends voor asbestlongkanker vóór 2017 zit, is het lastig om een piekjaar te berekenen voor deze trendscenario's (zie Paragraaf 4.2.3). Men neemt aan, gezien de kortere latentietijd van asbestlongkanker ten opzichte van mesothelioom, dat de piek van asbestlongkanker eerder ligt dan die van mesothelioom. In Duitsland lijkt dit inderdaad het geval: de piek in asbestlongkanker lijkt daar te liggen rond 2004, terwijl de piek in mesothelioom rond 2010 is waargenomen (DGUV, 2013). Een recente andere studie geeft echter aan dat de mesotheliompiek in Duitsland veel later ligt (rond 2020) (Schonfeld et al., 2014). In Duitsland is asbest rond dezelfde tijd (1993) verboden als in Nederland.

In een recente Nederlandse studie worden drie verschillende modelleringsmethoden gebruikt (overeenkomend met benadering 1 en 2 in Paragraaf 4.2.2 genoemd) om de toekomstige omvang van asbestlongkanker te schatten (Van der Bij et al., 2016; Van der Laan, 2015). Afhankelijk van de gebruikte modelleringsmethode ligt het piekjaar in die studie in 2022 of 2011 of ervoor (Tabel 4.10). Het aantal nieuwe gevallen in het piekjaar wordt door Van der Bij geschat op minimaal vijfhonderd, afhankelijk van het model.

Tabel 4.10: Resultaten uit de studie van Van der Bij en collega's (Van der Bij et al., 2016) en de huidige studie met het jaar van de piek van de sterfte/incidentie van werkgerelateerde asbestlongkanker, hoogte van de incidentie ten tijde van de piek en het aantal te verwachten nieuwe gevallen in de voorspelde periode.

Studie	Piekjaar	Incidentie piekjaar	Periode Totaal aantal	Aantal gevallen Totale periode
Van der Bij et al., 2016 ^a	2022		2011-2030	17.500
Van der Bij et al., 2016 ^b	≤2011	≤826	2011-2030	12.150
Van der Bij et al., 2016 ^c	≤2011	≤459	2011-2030	6.800
Onze studie 1 ^d			2011-2030	9.800
Onze studie 2 ^d			2011-2030	10.200
Onze studie 3 ^d			2011-2030	11.500
Onze studie 4 ^d			2011-2030	7.900

a. Model 1, gebaseerd op 'mesotheliom-model' (ratio 1,5:1).

b. Model 2, gebaseerd op PAR-model (PAR= 11,6%).

c. Model 3, gebaseerd op *life table*-model.

d. Respectievelijk scenario 1 tot en met 4 omgerekend naar 2011-2030. Voor de scenario's zie hierboven.

Het te verwachten aantal nieuwe gevallen van werkgerelateerde asbestlongkanker in de periode 2017-2050 varieert in onze scenario's van 5.300 tot bijna 10.200 (Tabel 4.9). Het nog te verwachten aantal nieuwe gevallen van werkgerelateerde asbestlongkanker schatten we voor de periode 2017-2050 afhankelijk van het scenario op ruim 4.500 tot bijna 7.800 voor mannen en ruim 800 tot bijna 2.400 voor vrouwen. Deze aantallen zijn iets lager dan recentelijk voor Nederland is geschat (Van der Bij et al., 2016). Op basis van drie verschillende benaderingen, waarvan twee vergelijkbaar met die van ons (Paragraaf 4.2.2), komen Van der Bij en collega's op 6.800 tot 17.500 nieuwe asbestgerelateerde longkankergevallen voor de periode 2011-2030 (Tabel 4.10). Onze naar 2011-2030 omgerekende schattingen vallen binnen de range van de schattingen van Van der Bij. Verschillen met onze resultaten komen vooral door verschillen in aannames. Zo gaan zij voor de PAF-methode uit van een constante PAF van 11,6% voor mannen en 2,5% voor vrouwen, terwijl wij uitgaan van een aflopende PAF van 8,9% voor mannen en 1,7% voor vrouwen. Andere verschillen betreffen leeftijd en periode waarover de analyses zijn gedaan.

Tot 2050 nog 6.600-6.800 nieuwe gevallen van asbestgerelateerde longkanker te verwachten

Met onze asbestlongkankerscenario's schatten we dat het hoogste toekomstige aantal asbestlongkankercases wordt verwacht met het scenario waarin de geboortecohorten geboren na 1975 worden verondersteld aan asbestconcentraties te zijn blootgesteld, overeenkomend met een kans van één geval op 100.000 (scenario 3). Het minste aantal gevallen van asbestlongkanker levert het scenario op waarin we aan de geboortecohorten na 1975 geen enkele blootstelling meer toewijzen (scenario 1). Beide scenario's lijken weinig reëel, ten eerste omdat er na 1993 nog wel (onbedoeld en onbewust) werknemers zijn blootgesteld geweest aan asbest op de werkplek. Maar ten tweede, niet acht uur per dag, vijf dagen per week aan concentraties die overeenkomen met een kans op asbestlongkanker van één op 100.000. De scenario's waarin wordt verondersteld dat de geboortecohorten geboren na 1975 nog zijn blootgesteld aan concentraties die

overeenkomen met een kans van één op 1.000.000 (scenario's 2 en 4) komen op zo'n 5.300-6.800 te verwachten nieuwe gevallen tot 2050. Hierbij komen de PAF-benadering en de mesothelioombenadering op vergelijkbare aantallen. Deze twee scenario's lijken de meest logische scenario's.

4.3 Asbestose

4.3.1 *Schatting van de Populatie Attributieve Fracties*

Asbestose, een vorm van stoflongen (pneumoconiose), wordt algemeen beschouwd als een typische beroepsziekte, omdat asbestose vrijwel uitsluitend wordt veroorzaakt door een hoge, langdurige blootstelling aan asbest (Dekkers et al., 2006; Safe Work Australia, 2014; Burdorf et al., 2003). Een dergelijke blootstelling wordt uitsluitend aangetroffen in arbeidssituaties. We gaan er daarom van uit dat nagenoeg alle asbestose het gevolg is van werkgerelateerde blootstelling. Dit komt neer op een PAF van 100%.

4.3.2 *Aantal mensen met asbestose door werkgerelateerde asbestblootstelling*

Voor asbestose zijn in Nederland weinig gegevens beschikbaar; het is onbekend hoeveel mensen er asbestose hebben en hoeveel er elk jaar (nog) bijkomen. Om een idee te krijgen van het aantal mensen met asbestose gebruiken we de volgende data als indicator voor het voorkomen in de populatie:

1. Sterfte aan pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels.
2. Het aantal asbestosegerelateerde ziekenhuisopnamen.
3. Het aantal ingediende compensatieclaims en het aantal geaccepteerde compensatieclaims voor asbestose.

Ad 1: Sterfte aan pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels

In 2016 waren er negen sterfgevallen ten gevolge van pneumoconiosen door asbest en andere minerale vezels, in 2015 waren dit er dertien (CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017). Hoewel asbestose ook bij vrouwen voorkomt, waren er dat jaar alleen mannelijke slachtoffers. Deze sterfteaantallen hebben betrekking op pneumoconiosen door asbest en andere minerale vezels. Ze betreffen dus niet uitsluitend pneumoconiose door asbest (asbestose), maar mogelijk ook pneumoconiose door vezels die gebruikt worden in geluids- en warmte-isolatie. Asbest is waarschijnlijk wel de belangrijkste veroorzaker van het aantal sterfgevallen. Asbestose is een chronische ziekte en wordt vaak niet gezien als onderliggende doodsoorzaak; daarom geven sterftecijfers een onderschatting en een vertekend beeld over de mate waarin asbestose voorkomt (Baars et al., 2005).

Ad 2: Aantal asbestosegerelateerde ziekenhuisopnamen

In 2012 waren er vijftien klinische opnamen met asbestose als hoofdontslagdiagnose. Klinische opnamen betreffen de ziekenhuisopnamen exclusief de dagopnamen en duren meestal langer dan één dag. Het betreft alleen opnamen voor mannen van 65 jaar en ouder. Het aantal klinische opnamen geeft niet het aantal opgenomen personen, maar het aantal opnamen. Het aantal opnamen kan hoger

zijn dan het aantal opgenomen personen, omdat een persoon per jaar vaker opgenomen kan zijn.

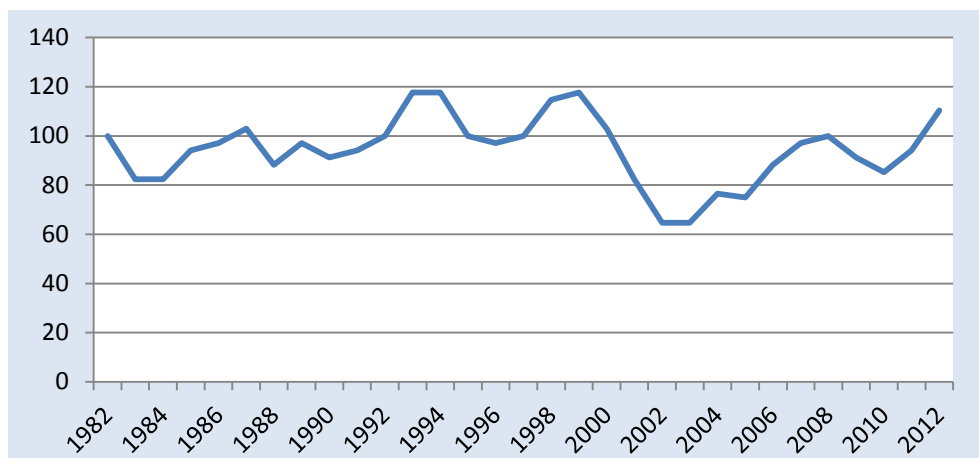
Ad 3: Ingediende en geaccepteerde compensatieclaims voor asbestose

Sinds 1 april 2014 is het mogelijk om een financiële tegemoetkoming van de staat te krijgen voor asbestose. Het IAS en het Nederlands Asbestose Panel beoordelen degenen die hiervoor in aanmerking komen. In de periode 1 april 2014 (de regeling werd van kracht) en 1 april 2016 hebben meer dan 250 asbestslachtoffers een aanvraag ingediend; tot nu toe voldeden 65 aanvragers aan de opgestelde voorwaarden (en 137 niet). Dit betreft niet een definitieve diagnose, omdat de beoordelaars geen histologie (en dus geen gouden standaard) hebben. Bovendien is niet duidelijk hoeveel mensen met dit klinische beeld in Nederland worden gemist, bijvoorbeeld omdat ze niet worden bereikt met de regeling. Ook is het waarschijnlijk dat er een soort inhaalslag heeft plaatsgevonden van patiënten die voor 1 april 2014 zijn gediagnosticeerd met asbestose, maar pas daarna hun aanvraag konden doen.

In een recent artikel beschrijven Hagmolen of ten Have en collega's de voorwaarden voor en het proces van financiële tegemoetkoming, evenals de beoordeelde aanvragen (Hagmolen of ten Have et al., 2016).

4.3.3 Trends in het verleden

Met de beschikbare gegevens kunnen we alleen een trend tonen voor het totaal aantal ziekenhuisopnamen en het aantal klinische opnamen in de periode 1981-2012. De trend in sterfte aan asbestose is niet te tonen; eventueel zou wel de trend in sterfte aan pneumoconiosen beschreven kunnen worden. Maar omdat er allerlei haken en ogen zitten aan de sterftecijfers, onder andere omdat niet bekend is welk deel asbestose is en welk deel andere vezels en omdat er sprake is van 'onderregistratie', geven we de trends in het verleden niet weer. Het aantal mannen dat overlijdt aan pneumoconiosen door asbest en andere minerale vezels schommelt sinds 1996 rond de tien personen per jaar.



Figuur 4.8: Indexcijfer voor klinische opnamen voor de diagnose asbestose in de periode 1981-2012. Cijfers zijn 3-jaarsvoortschrijdende gemiddelden en geïndexeerd.

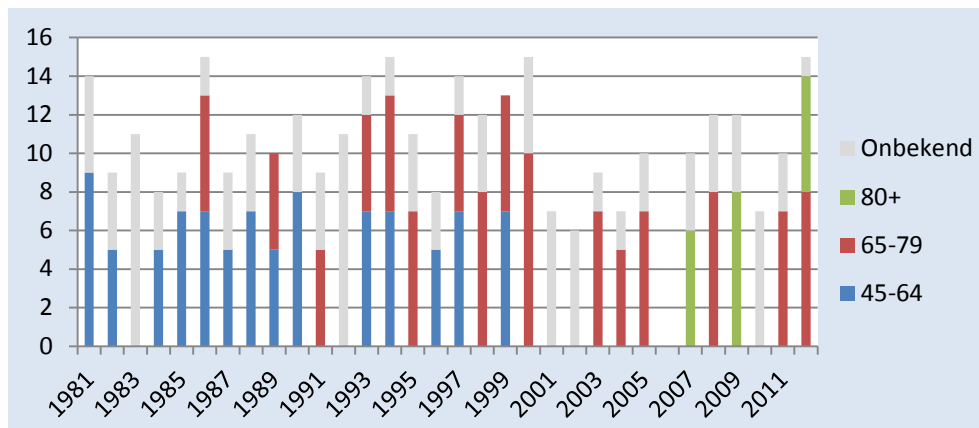
In de afgelopen jaren stierven er bijna geen vrouwen aan pneumoconiosen, zeer waarschijnlijk omdat zij niet of in mindere mate zijn blootgesteld aan de schadelijke stoffen.

Aantal asbestosegerelateerde klinische opnamen in 1981-2012

In de periode 1981-2012 waren er 335 klinische opnamen met asbestose als hoofdontslagdiagnose. Klinische opnamen betreffen de ziekenhuisopnamen exclusief de dagopnamen en duren meestal langer dan één dag. Het aantal klinische opnamen is over de periode 1981-2012 redelijk stabiel: in 1981 waren er veertien klinische opnamen vanwege asbestose, in 2012 waren dat er vijftien (Figuur 4.8). In de jaren ertussen schommelde het aantal rond de elf. In 2002 waren de minste klinische opnamen (zes).

Absoluut gezien vonden de meeste klinische opnamen plaats in de leeftijd 65 tot 80 jaar, maar gecorrigeerd voor leeftijd vonden de meeste klinische opnamen plaats in de leeftijdscategorie 85+ (Figuur 4.9). In de loop van de tijd is een verschuiving van leeftijd te zien: in de jaren tachtig en begin jaren negentig betroffen de opnamen vooral jongere mannen (45-65 jaar), vanaf midden jaren negentig zijn dit vooral de 65- tot 80-jarigen en vanaf 2007 komen hier ook de 80-plussers bij.

De getallen geven het aantal opnamen weer, niet het aantal opgenomen personen. Het aantal opnamen kan hoger zijn dan het aantal opgenomen personen, omdat een persoon per jaar vaker opgenomen kan zijn.



Figuur 4.9: Totaal aantal ziekenhuisopnamen voor asbestose naar leeftijdscategorie in de periode 1981-2012.

4.3.4

Toekomst

De verwachting is dat de [incidentie](#) en sterfte aan asbestose de komende jaren zal dalen, omdat er nauwelijks nog nieuwe gevallen voorkomen; een hoge en langdurige blootstelling aan asbest, nodig om asbestose te ontwikkelen, is sinds 1993 waarschijnlijk niet meer aan de orde. Meestal zit er een lange tijd tussen het inademen van de asbestvezels (eerste blootstelling) en het ziek worden. Burdorf en collega's berekenden voor Nederland een latentietijd van gemiddeld 37 jaar voor asbestose (Burdorf et al., 2003). Deze latentietijd veronderstelt dat er na 2030 geen nieuwe gevallen van asbestose meer zullen optreden (uiteeraard nog wel sterfte). In de periode 2015-2018 kunnen alleen de werknemers ouder dan 45 jaar nog asbestose ontwikkelen: zij hebben de mogelijkheid gehad om vóór 1993 nog een aantal jaren aan hogere concentraties asbest te zijn blootgesteld. In de

ziekenhuiscijfers is te zien dat klinische opnamen voor asbestose voor de werknemers jonger dan 65 jaar al sinds 2000 niet meer voorkomen.

4.4 Overige ziekten

Voor de overige gezondheidseffecten als gevolg van asbestblootstelling kijken we alleen naar kankers waarvoor een duidelijke relatie met asbest is aangetoond (IARC-klasse 1) en waarvoor de HSE werkgerelateerde PAF's heeft berekend (zie Hoofdstuk 2). Dit is alleen het geval voor larynxkanker (strottenhoofd kanker).

4.4.1 *Schatting van de attributieve fracties*

De Engelse *Health and Safety Executive* (HSE) heeft voor een aantal kankers de associatie met asbestblootstelling op de werkplek onderzocht en PAF's geschat voor deze kankers (Fortunato et al., 2012; Baffa et al., 2012). Van de kankers met een duidelijke relatie met asbest (IARC-klasse 1) is dat alleen larynxkanker. De PAF voor larynxkanker is een stuk lager dan de PAF's voor mesotheliom of longkanker. Zo komt de HSE uit op een geschatte PAF voor mannen en vrouwen geassocieerd met werkgerelateerde blootstelling aan asbest van 0,37% (95% BI = 0,17-0,60%) voor larynxkanker (zie Tabel 4.11).

Tabel 4.11: Sterfte (2016) en incidentie (2016) voor larynxkanker (strottenhoofd kanker) voor de totale Nederlandse bevolking en als gevolg van werkgerelateerde blootstelling aan asbest.

	Totale			Werkgerelateerde	
	Sterfte ^{a)}	Incidentie ^{a)}	PAF (%) + 95%BI ^{b)}	Sterfte	Incidentie
Larynxkanker	224	678	0,37 (0,17-0,60)	1 (0-1)	3 (1-4)

Bron: CBS Doodsoorzakenstatistiek, 2017; Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a

a. Voorlopige cijfers.

b. Populatie Attributief Risico met 95% betrouwbaarheidsinterval, gebaseerd op HSE (Fortunato et al., 2012; Baffa et al., 2012).

4.4.2 *Aantal mensen met werkgerelateerde asbestziekten*

Als we de door de HSE geschatte PAF toepassen op de Nederlandse cijfers voor incidentie en sterfte (2016) betekent dit dat er jaarlijks één tot vier personen bijkomen met asbestgerelateerde larynxkanker en één persoon sterft aan larynxkanker door werkgerelateerde asbestblootstelling (Tabel 4.11).

4.4.3 *Trends in het verleden*

Net als bij asbestgerelateerde longkanker is het ook niet goed mogelijk om de trends voor asbestgerelateerde larynxkanker te berekenen. Het aandeel larynxkanker dat door werkgerelateerde asbestblootstelling is veroorzaakt, is heel laag. De trends in het verleden worden ook bij deze kanker voornamelijk veroorzaakt door trends in andere risicofactoren. We weten niet hoe groot het asbestgerelateerde deel in de afgelopen jaren is geweest en dus hoeveel larynxkanker is toe te schrijven aan asbest. Bovendien zal de bijdrage van asbest aan larynxkanker waarschijnlijk variëren over de tijd.

5 Beschouwing

Asbestziekten waarschijnlijk op hun top

De gezondheidseffecten van asbestblootstelling zijn 25 jaar na het verbod op asbest nog steeds zichtbaar: in 2016 hebben ruim zeshonderd personen mesotheliom gekregen, naar schatting zevenhonderd personen asbestlongkanker en zo'n 45 personen andere gezondheidseffecten als asbestlarynxkanker en asbestose. Ook de sterfte is hoog: naar schatting zijn 1.200 personen in 2016 in Nederland overleden als gevolg van blootstelling aan asbest.

In dit rapport hebben we gekeken naar de huidige incidentie, sterfte, overleving en latentietijd van asbestgerelateerde gezondheidseffecten. We hebben geschat hoeveel mensen er nog bijkomen met mesotheliom en asbestlongkanker, of we in Nederland al aan de piek zitten en geschat hoeveel mensen dan mesotheliom en asbestlongkanker ten tijde van de piek hebben. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat voorspellingen altijd in meer of mindere mate onbetrouwbaar zijn.

De piek in het aantal nieuwe gevallen van mesotheliom en asbestlongkanker ligt volgens onze schattingen rond 2016, afhankelijk van het scenario. Gegeven de resultaten van onze scenario's zullen tot 2050 naar schatting nog zo'n 15.800 personen gediagnosticeerd worden met een asbestziekte en overlijden ten gevolge hiervan.

9.000-10.500 nieuwe mesotheliomgevallen tot 2050 te verwachten

In onze trendscenario's ligt de piek van de incidentie van mesotheliom al achter ons, in 2016. De hoogte van de piek ligt voor mannen op ongeveer 530 nieuwe gevallen van mesotheliom. Voor vrouwen ligt de piek op ongeveer negentig nieuwe gevallen. Vanaf 2017 daalt de incidentie van mesotheliom geleidelijk, tot er bijna alleen nog mesotheliom-gevallen zijn te verwachten als gevolg van omgevingsblootstelling. In de meest reële scenario's schatten we dat er 9.000-10.500 nieuwe gevallen van mesotheliom zijn te verwachten tot 2050.

Mesotheliom

Rond 2030 meer mesotheliom door omgeving dan door arbeid

Blootstelling aan asbest kon en kan hebben plaatsgevonden via verschillende blootstellingsroutes. We zijn voor mesotheliom uitgegaan van werk (inclusief 'paraoccupational') en omgeving (inclusief 'spontaan'). Omdat we in onze scenario's uitgaan van een gelijkblijvend aandeel door omgevingsblootstelling terwijl de incidentie door werkgerelateerde blootstelling daalt, is het aantal nieuwe gevallen door omgevingsblootstelling op een gegeven moment (rond 2030) hoger dan het aantal nieuwe gevallen door werkgerelateerde blootstelling. Door de vergrijzing stijgt het aantal mesotheliomgevallen nog, ondanks gelijkblijvende incidentierates. Vooral voor vrouwen is onduidelijk hoe groot het aandeel werk (inclusief paraoccupational) is.

Mesotheliom vergelijkbaar met toekomstschattingen uit andere studies

Met het beschikbaar komen van gegevens over een langere periode na 1993 (asbestverbod) wordt het aantal nog te verwachten mesotheliomgevallen steeds lager geschat. Verschillende studies hebben het aantal nieuwe gevallen en sterfgevallen van mesotheliom voorspeld in de toekomst en geschat wanneer de piek te verwachten is (Burdorf et al., 1997b; Caspers et al., 2013; Gezondheidsraad, 2010; Peto et al., 1999; Segura et al., 2003; Burdorf & Looman, 2017). De schattingen van het nog te verwachten aantal mesotheliomsterfgevallen tot 2030 uit een van de eerste toekomstvoorspellingen (25.300) zijn te hoog (Peto et al., 1999). Schattingen uit recentere studies komen uit op 13.100-22.900 sterfgevallen voor de periode 2000-2030 (KWF, 2011; Segura et al., 2003; Burdorf et al., 1997b; Gezondheidsraad, 2010). Dit komt overeen met onze schattingen als we voor onze schattingen over de periode 2000-2028 zouden kijken (13.700-14.500). Burdorf voorspelde recentelijk in de periode 2017-2035 nog ruim 8.000 sterfgevallen onder mannen en 1.100 sterfgevallen onder vrouwen (Burdorf & Looman, 2017). Deze aantallen zijn iets hoger dan in onze scenario's als we uitgaan van de periode 2017-2035.

Volgens de meeste schattingen bereikt de sterfte aan mesotheliom in 2017-2018 de piek, met aantallen van bijna vijfhonderd tot ruim zevenhonderd in het piekjaar. Onze schattingen in de vier uitgewerkte trendscenario's voor de incidentie van mesotheliom sluiten hierbij aan: we schatten dat de piek in de meeste gevallen in 2016 ligt met zo'n zeshonderd nieuwe gevallen; de piek in de sterfte ligt één à twee jaar later. Ook voor Groot-Brittannië wordt de piek in dezelfde periode verwacht: in een Britse studie wordt 2017 als piekjaar geschat (Martinez-Miranda et al., 2016). Nederland en Groot-Brittannië zijn vergelijkbaar wat betreft mesotheliomincidentie.

Asbestlongkanker

Huidige incidentie en sterfte van asbestlongkanker lastig te schatten

Het is lastig een schatting te maken van de huidige [incidentie](#) van en sterfte aan asbestlongkanker. Longkanker kan worden veroorzaakt door het inademen van tabaksrook, maar ook door andere (chemische) stoffen zoals asbest. Aan de ziekte zelf is niet te zien waardoor deze is veroorzaakt. Het is dan ook onduidelijk welk deel van de longkankers door asbest is veroorzaakt. Deze proportie kan niet direct worden geschat, omdat asbestgerelateerde longkanker klinisch niet te onderscheiden is van longkanker door andere oorzaken. Schattingen over het huidige aantal nieuwe gevallen en sterfgevallen van asbestlongkanker in Nederland zijn schaars.

500-1.100 nieuwe gevallen van asbestlongkanker geschat in 2016

In dit rapport hebben we het huidige aantal asbestlongkankers via twee benaderingen geschat. De mesotheliom-benadering, die veronderstelt dat de sterfte aan asbestlongkanker in een bepaalde verhouding (meestal 1:1 en 2:1) staat tot de sterfte aan mesotheliom, geeft 530-1.060 nieuwe gevallen van asbestlongkanker in 2016. De PAF-benadering, waarbij we op grond van (inter)nationale studies veronderstellen dat de PAF voor mannen 8,9% is (dat wil zeggen dat van alle longkankers bij mannen 8,9% door asbestblootstelling op het werk is veroorzaakt) en voor vrouwen 1,7%, schat zo'n zevenhonderd

nieuwe gevallen van asbestlongkanker in 2016. Beide benaderingen geven een schatting van het aantal asbestlongkankers; het daadwerkelijke aantal asbestlongkankers kan zowel hoger als lager zijn.

Ook toekomstschattingen voor longkanker zijn lastig

Het is al lastig een schatting te maken van de huidige **incidentie** van en sterfte aan asbestlongkanker, een schatting maken voor de toekomst is met nog meer onzekerheid omgeven. De onduidelijkheid in de proportie asbestlongkankers zorgt er ook voor dat het aantal asbestlongkankers in het verleden onduidelijk is en dat de trend uit het verleden eigenlijk niet kan worden gebruikt voor toekomstschattingen.

Van der Laan (2015) schatte op basis van compensaties aan patiënten met asbestgerelateerde longkanker in het buitenland dat jaarlijks vijfhonderd tot duizend nieuwe gevallen van asbestlongkanker in Nederland (zullen) optreden (Van der Laan, 2015). In een recent artikel vergelijken Van der Bij en collega's drie verschillende methoden om het aantal asbestgerelateerde longkankergevallen in Nederland te schatten (Van der Bij et al., 2016). Op basis van deze drie verschillende methoden (mesotheliom-benadering, PAF-benadering (PAR-model genoemd) en 'life table-model') komen zij op 6.800 tot 17.500 nieuwe asbestgerelateerde longkankergevallen voor de periode 2011-2030. De methoden in deze studie zijn deels vergelijkbaar met de methoden die wij voor onze scenario's hebben gebruikt, maar de uitgangspunten en aannames verschillen, waardoor de uiteindelijke aantallen verschillen. Zo gaan Van der Bij en collega's bij het PAF-model uit van een constante PAF van 11,6% voor mannen en 2,5% voor vrouwen, terwijl wij op basis van de literatuur een aflopende PAF van 8,9% en 1,7% hanteren. Wij komen in onze studie uit op 7.900-11.500 nieuwe gevallen van asbestlongkanker als we kijken naar de periode 2011-2030. Voor de periode 2017 tot 2050 schatten we 5.300-10.200 nieuwe gevallen van asbestlongkanker.

Het piekjaar voor asbestlongkanker is in de meeste gevallen niet duidelijk omdat de trends onduidelijk zijn, maar uit de meeste studies blijkt deze te zijn geweest, hoewel één methode de piek in 2022 verwacht (Van der Bij et al., 2016). Ook onze uitgewerkte toekomstscenario's geven aan dat de piek in asbestlongkanker is bereikt en dat de incidentie en sterfte vanaf 2017 (snel) zal dalen.

Tot 2050 nog 5.300-6.800 gevallen van asbestlongkanker te verwachten

Op basis van onze trendscenario's voor asbestlongkanker schatten we dat de piek in asbestlongkanker is geweest. De meest logische trendscenario's, waarin wordt verondersteld dat de geboortecohorten geboren na 1975 nog (onbewust en onbedoeld) zijn blootgesteld aan concentraties die overeenkomen met een kans van één op 1.000.000 (scenario's 2 en 4), komen op zo'n 5.300-6.800 te verwachten nieuwe gevallen tot 2050. Hierbij komen de PAF-benadering en de mesotheliombenadering op vergelijkbare aantallen.

Asbestose

Sterfte aan pneumoconiose onderschatting van sterfte aan asbestose

Asbestose wordt over het algemeen beschouwd als een typische beroepsziekte vanwege de noodzaak van een hoge, langdurige blootstelling aan asbest die alleen in arbeidssituaties wordt aangetroffen. Bij de diagnose asbestose is dan ook een goede

beroepsanamnese van belang. Voor asbestose zijn geen betrouwbare data over incidentie en sterfte beschikbaar. Om een idee te krijgen van het aantal mensen met asbestose hebben we gebruikgemaakt van drie verschillende indicatoren die iets zeggen over het voorkomen van asbestose in Nederland: de sterfte aan pneumoconiose door asbest en andere minerale vezels, het aantal asbestosegerelateerde ziekenhuisopnamen en het aantal ingediende en geaccepteerde compensatieclaims. Hiermee schatten we dat tien tot dertig mannen jaarlijks asbestose krijgen. Dit is waarschijnlijk een onderschatting. Burdorf vond 86 gevallen van asbestose via de registers van twee Nederlandse advocatenkantoren die bijna alle juridische claims behandelden in de periode 1990-2000 (Burdorf et al., 2003). Het verwachte aantal asbestosegevallen in de toekomst is niet te schatten. Over de toekomst kan alleen worden gezegd dat – gezien het feit dat blootstelling hoog en langdurig moet zijn geweest en dit soort blootstelling sinds 1993 waarschijnlijk niet meer voorkomt – het aantal gevallen van asbestose zal dalen. Bij een geschatte latentietijd van 37 jaar (Burdorf et al., 2003) zal het aantal nieuwe gevallen vanaf 2030 nihil zijn.

Beperkingen en kanttekeningen

Elk model heeft te maken met veronderstellingen en onzekerheden

Elk model/methode heeft zijn eigen voor- en nadelen, en alle modellen zijn gebaseerd op aannames en lijden aan onzekerheid in de ingangswaarden. Er zit onzekerheid in de schattingen, zowel voor de huidige schattingen van asbestlongkanker als voor de toekomst van zowel mesotheliom als asbestlongkanker. De modellen die worden gebruikt om de incidentie en de sterfte in de toekomst te schatten, zijn gebaseerd op verschillende variabelen: leeftijd, geboortjaar (cohort), jaar van overlijden of diagnose (periode), tijdsreeks en het asbestgebruik en -blootstelling over de tijd heen. Zo maakt het voor de toekomstschatting uit of de oudste leeftijdsgroepen (85+), die de hoogste incidentie- en sterftcijfers hebben, worden meegenomen of niet. Daarnaast zijn de projecties voor vrouwen omgeven met meer onzekerheid vanwege het kleine(re) aantal gevallen dan bij mannen. Voor de Nederlandse situatie is op verschillende manieren het toekomstig aantal mesotheliom- en asbestlongkankergevallen geschat (Burdorf et al., 1997b; Burdorf & Looman, 2017; Gezondheidsraad, 2010; KWF, 2011; Segura et al., 2003; Van der Bij et al., 2016). Hieruit blijkt ook dat de methoden en de aannames van belang zijn voor de resultaten. Elke methode die wordt gebruikt om het toekomstig aantal mesotheliom- en asbestlongkankergevallen te schatten, moet uitgaan van een aantal veronderstellingen, aangezien niet alle data voor de Nederlandse situatie bekend zijn en omdat de toekomst niet bekend is. Uit de resultaten van de verschillende studies blijkt dat als er recentere data worden toegevoegd, niet alleen incidentie- of sterftedata, maar ook demografische data, de schatting beter wordt. Toch blijft het een schatting en zijn er onzekerheden in alle scenario's en schattingen. Zo is nog steeds onduidelijk wat er met de jongere geboortecohorten gaat gebeuren.

(Afgeleiden van) leeftijd-periode-cohortmodellen meest gebruikt voor toekomst

In de literatuur worden verschillende methoden gebruikt om de toekomstige aantallen te schatten; vele gaan uit van een leeftijd-periode-cohortmodel (*Age-Period-cohort*, APC) of afgeleiden daarvan, zoals een leeftijd-cohortmodel. Het APC gaat uit van trends in cohorten. Segura (2003) heeft een vergelijking gemaakt tussen de schattingen op basis van drie leeftijd-cohortmodellen en een APC (Segura et al., 2003). De kleine verschillen in de schattingen tussen het leeftijd-cohortmodel en het APC illustreren de bescheiden impact van de periode-effecten in deze modelaanpak. Segura en collega's concluderen dat in een dergelijk geval een leeftijd-cohortmodel te verkiezen is boven een APC, omdat het simpel is, met een goede fit op de data. Onze schattingen zijn ook gebaseerd op een leeftijd-cohortmodel.

In alle modellen zijn aannames gedaan

Wel hebben we bepaalde aannames moeten doen, aangezien uit de beschikbare data nog niet voor alle geboortecohorten te zien is dat de incidentie in de toekomst naar lage waarden moet dalen vanwege het verbod op asbest en de daardoor sterk verminderde blootstelling aan asbest. Als we voor de asbestgerelateerde aandoeningen alleen op de statistiek afgaan, dan overschatten we waarschijnlijk het aantal verwachte gevallen, omdat de statistische modellen (nog) geen rekening (kunnen) houden met de sterk verminderde blootstelling (Clements et al., 2007; Riley & McNab, 2016). De latere (jongere) geboortecohorten hebben een veel lagere blootstelling, maar hebben nog niet volledig de kans gehad om asbestgerelateerde ziekten te ontwikkelen. Als we geen aannames zouden doen, stijgt de incidentie in de latere geboortecohorten behoorlijk tegen de tijd dat deze geboortecohorten tachtig jaar en ouder worden, door de vergrijzing. De meeste studies proberen hiermee rekening te houden door de betreffende cohorten een lager risico op asbestziekten toe te wijzen. Zo wijzen ze bijvoorbeeld 50% van het risico op de sterfte van het laatst bekende cohort toe aan de volgende cohorten; nog latere cohorten krijgen een risico nul toegewezen. Het aantal cohorten dat een lagere kans op de ziekte krijgt toegewezen, verschilt. Hierbij is de overweging dat het verbod op het gebruik van asbest in de industrie en het verbeteren van de werkomgeving niet alle blootstelling aan asbest kan elimineren. Vergelijkbare aannames zijn gedaan in andere studies (Kjærgaard & Andersson, 2000; Segura et al., 2003). In onze scenario's hebben wij dit ook uitgewerkt: scenario 1 van zowel mesotheliom als asbestlongkanker veronderstelt dat geboortecohorten geboren na 1975 nooit op de werkplek blootgesteld kunnen zijn geweest aan asbest. De incidentie in deze geboortecohorten wordt geforceerd naar nul. Omdat dit niet logisch lijkt te veronderstellen, hebben we ook scenario's uitgewerkt waarin we aannemen dat de blootstelling onder bepaalde grenswaarden is geweest, overeenkomend met een kans op mesotheliom of asbestlongkanker van 10^{-6} en van 10^{-5} .

In de schattingen van mesotheliom door omgevingsblootstelling zijn we bovendien uitgegaan van het gemiddelde over 2014-2016, omdat de incidentie en sterfte van mesotheliom in 2016 veel hoger zijn dan in 2015 en de jaren ervoor. Voor het werkgerelateerde deel is dit niet nodig, omdat het model de data al 'plat slaat'.

Mesothelioomschattingen beter dan asbestlongkankerschattingen

We vermoeden dat de mesothelioomschattingen beter zijn dan de asbestlongkankerschattingen, omdat mesothelioom voornamelijk door asbest wordt veroorzaakt, terwijl longkanker door meer factoren kan zijn veroorzaakt en asbest hiervan niet de belangrijkste is.

Voor het schatten van het aantal aandoeningen dat door asbestblootstelling op het werk is ontstaan, hebben we gebruikgemaakt van PAF's uit internationale studies. Bij voorkeur zouden we zelf PAF's berekenen volledig toegepast op de Nederlandse situatie. Voor het berekenen van PAF's is informatie over de sterkte van de causale relatie nodig: meestal wordt gebruikgemaakt van *relatieve risico's* uit internationale studies. Daarnaast is informatie nodig over de prevalentie van de risicofactor, in dit geval het percentage mensen dat is blootgesteld aan asbest. Maar het huidige percentage en het percentage mensen dat in het verleden is blootgesteld geweest, is niet beschikbaar of niet bruikbaar. Om inzicht te krijgen in de huidige asbestblootstelling zouden bruikbare metingen moeten worden gedaan en worden gedocumenteerd in een beschikbaar databestand.

Sterfte- en incidentiegegevens geven een aantal verschillen

De resultaten van de meeste andere studies zijn gebaseerd op sterftedata, maar de gemiddelde overleving van ongeveer een jaar na diagnose maakt de mortaliteits- en incidentierates vergelijkbaar. Voor de trends in het verleden geeft dit geen grote verschillen, aangezien in het verleden de overleving ongeveer een jaar was. Maar de overleving stijgt licht. Dat betekent dat als de incidentie stijgt, de sterfte pas later toeneemt. Inderdaad is de sterfte/incidentieratio in de periode 1989-2016 gemiddeld 0,97 of 1,04 (Integraal Kankercentrum Nederland, 2017a). Oorzaken van deze kleine verschillen zijn onder andere: uitzaaiingen worden in de incidentiecijfers wel meegenomen terwijl deze niet als primaire doodsoorzaak in de sterftecijfers zijn opgenomen, na *post-mortem*-onderzoek wordt een eventuele herziening van de primaire diagnose in de sterfte wel aangepast en in de incidentie niet en tot slot zijn er kleine systematische verschillen in de definitie van de onderliggende oorzaak van sterfte en de diagnose kanker (Burdorf & Looman, 2017). Daarom gaat onze voorkeur uit naar incidentie. Bovendien kan aan het optreden van de ziekte niets meer worden voorkomen, maar aan de sterfte wel (als de zorg en behandeling). Voor de toekomstschattingen ontstaan wel grotere verschillen. Als de incidentie stijgt, dan neemt de sterfte pas later toe. De sterfte loopt immers achter op de incidentie. Door de langere overleving geeft modelleren andere uitkomsten. Ook mensen die vorig jaar of het jaar ervoor incident zijn geworden, gaan nog overlijden. Zij tellen wel mee bij toekomstschattingen die gebaseerd zijn op sterftedata, maar niet (meer) bij toekomstschattingen gebaseerd op incidentiedata. In studies die gebaseerd zijn op sterftedata worden dus ook cases meegenomen die al bestaan, maar die dit jaar of komende jaren gaan overlijden. Hetzelfde geldt uiteraard ook voor het eindjaar van de schattingen, maar omdat het tegen die tijd om veel kleinere aantallen gaat, heeft dat minder invloed op de schattingen dan nu.

Twee benaderingen om asbestgerelateerde longkanker te schatten

Voor longkanker hebben we via twee benaderingen het huidige aantal asbestgerelateerde longkankers geschat. Het is echter niet eenvoudig te bepalen welk model de beste schatting van het toekomstige aantal nieuwe asbestlongkankergevallen geeft. Longkanker kan door meer factoren zijn veroorzaakt en asbest is hiervan niet de belangrijkste. De specifieke invloed van blootstelling aan asbest is bij longkanker moeilijk te onderscheiden van de invloed van andere risicofactoren, zoals roken. De trends in longkanker worden gedomineerd door de trends in roken en verschillen van de trends in asbestblootstelling.

Eén benadering is om op grond van gegevens uit cohortstudies van asbestwerkers de verhouding tussen het aantal mesothelioomgevallen en de extra gevallen van longkanker te berekenen. Vervolgens kan dit verhoudingsgetal benut worden om het aantal gevallen van asbestlongkanker in een populatie te schatten. Waarschijnlijk wordt de verhouding tussen longkanker en mesothelioom kleiner: het aantal werkgerelateerde asbestlongkankergevallen daalt sneller dan het aantal mesothelioomgevallen, omdat de latentietijd voor longkanker korter is. Door de verschillen in latentietijd is deze benadering niet zo geschikt voor gebruik voor de toekomstscenario's. Zo zal in 2025 de incidentie van asbestlongkanker richting nul gaan (uitgaande van een latentietijd van dertig jaar), terwijl die van mesothelioom nog jaren doorgaat. Het is onduidelijk hoe de verhouding tussen longkanker en mesothelioom in de toekomst zal zijn.

Een andere benadering om het aantal asbestgerelateerde longkankers te schatten, is uitgaande van internationale PAF's. Deze PAF's zeggen iets over het huidige aandeel asbestlongkankers van het totaal aan longkankers. Vermoedelijk daalt de PAF door werk, omdat de werkgerelateerde blootstelling is gedaald. In onze scenario's proberen we hier rekening mee te houden door afnemende PAF's te hanteren. Maar het is onbekend hoeveel werknemers tegenwoordig aan welke concentraties zijn blootgesteld.

Wat een schatting nog meer bemoeilijkt, is de invloed van roken op longkanker: als minder mensen longkanker krijgen of eraan overlijden door een daling van het aantal rokers, dan zullen bij zowel de PAF-benadering als de mesotheliombenadering ook minder mensen asbestlongkanker krijgen.

Gezien de onzekerheden blijft het onduidelijk welke van de twee benaderingen de werkelijkheid het best benadert.

Geen betrouwbare data over beroepsziekte asbestose

Voor asbestose zijn in Nederland weinig gegevens beschikbaar. De gegevens die er zijn, kunnen zowel een onder- als een overschatting van de werkelijke cijfers zijn. Een probleem bij de cijfers is dat de diagnose van asbestose afhankelijk is van het vaststellen van asbestblootstelling in de anamnese. Historisch onderzoek heeft laten zien dat er een grote onderrapportage is. Een klinische diagnose zonder goede beroepsanamnese leidt tot onderschatting.

We hebben daarom het voorkomen van asbestose geschat met behulp van drie bronnen. De schatting van asbestose gebruikmakend van de sterfte aan pneumoconiose wordt door experts beschouwd als een onderschatting (Baars et al., 2005). Ook de goedgekeurde claims van het IAS als indicator voor het voorkomen, kunnen zowel een over- als een onderschatting zijn. Een aantal factoren zou de werkelijke prevalentie en

incidentie van asbestose kunnen maskeren (Hagmolen of ten Have et al., 2016): onduidelijke diagnostiek door overlap met andere interstitiële aandoeningen, ontbreken van pathologie (longbiopten), ontbreken van duidelijke arbeidshistorie, verwarring in terminologie, beperkt aantal gevallen op lagere leeftijd, niet bereiken van slachtoffers. Zo kan pathologisch onderzoek van een longbiopt twijfel over de diagnose asbestose wegnemen, maar vanwege een verhoogd risico op complicaties en het ontbreken van behandelopties, wordt dit weinig gedaan. Ook kan er juist een inhaalslag hebben plaatsgevonden, waardoor ook mensen met een diagnose voor 1 april 2014 na die tijd hun aanvraag hebben ingediend.

Tot slot

Asbestverbod gaat leiden tot daling van het aantal nieuwe gevallen

Voor Nederland zijn in het verleden een aantal schattingen uitgevoerd om het toekomstig aantal mensen met asbestziekten te schatten. Ook wordt vaak een piekjaar geschat waarna de incidentie en sterfte zullen dalen. Recentere studies geven lagere totale aantallen en lagere aantallen ten tijde van de piek. En lijken steeds beter in de buurt te komen van de daadwerkelijke schatting. Toch blijven het schattingen en zijn er onzekerheden in alle scenario's. Voorspellingen zijn altijd in meer of mindere mate onbetrouwbaar.

Een recentelijk gepubliceerde studie uit Zweden laat zien dat als gevolg van de vroege maatregelen in Zweden (Zweden heeft als een van de eerste landen het gebruik van asbest verboden, in 1982), de cijfers onder jongere groepen inderdaad fors aan het dalen zijn (Järvholm & Burdorf, 2015). Het asbestverbod heeft daar al tot merkbaar minder ziektegevallen geleid. De impact is afhankelijk van de percentages mensen die zijn blootgesteld, de omvang van de blootstelling en de leeftijd waarop de blootstelling plaatsvond. De aantallen ziektegevallen in Nederland zijn hoger dan in Zweden; het effect van het asbestverbod zal meer gezondheidswinst opleveren.

Het asbestverbod en andere initiatieven om de (werkgerelateerde) blootstelling aan asbest te verminderen en te vermijden, lijken de komende jaren te gaan leiden tot een daling in het aantal nieuwe asbestgevallen. Of het aantal mesothelioom- en asbestlongkankergevallen helemaal naar nul zal gaan en daarmee mesothelioom en longkanker als gevolg van asbest helemaal zullen verdwijnen, is afhankelijk van de huidige blootstelling en is nu nog onbekend.

Referenties

- Aboagye-Safro P., Reid A., De Klerk N., Olsen N., Samuels L., Franklin P., Musk M. Determinants of latency periods of lung cancer (lc) and malignant mesothelioma (mm) in former workers and residents exposed to crocidolite at Wittenoom, Western Australia. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011;183.
- Arbeidsomstandighedenbesluit. Arbeidsomstandighedenbesluit: Wet- en regelgeving. 's-Gravenhage: Sociale Zaken en Werkgelegenheid; 1997.
- Arbobalans. Arbobalans 2016: Kwaliteit van de arbeid, effecten en maatregelen in Nederland. Leiden: TNO, 2016.
- Arboportaal. Asbest. 2016 [cited 2016 16-11-2016]; Available from: <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/asbest>
- Asbest-verwijderingsbesluit. Asbest-verwijderingsbesluit: Wet- en regelgeving. 's-Gravenhage: Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer; 1993.
- Atlas Leefomgeving. Informatie over milieu en gezondheid. 2016 [cited 2016 16-11-2016]; Available from: <http://www.atlasleefomgeving.nl/meer-weten/asbest>
- ATSDR. Toxicological profile for asbestos. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001.
- Baars A., Pelgrom S., Hoeymans F., Van Raaij M. Gezondheidseffecten en ziektelast door blootstelling aan stoffen op de werkplek – een verkennend onderzoek. 320100001/2005. Bilthoven: RIVM, 2005.
- Baas P., Burgers J. Eén keer asbest: levensgevaarlijk? *Ned Tijdschr Geneesk*, 2014:A7653.
- Baffa S., Holmes P., Cherrie J., Van Tongeren M., Fortunato L., Hutchings S., Rushton L. The burden of occupational cancer in Great Britain: Stomach cancer. London: Health and Safety Executive, 2012.
- Bianchi C., Giarelli L., Grandi G., Brollo A., Ramani L., Zuch C. Latency periods in asbestos-related mesothelioma of the pleura. *Eur J Cancer Prev.*, 1997;6:162-6.
- Brown T., Cherrie J., Van Tongeren M., Fortunato L., Hutchings S., Rushton L. The burden of occupational cancer in Great Britain: Lung cancer. London: Health and Safety Executive, 2012.
- Burdorf A., Barendregt J., Swuste P., Heederik D. Schatting van asbest-gerelateerde ziekten in de periode 1996-2030 door beroepsmatige blootstelling in het verleden. 's Gravenhage: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1997a.
- Burdorf A., Barendregt J., Swuste P., Heederik D. Toenemende incidentie van mesotheliom in de toekomst door beroepsmatige blootstelling aan asbest in het verleden. *Ned Tijdschr Geneesk*, 1997b;141:1093-8.
- Burdorf A., Dahhan M., Swuste P. Occupational Characteristics of Cases with Asbestos-related Diseases in The Netherlands. *Ann Occup Hyg*, 2003;47:485-92.
- Burdorf A., Looman C. Sterfte aan maligne mesotheliom in Nederland: huidige trends en toekomstige verwachting. Erasmus MC Rotterdam; 2017. p. 1-23.

- Burdorf A., Maas J., Siegert H., Wielaard P. Dossier Asbest en gezondheid: blootstelling, asbestziekten en risico-evaluatie: Arbokennisnet, 2009.
- Camargo M., Stayner L., Straif K., Reina M., Al-Alem U., Demers P., Landrigan P. Occupational exposure to asbestos and ovarian cancer: a meta-analysis. *Environ Health Perspect*, 2011;119:1211-7.
- Camiade E., Gramond C., Jutand M., Audignon S., Rinaldo M., Imbernon E., Luce D., Galateau-Sallé F., Astoul P., Paireon J.C., Brochard P., Lacourt A. Characterization of a French Series of Female Cases of Mesothelioma. *Am J Ind Med*, 2013.
- Caspers I., Klein J., Dooper M. Longziekten feiten en cijfers 2013. Amersfoort: Long Alliantie Nederland, 2013.
- CBS. Kernprognose 2016-2060: 18 miljoen inwoners in 2034 voorzien Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016.
- CBS Doodsoorzakenstatistiek. Gezondheid en welzijn: Overledenen en doodsoorzaken. 2017 [cited 2017 07-04-2017]; Available from: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers>
- Cherrie J., Gorman M., Shafrir A., Van Tongeren M., Searl A., Sanchez-Jimenez A., Mistry R., Sobey M., Corden C., Rushton L., Hutchings S. Health, socio-economic and environmental aspects of possible amendments to the EU Directive on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens and mutagens at work. P937/99. Edinburgh: IOM, 2011.
- Clements M., Berry G., Shi J., Ware S., Yates D., Johnson A. Projected mesothelioma incidence in men in New South Wales. *Occup Environ Med*, 2007;64:747-52.
- Committee on Asbestos: Selected Health Effects. Laryngeal Cancer and Asbestos. Asbestos: Selected Cancers. Washington: National Academies Press, 2006.
- D'Agostin F., De Michieli P., Chermaz C., Negro C. Pleural and peritoneal mesotheliomas in the Friuli Venezia Giulia register: data analysis from 1995 to 2015 in Northeastern Italy. *J Thorac Dis*, 2017;9:1032-45.
- Dahhan M., Burdorf A., Swuste P. Beroepsachtergrond van patiënten met asbestgerelateerde ziekten in Nederland. *Tijdschr toegepaste Arbowedenschap*, 2003:59-64.
- Darnton A., Hutchings S. The burden of occupational cancer in Great Britain: Technical Annex 4: Mesothelioma Norwich: Health and Safety Executive, 2007.
- Darnton A., Hutchings S. The burden of occupational cancer in Great Britain: Mesothelioma: Health and Safety Executive, 2012.
- Darnton A., McElvenny D., Hodgson J. Estimating the number of asbestos-related lung cancer deaths in Great Britain from 1980 to 2000. *Ann Occup Hyg*, 2006;50:29-38.
- De Bruin M., Burgers J., Baas P., van 't Veer M., Noordijk E., Louwman M., Zijlstra J., van den Berg H., Aleman B., van Leeuwen F. Malignant mesothelioma after radiation treatment for Hodgkin lymphoma. *Blood*, 2009;113:3679-81.
- Dekkers S., Baars A., Preller E., Peters S., Van Raaij M. Historische versus recente blootstelling aan stoffen onder arbeidsomstandigheden als oorzaak van gezondheidseffecten en ziektelast. Bilthoven: RIVM, 2006.

- DGUV. BK-Report 1/2013 Faserjahre. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), 2013.
- Finnish Institute of Occupational Health. Asbestos, Asbestosis, and Cancer: Helsinki Criteria for Diagnosis and Attribution. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 2014.
- Fortunato L., Hutchings S., Rushton L., Cherrie J., Van Tongeren M. The burden of occupational cancer in Great Britain: Cancer of the larynx. London: Health and Safety Executive, 2012.
- Frost G. The latency period of mesothelioma among a cohort of British asbestos workers (1978-2005). *Br J Cancer*, 2013;109:1965-73.
- Gezondheidsraad. Protocolen asbestziekten: maligne mesotheliom. Rijswijk: Gezondheidsraad 1998.
- Gezondheidsraad. Protocolen asbestziekten: asbestose. Den Haag: Gezondheidsraad, 1999.
- Gezondheidsraad. Protocolen asbestziekten: longkanker. Den Haag: Gezondheidsraad, 2005.
- Gezondheidsraad. Asbest: Risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling. Den Haag: Gezondheidsraad, 2010.
- Gezondheidsraad. Leidraad berekening risicogetallen voor carcinogene stoffen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2012.
- Goldberg M., Imbernon E., Rolland P., Gilg Soit Ilg A., Saves M., de Quillacq A., Frenay C., Chamming's S., Arveux P., Boutin C., Launoy G., Paireon J.C., Astoul P., Galateau-Salle F., Brochard P. The French National Mesothelioma Surveillance Program. *Occup Environ Med*, 2006;63:390-5.
- Gustavsson P., Ahlbom A., Andersson T., Schéele P. Calculation of fractions of lung cancer incidence attributable to occupational exposure to asbestos and combustion products in Stockholm, Sweden. *Eur J Epidemiol*, 2003;18:937-40.
- Hagmolen of ten Have W., Rooijackers J., Burgers J.A. Financiële compensatie voor patiënten met asbestose. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2016;160:D544.
- Hennekam M., Kaper W., Kole M., Reinders A. Asbestcementafval als wegverharding. Een inventarisatie van wegen rond Goor in opdracht van Provinciale Waterstaat Overijssel. Leiden: Centrum voor Milieukunde, 1984.
- Hyland R., Ware S., Johnson A., Yates D. Incidence trends and gender differences in malignant mesothelioma in New South Wales, Australia. *Scand J Work Environ Health*, 2007;33:286-92.
- IARC. IARC Monographs: Asbestos (chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite and anthophyllite): World Health Organization, 2012.
- IARC. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-120. 2017a [cited 2017 24-06-2017]; Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2017b [cited 2017 01-05-2017]; Available from: <http://monographs.iarc.fr/>
- IHME. Global Burden of Disease. 2016 [cited 2016 18-03-2016]; Available from: www.healthdata.org
- Instituut Asbestslachtoffers. Verslag Expertmeeting asbest en longkanker Instituut Asbestslachtoffers. IAS 2006/2. Den Haag: Instituut Asbestslachtoffers, 2006.

- Instituut Asbestslachtoffers. Asbest: Een (publiciteits)gevoelig onderwerp. Om hoeveel slachtoffers gaat het nu eigenlijk? Schattingen van asbestgerelateerde longkanker 2010 [cited 2017 28-09-2017]; Available from: <http://www.asbestslachtoffers.nl/CMS/show.do?ctx=637278,480199>
- Instituut Asbestslachtoffers. Latentietijd bij mesotheliom. 2015. p. IAS Databank: aanvragen mesotheliom 2005 t/m 15.
- Instituut Asbestslachtoffers. IAS Monitor: Hoe vaak komt mesotheliom voor? 2016a [cited 2017 04-10-2017]; Available from: <http://www.asbestslachtoffers.nl/CMS/show.do?ctx=637278,364853>
- Instituut Asbestslachtoffers. IAS Monitor: Op welke leeftijd wordt de diagnose mesotheliom gesteld? 2016b [cited 2017 21-04-2017]; Available from: <http://www.asbestslachtoffers.nl/CMS/logout.do?ctx=637278,364853&anav=364853>
- Instituut Asbestslachtoffers. Ziek door asbest. 2017 [cited 2017 07-09-2017]; Available from: <http://www.asbestslachtoffers.nl/CMS/show.do?ctx=637278,263760>
- Integraal Kankercentrum Nederland. Nederlandse Kankerregistratie: cijfers over kanker. 2017a [cited 2017 07-04-2017]; Available from: <http://www.cijfersoverkanker.nl/>
- Integraal Kankercentrum Nederland. Overleving en prevalentie van kanker. 2017b [cited 2017 07-04-2017]; Available from: <http://www.cijfersoverkanker.nl/overleving-prevalentie-51.html>
- Järholm B., Burdorf A. Emerging evidence that the ban on asbestos use is reducing the occurrence of pleural mesothelioma in Sweden. Scand J Public Health, 2015;43:875-81.
- Jongeneel W., Eysink P., Theodori D., Hamberg-van Reenen H., Verhoeven J. Work-related cancer in the European Union. Size, impact and options for further prevention. Bilthoven: RIVM, 2016.
- Kamerstuk. Ontwerp-besluit wijziging Asbestverwijderingsbesluit 2005. 's-Gravenhage: Ministerie van Infrastructuur en Milieu; 2015.
- Kenniscentrum InfoMil. Wat is asbest? 2017 [cited 31-03-2017]; Available from: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/asbest/asbest/>
- Kishimoto T., Gemba K., Fujimoto N., Onishi K., Usami I., Mizuhashi K., Kimura K. Clinical study of asbestos-related lung cancer in Japan with special reference to occupational history. Cancer Sci, 2010;101:1194-8.
- Kjærgaard J., Andersson M. Incidence rates of malignant mesothelioma in Denmark and predicted future number of cases among men. Scand J Work Environ Health, 2000;26:112-7.
- KWF. Kanker in Nederland tot 2020: Trends en prognoses. Amsterdam: KWF, 2011.
- Lacourt A., Gramond C., Rolland P., Ducamp S., Audignon S., Astoul P., Chamming's S., Gilg Soit Ilg A., Rinaldo M., Raherison C., Galateau-Salle F., Imbernon E., Pairon J., Goldberg M., Brochard P. Occupational and non-occupational attributable risk of asbestos exposure for malignant pleural mesothelioma. Thorax, 2014;69:532-9.

- Lenters V., Vermeulen R., Dogger S., Stayner L., Portengen L., Burdorf A., Heederik D. A meta-analysis of asbestos and lung cancer: is better quality exposure assessment associated with steeper slopes of the exposure-response relationships? *Environ Health Perspect*, 2011;119:1547-55.
- Lim S., Vos T., Flaxman A., Danaei G., Shibuya K., Adair-Rohani H., AlMazroa M., Amann M., Anderson H., Andrews K., Aryee M., Atkinson C., Bacchus L., Bahalim A., Balakrishnan K., Balmes J., Barker-Collo S., Baxter A., Bell M., Blore J., Blyth F., Bonner C., Borges G., Bourne R., Boussinesq M., Brauer M., Brooks P., Bruce N., Brunekreef B., Bryan-Hancock C., Bucello C., Buchbinder R., Bull F., Burnett R., Byers T., Calabria B., Carapetis J., Carnahan E., Chafe Z., Charlson F., Chen H., Chen J., Cheng A., Child J., Cohen A., Colson K., Cowie B., Darby S., Darling S., Davis A., Degenhardt L., Dentener F., Des Jarlais D., Devries K., Dherani M., Ding E., Dorsey E., Driscoll T., Edmond K., Ali S., Engell R., Erwin P., Fahimi S., Falder G., Farzadfar F., Ferrari A., Finucane M., Flaxman S., Fowkes F., Freedman G., Freeman M., Gakidou E., Ghosh S., Giovannucci E., Gmel G., Graham K., Grainger R., Grant B., Gunnell D., Gutierrez H., Hall W., Hoek H., Hogan A., Hosgood H., Hoy D., Hu H., Hubbell B., Hutchings S., Ibeanusi S., Jacklyn G., Jasrasaria R., Jonas J., Kan H., Kanis J., Kassebaum N., Kawakami N., Khang Y., Khatibzadeh S., Khoo J., Kok C., Laden F., Lalloo R., Lan Q., Lathlean T., Leasher J., Leigh J., Li Y., Lin J., Lipshultz S., London S., Lozano R., Lu Y., Mak J., Malekzadeh R., Mallinger L., Marcenes W., March L., Marks R., Martin R., McGale P., McGrath J., Mehta S., Memish Z., Mensah G., Merriman T., Micha R., Michaud C., Mishra V., Hanafiah K., Mokdad A., Morawska L., Mozaffarian D., Murphy T., Naghavi M., Neal B., Nelson P., Nolla J., Norman R., Olives C., Omer S., Orchard J., Osborne R., Ostro B., Page A., Pandey K., Parry C., Passmore E., Patra J., Pearce N., Pelizzari P., Petzold M., Phillips M., Pope D., Pope C.A., Powles J., Rao M., Razavi H., Rehfuess E., Rehm J., Ritz B., Rivara F., Roberts T., Robinson C., Rodriguez-Portales J., Romieu I., Room R., Rosenfeld L., Roy A., Rushton L., Salomon J., Sampson U., Sanchez-Riera L., Sanman E., Sapkota A., Seedat S., Shi P., Shield K., Shivakoti R., Singh G., Sleet D., Smith E., Smith K., Stapelberg N., Steenland K., Stöckl H., Stovner L., Straif K., Straney L., Thurston G., Tran J., Van Dingenen R., van Donkelaar A., Veerman J., Vijayakumar L., Weintraub R., Weissman M., White R., Whiteford H., Wiersma S., Wilkinson J., Williams H., Williams W., Wilson N., Woolf A., Yip P., Zielinski J., Lopez A., Murray C., Ezzati M. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 2012;380:2224-60.
- Lin R., Takahashi K., Karjalainen A., Hoshuyama T., Wilson D., Kameda T., Chan C., Wen C., Furuya S., Higashi T., Chien L., Ohtaki M. Ecological association between asbestos-related diseases and historical asbestos consumption: an international analysis. *The Lancet*, 2007;369:844-9.
- Longfonds. Asbestose. 2016 [cited 2016 07-09-16]; Available from: <https://www.longfonds.nl/alle-longziekten/asbestose>

- Marinaccio A., Binazzi A., Cauzillo G., Cavone D., Zotti R.D., Ferrante P., Gennaro V., Gorini G., Menegozzo M., Mensi C., Merler E., Mirabelli D., Montanaro F., Musti M., Pannelli F., Romanelli A., Scarselli A., Tumino R., Italian Mesothelioma Register Working Group. Analysis of latency time and its determinants in asbestos related malignant mesothelioma cases of the Italian register. *Eur J Cancer*, 2007;43:2722-8.
- Marinaccio A., Scarselli A., Binazzi A., Mastrantonio M., Ferrante P., Iavicoli S. Magnitude of asbestos-related lung cancer mortality in Italy. *Br J Cancer*, 2008;99:173-5.
- Martinez-Miranda M., Nielsen B., Nielsen J. Simple benchmark for mesothelioma projection for Great Britain. *Occup Environ Med*, 2016;73:561-3.
- McCormack V., Peto J., Byrnes G., Straif K., Boffetta P. Estimating the asbestos-related lung cancer burden from mesothelioma mortality. *Br J Cancer*, 2012;106:575-84.
- Mensi C., De Matteis S., Dallari B., Riboldi L., Bertazzi P., Consonni D. Incidence of mesothelioma in Lombardy, Italy: exposure to asbestos, time patterns and future projections. *Occup Environ Med*, 2016;73:607-13.
- Montanaro F., Bray F., Gennaro V., Merler E., Tyczynski J., Parkin D., ENCR working group. Pleural mesothelioma incidence in Europe: evidence of some deceleration in the increasing trends. *Cancer Causes Control*, 2003;791-803.
- Nadler D., Zurbenko I. Estimating Cancer Latency Times Using a Weibull Model. *Advances in Epidemiology*, 2014;2014:1-8.
- Nederlands Kanker Instituut (NKI). Mesotheliom (borstvlieskanker/asbestkanker). 2016 [cited 2016 07-09-2016]; Available from: <http://www.avl.nl/kankersoorten/mesotheliom-borstvlieskanker/>
- Neumann V., Günther S., Müller K., Fischer M. Malignant mesothelioma - German mesothelioma register 1987-1999. *Int Arch Occup Environ Health*, 2001;383-95.
- Nurminen M., Karjalainen A. Epidemiologic estimate of the proportion of fatalities related to occupational factors in Finland. *Scand J Work Environ Health*, 2001;27:161-213.
- Nurminen M., Karjalainen A., Takahashi K. Estimating the induction period of pleural mesothelioma from aggregate data on asbestos consumption. *J Occup Environ Med*, 2003;45:1107-15.
- OCRC. Occupational Cancer Incidence and Prevention. 2014 [cited 10-04-2017]; Available from: <http://www.occupationalcancer.ca/>
- Offermans N., Vermeulen R., Burdorf A., Goldbohm R., Kauppinen T., Kromhout H., van den Brandt P. Occupational asbestos exposure and risk of pleural mesothelioma, lung cancer, and laryngeal cancer in the prospective Netherlands cohort study. *J Occup Environ Med*, 2014;56:6-19.

- Olsson A., Vermeulen R., Schuz J., Kromhout H., Pesch B., Peters S., Behrens T., Portengen L., Mirabelli D., Gustavsson P., Kendzia B., Almansa J., Luzon V., Vlaanderen J., Stucker I., Guida F., Consonni D., Caporaso N., Landi M.T., Field J., Bruske I., Wichmann H., Siemiatycki J., Parent M., Richiardi L., Merletti F., Jockel K., Ahrens W., Pohlabein H., Plato N., Tardon A., Zaridze D., McLaughlin J., Demers P., Szeszenia-Dabrowska N., Lissowska J., Rudnai P., Fabianova E., Stanescu Dumitru R., Bencko V., Foretova L., Janout V., Boffetta P., Bueno-de-Mesquita B., Forastiere F., Bruning T., Straif K. Exposure-Response Analyses of Asbestos and Lung Cancer Subtypes in a Pooled Analysis of Case-Control Studies. *Epidemiology*, 2017;28:288-99.
- OSHA. Asbestos in construction. Belgium: European Agency for Safety and Health at Work; 2004. p. 2.
- Pairon J., Andujar P., Rinaldo M., Ameille J., Brochard P., Chamming's S., Clin B., Ferretti G., Gislard A., Laurent F., Luc A., Wild P., Paris C. Asbestos exposure, pleural plaques, and the risk of death from lung cancer. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014;190:1413-20.
- Peto J. Some Problems in Dose-Response Estimation in Cancer Epidemiology. In: Voug V., Bultler G., Hoel D., Peakall D., editors. *Methods for Estimating Risk of Chemical Injury: Human and Non-Human Biota Systems*. New York Wiley, 1985.
- Peto J., Decarli A., La Vecchia C., Levi F., Negri E. The European mesothelioma epidemic. *Br J Cancer*, 1999:666-72.
- Rake C., Gilham C., Hatch J., Darnton A., Hodgson J., Peto J. Occupational, domestic and environmental mesothelioma risks in the British population: a case-control study. *Br J Cancer*, 2009;100:1175-83.
- Reid A., de Klerk N., Musk A. Does exposure to asbestos cause ovarian cancer? A systematic literature review and meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2011;20:1287-95.
- Rijksoverheid. Asbest. 2017 [cited 2017 02-10-2017]; Available from: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/asbest>
- Riley B., McNab D. The Third Wave: Australian Mesothelioma Analysis & Projection. Sydney: Finit Consulting Pty Limited, 2016.
- RIVM. Asbest. 2011 [cited 2017 02-10-2017]; Available from: http://www.rivm.nl/Onderwerpen/B/Binnenmilieu/Chemische_stoffen_in_huisstof/Asbest
- RIVM. Methodologie Trendskenario VTV-2018. Bilthoven: RIVM; 2017. p. 1-50.
- RIVM, Rikilt. Factsheet orale toxiciteit asbest. Bilthoven / Wageningen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu / Universiteit Wageningen; 2014. p. 3.
- Rushton L., Bagga S., Bevan R., Brown T., Cherrie J., Holmes P., Fortunato L., Hutchings S., Slack R., Van Tongeren M., Young C., Evans G. The burden of occupational cancer in Great Britain: Overview report. RR931. London: Health Safety Executive, 2012a.
- Rushton L., Hutchings S., Brown T. The burden of occupational cancer in Great Britain: Results for bladder cancer, leukaemia, cancer of the lung, mesothelioma, non-melanoma skin cancer and sinonasal cancer. Norwich: Health and Safety Executive, 2007.

- Rushton L., Hutchings S., Fortunato L., Young C., Evans G.S., Brown T., Bevan R., Slack R., Holmes P., Bagga S., Cherrie J.W., Van Tongeren M. Occupational cancer burden in Great Britain. *Br J Cancer*, 2012b;107 Suppl 1:S3-7.
- Safe Work Australia. Asbestos-related Disease Indicators. Canberra: Safe Work Australia, 2014.
- Schonfeld S., McCormack V., Rutherford M., Schüz J. Regional variations in German mesothelioma mortality rates: 2000–2010. *Cancer Causes Control*, 2014;25:615-24.
- Segura O., Burdorf L., Looman C. Update of predictions of mortality from pleural mesothelioma in the Netherlands. *Occup Environ Med*, 2003;60:50-5.
- Sinninghe Damsté H., Siesling S., Burdorf A. Milieublootstelling aan asbest in de regio Goor vastgesteld als oorzaak van maligne pleuramesotheliom bij vrouwen. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2007;151:2453-9.
- Slack R., Cherrie J., Van Tongeren M., Fortunato L., Hutchings S., Rushton L. The burden of occupational cancer in Great Britain: Nasopharynx/Pharynx. RR863. London, 2012.
- Smith D. Women and Mesothelioma. *Chest*, 2002;122:1885-6.
- Spirtas R., Heineman E., Bernstein L., Beebe G., Keehn R., Stark A., Harlow B., Benichou J. Malignant mesothelioma: attributable risk of asbestos exposure. *Occupational and Environmental Medicine*, 1994;51:804-11.
- Stayner L., Welch L., Lemen R. The worldwide pandemic of asbestos-related diseases. *Annu Rev Public Health*, 2013;34:205-16.
- Steenland K., Armstrong B. An overview of methods for calculating the burden of disease due to specific risk factors. *Epidemiology*, 2006;17:512-9.
- Steenland K., Burnett C., Lulich N., Ward E., Hurrell J. Dying for work: The magnitude of US mortality from selected causes of death associated with occupation. *Am J Ind Med*, 2003;43:461-82.
- Tromp P. Asbest en andere minerale vezels in de Nederlandse buitenlucht. Utrecht: TNO, 2016.
- Van der Bij S., Koffijberg H., Burgers J., Baas P., Van de Vijver M., de Mol B., Moons K. Prognosis and prognostic factors of patients with mesothelioma: a population-based study. *Br J Cancer*, 2012;107:161-4.
- Van der Bij S., Koffijberg H., Lenters V., Portengen L., Moons K.G., Heederik D., Vermeulen R.C. Lung cancer risk at low cumulative asbestos exposure: meta-regression of the exposure-response relationship. *Cancer Causes Control*, 2013;24:1-12.
- Van der Bij S., Vermeulen R., Portengen L., Moons K., Koffijberg H. Expected number of asbestos-related lung cancers in the Netherlands in the next two decades: a comparison of methods. *Occup Environ Med*, 2016;73:342-9.
- Van der Laan G. Compensatie voor asbest-gerelateerde longkanker? Een oriënterend onderzoek naar een protocol met diagnostische en blootstellingscriteria: Foundation for Learning and Developing Occupational Health (LDOH), 2015.
- Van Loon J., Kant I., Swaen G., Goldbohm A., Kremer A., Van den Brandt P. Occupational exposure to carcinogens and risk of lung cancer: results from The Netherlands cohort study. *Occup Environ Med*, 1997;54:817-24.

- Volksgezondheidszorg.info. Longkanker Cijfers & Context (Sterfte en overleving). 2016 [cited 2017 04-10-2017]; Available from: <https://www.volksgezondheidszorg.info/onderwerp/longkanker/cijfers-context/sterfte-en-overleving>
- Volksgezondheidszorg.info. Preventie longkanker bestaat vooral uit preventie van roken. 2017a [cited 2017 2-10-2017]; Available from: <https://www.volksgezondheidszorg.info/onderwerp/longkanker/preventie-zorg/preventie>
- Volksgezondheidszorg.info. Trends en prognoses: Demografische prognose. 2017b [cited 03-07-2017]; Available from: <https://www.volksgezondheidszorg.info/demografische-prognose>
- Wild P., Gonzalez M., Bourgkard E., Courouble N., Clement-Duchene C., Martinet Y., Fevotte J., Paris C. Occupational risk factors have to be considered in the definition of high-risk lung cancer populations. Br J Cancer, 2012;106:1346-52.
- World Health Organization. Chrysotile Asbestos. Genève, Zwitserland: WHO, 2014.
- Yeon-Soon A., Seong-Kyu K. Asbestos-related Occupational Cancers Compensated under the Industrial Accident Compensation Insurance in Korea. Industrial Health, 2009;47:113-22.

Figuren 2.2, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 en B4.1 zijn gebaseerd op figuren gemaakt door Jongens van de Tekeningen in het kader van de EU-conferentie 'Preventing Work-related Cancer. Conference on carcinogens'.

Bijlage 1: Experts

Met grote dank aan de geraadpleegde experts:

Prof. dr A. Burdorf. Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam.

Prof. dr J.A. Burgers, longarts. Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis, afd. Thoracale Oncologie, Amsterdam.

Dr W. Hagmolen of ten Have, longarts. Radboudumc, afd. Longziekten, Nijmegen.

Prof. dr ir D.J.J. Heederik. Instituut voor Risk Assessment Sciences (IRAS), Utrecht.

Dr ir J. van de Kassteele. RIVM, Centrum Voeding, Preventie en Zorg, Afd. Statistiek, Informatica en Modellerings, Bilthoven.

Prof. dr G. Van der Laan, arts. International Centre for Rural Research, Universiteit Milaan.

Dr N. Palmen. RIVM, Centrum Veiligheid, Stoffen en Producten, Afd. Nanotechnologie, Arbo en Transport, Bilthoven.

Dr J.M. Rooijackers, longarts. Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen, Utrecht.

Dr Ir J. Schinkel. Research Group Risk Analysis for Products In Development (RAPID), TNO, Zeist/Utrecht.

Dr Ir F.A. Swartjes. RIVM, Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid, Afd. Duurzaamheid Drinkwater en Bodem, Bilthoven.

Drs D. Theodori. RIVM, Centrum Veiligheid, Stoffen en Producten, Afd. Nanotechnologie, Arbo en Transport, Bilthoven.

E. Voogd. Research Group Risk Analysis for Products In Development (RAPID), TNO, Zeist/Utrecht.

Design-consultancy Jongens van de Tekeningen.

Bijlage 2: Begrippen

1-, 5-, 10-jaarsoverleving	Het percentage patiënten dat respectievelijk 1, 5 of 10 jaar nadat de diagnose is gesteld nog in leven is. De door het IKNL berekende overleving is de relatieve overleving, wat wil zeggen dat is gecorrigeerd voor de normale levensverwachting op basis van de sterftetafels naar leeftijd en geslacht. Hiertoe is gebruikgemaakt van jaarlijkse sterftetafels voor de verschillende regio's van de Integrale Kanker Centra. De relatieve overleving is een benadering van de ziekte-specifieke overleving. Alle patiënten zijn gevolgd tot aan de datum van overlijden of, in geval van emigratie, tot aan de emigratiedatum.
10-jaarsprevalentie	De 10-jaarsprevalentie op bijvoorbeeld 1 januari 2016 betreft alle nog in leven zijnde kankerpatiënten waarbij kanker is vastgesteld in de 10 jaar die hieraan vooraf zijn gegaan (inclusief genezen verklaarde patiënten).
Incidentie	Aantal nieuwe gevallen binnen een populatie waarbij een bepaalde toestand (ziekte) op een bepaald tijdstip aanwezig is.
Kankerprevalentie	De prevalentie van kanker omvat alle personen die nog in leven zijn op een bepaalde datum en bij wie ooit een vorm van kanker (bijvoorbeeld mesotheliom) is vastgesteld. Het gaat zowel om personen die net genezen zijn van hun ziekte, als om personen bij wie net de diagnose is gesteld.
PAF	Populatie Attributieve Fractie, ook wel Populatie Attributief Risico (PAR) genoemd. Geeft aan hoeveel procent van het totale gezondheidsverlies is toe te schrijven aan risicofactoren, in dit rapport werkgerelateerde risicofactoren. De PAF is gebaseerd op de prevalentie van de risicofactor in de populatie (P_e) en een maat voor de sterkte van het verband tussen risicofactor en ziekte, meestal het relatieve risico (RR). Berekening van de PAF kan met de volgende formule: $PAF = \frac{P_e(RR-1)}{P_e(RR-1)+1}$.
Relatief Risico (RR)	De verhouding van het risico op een ziekte bij personen met een risicofactor ten opzichte van personen zonder deze risicofactor.

TGG 8 uur

Er zijn verschillende typen grenswaarden voor de blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Als de grenswaarde niet gespecificeerd is, wordt doorgaans de 8-uurswaarde bedoeld. Dit wordt aangeduid met TGG 8 uur (Tijd Gewogen Gemiddelde). Zo mag een werknemer bij een grenswaarde TGG 8 uur van 100 mg/m^3 gedurende 8 uur niet worden blootgesteld aan gemiddeld meer dan 100 mg/m^3 .

Vezeljaar

Maat voor cumulatieve blootstelling. Eén vezeljaar komt overeen met inademing van lucht met één asbestvezel per cm^3 (ofwel 10^6 asbestvezels per m^3) gedurende 240 achturige werkdagen per jaar.

Bijlage 3: Methoden trendscenario's

Methoden

Aan de hand van beschikbare gegevens schatten we de toekomstige aantallen ziektegevallen voor de periode 2017-2050. Deze trendscenario's zijn uitgevoerd volgens de methode van de VTV-2018 Trendscenario's (RIVM, 2017). Met behulp van een leeftijd-cohortmodel zijn incidentierates geschat. De toekomstprojecties zijn gebaseerd op een combinatie van demografische en epidemiologische projecties.

We hebben gebruikgemaakt van de geregistreerde gevallen voor mannen en vrouwen van het Integraal Kankercentrum Nederland (IKNL) over de periode 1989-2016. De incidentiecijfers zijn vermenigvuldigd met de [PAF](#) uit de literatuur voor de werkgerelateerde en omgevingsblootstelling voor mesothelioom. Voor longkanker zijn de incidentiecijfers vermenigvuldigd met de PAF voor de werkgerelateerde asbestblootstelling. Voor mannen en vrouwen is een aparte PAF gebruikt.

Omdat de gegevens van het IKNL alleen beschikbaar zijn in 5-jaarsleeftijdscategorieën (0-4 t/m 95+), hebben we voor de werkgerelateerde analyses deze aantallen eerst omgerekend naar honderd 1-jaarsleeftijdscategorieën. Dit is gedaan om later leeftijdsspecifieke cohorten te kunnen bepalen. Deze omrekening is gedaan met behulp van multinomiale *resampling*. Bij multinomiale *resampling* zijn de aantallen per 5-jaarsleeftijdscategorie met een bepaalde leeftijdsspecifieke kans verdeeld over de betreffende 1-jaarsleeftijdscategorieën. Bij de bepaling van de leeftijdsspecifieke kansen is weer rekening gehouden met de aantallen gevallen in de 5-jaarsleeftijdscategorieën. Daarbinnen is lineair geïnterpoleerd. Om rekening te houden met de bevolkingsopbouw hebben we per geslacht de absolute aantallen omgerekend naar incidentierates met behulp van de leeftijd- en geslachtsspecifieke bevolkingsaantallen van het CBS over de periode 1989-2016. De omvang en de leeftijdsverdeling van de bevolking veranderen in de loop van de tijd. Om ziekte- en sterftecijfers van opeenvolgende jaren met elkaar te kunnen vergelijken, corrigeren we de trends in de tijd voor deze veranderingen in de bevolking.

Voor de werkgerelateerde analyses hebben we het periode-leeftijdbestand van het IKNL omgezet naar een leeftijd-cohortbestand, waarbij cohort betrekking heeft op de geboortecohorten. De geboortecohorten reflecteren de asbestblootstelling in de tijd en daarmee ook de sterk veranderde blootstelling. Met een Poisson-regressiemodel hebben we de leeftijdsspecifieke rates gefit voor de geboortecohorten 1890-2016, overeenkomend met de leeftijden 0-99 en de periode 1989-2016. De incidentierates worden beschreven met tweedimensionale P-splines. Het voordeel van P-splines is dat zij flexibel zijn en de 'smoothing' zich automatisch aanpast aan de hoeveelheid informatie in de waarnemingen. Modelparameters zijn geschat met behulp van de *maximum-likelihood*-methode. De betrouwbaarheidsintervallen zijn met Monte Carlo-simulaties (1.000) bepaald.

Het model is vervolgens gebruikt om de leeftijdsspecifieke incidentierates te extrapoleren naar de toekomst en terugvertaald naar de periode 2017-2050. Deze geschatte incidentierates zijn vermenigvuldigd met de verwachte populatie-aantallen over de periode 2017-2050 (CBS-bevolkingsprognose 2016) om absolute aantallen te krijgen.

Voor de omgevingsblootstelling van mesotheliom zijn we uitgegaan van het gemiddelde van de waargenomen incidentierates over 2014-2016. Dit hebben we gedaan omdat mesotheliom kleine aantallen betreft en toeval dan een belangrijke factor speelt. Bovendien was de incidentie in 2016 veel hoger dan die in 2015 en de jaren ervoor (mogelijk een uitschieter). We veronderstellen dat het relatieve voorkomen gelijk blijft in de toekomst. Dus, stel dat in 2016 de incidentie van mesotheliom voor mannen van 65 tot 70 jaar 2,8 per 1.000 is. We veronderstellen dan dat de incidentie ook in de toekomst (bijvoorbeeld 2035) onder 65- tot 70-jarigen ook 2,8 per 1.000 inwoners zal zijn. Met behulp van dit relatieve getal en het verwachte totaal aantal mannen van 65 tot 70 jaar in de bevolking van 2035, berekenen we vervolgens hoeveel 65- tot 70-jarige mannen met mesotheliom er in 2035 zullen zijn. Hetzelfde doen we ook voor de andere leeftijdsklassen. De som van de uitkomsten voor de afzonderlijke leeftijdsklassen levert het totale verwachte geschatte aantal mannen met mesotheliom in 2035.

Vier trendscenario's uitgewerkt

Vervolgens hebben we in een aantal trendscenario's geschat wat het toekomstig aantal mesotheliom- en asbestlongkankergevallen zal zijn (periode 2017-2050). Het probleem met asbestanalyses is dat er veel blootstelling is geweest, er in 1993 een verbod is ingesteld waardoor de blootstelling enorm gedaald is, maar dit nog niet in alle leeftijdscategorieën in de data te zien is (door de lange latentietijd van mesotheliom en asbestlongkanker). Als we de analyses zouden uitvoeren zonder besef van het verleden, dan overschatten we de incidentie (Clements et al., 2007; Riley & McNab, 2016), bijvoorbeeld omdat de incidentie in de leeftijdsgroep 85+ doorstijgt. We houden in onze scenario's rekening met dit asbestverbod, maar omdat we niet exact weten welke uitwerking dit heeft, hebben we voor zowel mesotheliom als voor asbestlongkanker verschillende trendscenario's ontwikkeld. Daarom hebben we mede op basis van de trends over de periode 1989-2016 en de sterk verminderde blootstelling aan asbest sinds 1993 een aantal keuzes gemaakt over het toekomstig verloop van de incidentie voor asbestgerelateerde ziekten, zie Tabel B3.1.

Tabel B3.1: Keuzes en aannames ten aanzien van de trendscenario's.

	Mesotheliom	Asbestgerelateerde longkanker
PAF's arbeid ^{a)} scenario 1-3	Mannen: 90% Vrouwen: 60%	Mannen: 8,9% Vrouwen: 1,7%
PAF's arbeid ^{a)} scenario 4	Mannen: 85% Vrouwen: 40%	
Leeftijd arbeid-incidentie	40+	30+
Leeftijd milieu ^{b)} -incidentie	0+	0+
Leeftijd werkblootstelling	18-65 jaar	18-65 jaar
Leeftijd milieublootstelling	0+	0+
Geboortecohort		
MTR Milieu	10 ⁻⁴ levenslang	10 ⁻⁴ levenslang
VR Milieu	10 ⁻⁶ levenslang	10 ⁻⁶ levenslang
'VR' Arbeid	10 ⁻⁶ per jaar	10 ⁻⁶ per jaar
Incidentie '0'	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸

a. Inclusief 'paraoccupational'.

b. Omgeving, inclusief onbekende/onduidelijke blootstelling (spontane gevallen).

Werkgerelateerde blootstelling

Werkgerelateerde blootstelling: Tot 1993 is asbest toegepast en heeft directe blootstelling plaatsgevonden tijdens het werk. Daarna heeft blootstelling plaatsgevonden doordat asbest in gebouwen zat en werknemers (onbewust) kunnen worden blootgesteld (met name in de bouw). Er blijft asbest aanwezig in oude gebouwen. Slopers, dakdekkers (via asbest onder de dakpannen), elektriciens, loodgieters en dergelijke zijn ook nu nog potentieel (onbewust) blootgesteld als ze werkzaamheden verrichten in gebouwen van voor 1993. Daarnaast zullen tot (minimaal) 2025 asbestsaneerders bezig zijn. We gaan ervan uit dat de werkgerelateerde blootstelling daalt.

Voor werkgerelateerde blootstelling geldt dat het jongste geboortecohort dat blootgesteld kan zijn geweest het geboortecohort van 1975 is (dit zijn de personen die in 1975 zijn geboren; zij waren 18 jaar in 1993 toen het asbestverbod van kracht werd). Het eerste geboortecohort in onze data is dat van 1890. We gaan ervan uit dat vanwege de latentietijd, mesotheliom door werkgerelateerde blootstelling niet ontstaat voor het veertigste levensjaar. Dat wil zeggen dat alle mesotheliomgevallen die ontstaan (zijn) voor het veertigste levensjaar mesotheliomgevallen zijn die door milieu/omgeving/spontaan zijn veroorzaakt. Voor asbestlongkanker gaan we er om dezelfde reden vanuit dat asbestlongkanker door werkgerelateerde blootstelling niet ontstaat voor het dertigste levensjaar.

Voor alle scenario's zijn we ervan uitgegaan dat een mogelijke werkgerelateerde blootstelling tussen het 18e en 65e levensjaar plaatsvindt, tenzij het asbestverbod tijdens deze periode van kracht is gegaan. Overige blootstelling (omgeving) kan het gehele leven plaatsvinden.

Voor mesotheliom gaan we ervan uit dat de blootstelling niet alleen op de werkplek (inclusief 'paraoccupational' blootstelling) plaatsvindt, maar ook door de omgeving (inclusief 'achtergrondgevallen'). Het aandeel

arbeid en omgeving schatten we met PAF's uit de literatuur. Alle mesothelioomscenario's houden rekening met het verschil in werkgerelateerde en niet-werkgerelateerde blootstelling. In de scenario's 1-3 gebruiken we werkgerelateerde PAF's voor mannen van 90% en voor vrouwen van 60% en niet-werkgerelateerde PAF's voor mannen van 10% en voor vrouwen van 40% (zie Paragraaf 4.1.2). Scenario 4 is wat PAF's betreft aangepast: voor de werkgerelateerde PAF voor mannen gaan we uit van 85% en voor vrouwen van 40%, voor de niet-werkgerelateerde PAF's voor mannen van 15% en voor vrouwen van 60%.

Voor asbestgerelateerde longkanker kijken we alleen naar de werkgerelateerde asbestlongkankers, omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over asbestlongkanker door asbestblootstelling in de omgeving. Dit betekent dat het geboortecohort 1975 het laatste cohort is dat tijdens het werk aan asbest blootgesteld kan zijn geweest en waarin asbestgerelateerde longkankers door blootstelling op het werk kunnen optreden.

Milieu- en omgevingsblootstelling

Milieu- en omgevingsblootstelling (op paden, daken, in huizen etc.): Als gevolg van het asbestverbod in 1993 zal de milieubelasting niet verder toenemen. De milieubelasting is sindsdien afgenomen, maar zal vermoedelijk voorlopig niet verder afnemen, aangezien het asbest dat op paden ligt niet zo gemakkelijk te verwijderen is. Ook asbestdaken leveren milieubelasting op, omdat de asbestvezels via regenwater op de grond terechtkomen. In 2025 moeten alle daken zijn gesaneerd, maar ook dan is de grond al vervuild en zal de milieublootstelling blijven bestaan. De huidige milieublootstelling is overigens al wel veel lager dan in de jaren voor het verbod in 1993 (Tromp, 2016). We houden de milieubelasting voor alle geboortecohorten gelijk. Daarbij gaan we ervan uit dat de milieubelasting lang geleden is veroorzaakt en dus alle geboortecohorten via deze weg zijn blootgesteld.

In de scenario's 2, 3 en 4 veronderstellen we dat er nog wel blootstelling aan asbest heeft plaatsgevonden, ondanks het asbestverbod in 1993. Er is heel weinig informatie over asbestblootstelling na 1990; blootstelling kan hebben plaatsgevonden tijdens sloop of onderhoud (Van der Bij et al., 2016).

Trendscenario's mesotheliom

De geboortecohorten die via het werk zijn blootgesteld, krijgen vanaf 1975 een kleinere kans toegewezen op ontwikkeling van mesotheliom. De kans op mesotheliom komt overeen met door de Gezondheidsraad vastgestelde risiconiveaus. Het overige deel (de geboortecohorten geboren voor 1975) heeft de geboortecohortkans om mesotheliom te ontwikkelen.

Voor scenario's 1, 2 en 3 gaan we voor de mannen uit van een werkgerelateerde PAF (inclusief 'paraoccupational') van 90%, voor de vrouwen gaan we uit van een werkgerelateerde PAF (inclusief 'paraoccupational') van 60%. Voor scenario 4 gaan we uit van een kleinere werkgerelateerde PAF, namelijk 85% voor mannen en 40% voor vrouwen.

De incidentierates van het milieugerelateerde deel veronderstellen we in alle scenario's constant.

1. In trendscenario 1 gaan we ervan uit dat de personen uit de jongere cohorten geen mesothelioom kunnen ontwikkelen, omdat in 1993 het asbestverbod is ingegaan en deze jongere cohorten nooit de kans hebben gehad om aan asbest blootgesteld te zijn geweest. Dit is het scenario dat veronderstelt dat er sinds 1993 óf geen blootstelling meer heeft plaatsgevonden óf dat de blootstelling onvoldoende is geweest om gezondheidseffecten te veroorzaken.
Voor dit scenario hebben we in het model de incidentierates van geboortecohort 1975 en daarmee alle geboortecohorten geboren na 1975, naar (bijna) nul geforceerd (aangezien een incidentie van 0 niet mogelijk is in combinatie met de gebruikte log-link-functie van het Poisson-model, wordt de incidentie naar 10^{-8} geforceerd).
2. In dit scenario gaan we uit van een dalende mogelijkheid tot het ontwikkelen van mesothelioom, omdat we hierbij aannemen dat de werkgerelateerde blootstelling niet volledig is gestopt in 1993. Deze aanname wordt gemaakt onder de overweging dat het verbod op het gebruik van asbest in de industrie en het verbeteren van de werkomgeving niet alle blootstelling aan asbest kan elimineren (Kjærgaard & Andersson, 2000; Segura et al., 2003; Van der Bij et al., 2016) en werknemers (onbewust) blootgesteld kunnen zijn geweest.
We forceren in dit scenario het werkgerelateerde deel van de geboortecohorten vanaf 1975 naar een incidentie van 10^{-6} (beleidsmatig komt dit overeen met een verwaarloosbaar risiconiveau voor milieu (Paragraaf 2.1.3; Gezondheidsraad, 2010)).
3. Scenario 3 veronderstelt dat de risiconiveaus op de werkplek zijn teruggebracht naar het maximaal toelaatbaar risico voor milieu (Paragraaf 2.1.3). Dit risico is gelijk aan het risiconiveau van één per 1.000.000 gevallen per jaar, ofwel het risiconiveau bij veertig jaar beroepsmatige blootstelling van één extra sterfgeval door kanker per 25.000 algemene sterfgevallen.
In dit scenario forceren we de incidentierates van geboortecohort 1975 en daarmee de jongere geboortecohorten, naar 10^{-5} .
4. Scenario 4 gaat uit van een lager aandeel werk (inclusief 'paraoccupational'), lager dan in scenario's 1-3: de PAF voor werkgerelateerde blootstelling voor mannen is in dit scenario 85%, voor vrouwen 40%. Tevens gaan we ervan uit dat de risiconiveaus op de werkplek zijn teruggebracht naar concentraties die overeenkomen met een kans van één op 1.000.000 (beleidsmatig komt dit overeen met een verwaarloosbaar risico voor milieu): de geboortecohorten geboren na 1975 hebben een geringe kans om mesothelioom te ontwikkelen en worden geforceerd naar incidentierates naar 10^{-6} . Alle geboortecohorten hebben kans op het ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling.

Tabel B3.2: Samenvatting van de trendscenario's voor mesothelioom en asbestlongkanker.

Scenario	Hypothese
Mesothelioom	
1	Geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geen kans op het ontwikkelen van mesothelioom door blootstelling op de werkplek (10^{-8}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld geweest op de werkplek, en volgen het zoals-het-is-scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling.
2	De risico's op mesothelioom door blootstelling op het werk dalen sterk. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben een geringe kans om mesothelioom door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-6}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op het ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling.
3	De risico's op mesothelioom door blootstelling op het werk dalen sterk. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben een geringe kans om mesothelioom door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-5}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op het ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling.
4	Het aandeel werk (inclusief 'paraoccupational') is lager dan in scenario's 1-3 ^{a)}. Geboortecohorten geboren na 1975 hebben een geringe kans om mesothelioom te ontwikkelen (10^{-6}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario. Alle geboortecohorten hebben kans op het ontwikkelen van mesothelioom door omgevingsblootstelling.
Asbestlongkanker	
1	Geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben geen kans op het ontwikkelen van asbestlongkanker door blootstelling op de werkplek (10^{-8}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld geweest op de werkplek, en volgen het zoals-het-is-scenario.
2	De risico's op mesothelioom door blootstelling op het werk dalen sterk, maar niet naar nul. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben een geringe kans om mesothelioom door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-6}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario.

Scenario	Hypothese
3	De risico's op asbestlongkanker door blootstelling op het werk dalen. De geboortecohorten geboren na 1975 (zij bereiken hun werkzame leeftijd vanaf 1993) hebben een geringe kans om asbestlongkanker door werkgerelateerde blootstelling te ontwikkelen (10^{-5}). Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario.
4	Ratio asbestlongkanker:mesotheliom 1:1, kans op asbestlongkanker voor geboortecohorten geboren na 1975 vergelijkbaar met VR. Geboortecohorten geboren voor 1975 zijn blootgesteld geweest op de werkplek en volgen het zoals-het-is-scenario van mesotheliom.

- a. In scenario's 1-3 is de werkgerelateerde PAF voor mannen 90% en voor vrouwen 60%; in scenario 4 is de werkgerelateerde PAF voor mannen 85% en voor vrouwen 40% (zie Paragraaf 4.1.2).

Trendscenario's asbestlongkanker

1. Voor trendscenario 1 van asbestgerelateerde longkanker gaan we ervan uit dat alle geboortecohorten geboren na 1975 geen asbestlongkanker kunnen ontwikkelen, omdat in 1993 het asbestverbod is ingegaan en deze jongere cohorten nooit de kans hebben gehad om aan asbest op de werkplek blootgesteld te zijn geweest. In dit scenario veronderstellen we dus dat er sinds 1993 óf geen werkplekgerelateerde blootstelling meer heeft plaatsgevonden, óf dat de blootstelling onvoldoende (te kort, te lage concentratie) is geweest om gezondheidseffecten te veroorzaken.
Dat wil zeggen dat we in het model de incidentierates van alle geboortecohorten geboren na 1975 naar (bijna) nul forceren.
2. In trendscenario 2 veronderstellen we dat de blootstellingswaarden zijn teruggebracht naar blootstellingswaarden die overeenkomen met het verwaarloosbaar risico (VR) voor milieu. Het VR komt overeen met een kans om te overlijden van één op 1.000.000 bij levenslange blootstelling. Een deel van de werknemers is dus nog wel blootgesteld geweest aan asbest, maar aan lage concentraties.
Dit betekent dat alle geboortecohorten geboren na 1975 worden geforceerd naar de incidentie die overeenkomt met een kans op overlijden van één per 1.000.000 gedurende het gehele leven. Dit betekent dat we in het model de incidentierates vanaf geboortecohort 1975 forceren naar 10^{-6} .
3. Trendscenario 3 veronderstelt dat alle geboortecohorten geboren na 1975 een klein (maar niet nul) risico hebben op longkanker. Zij zijn dus nog wel blootgesteld geweest aan asbest, maar aan veel lagere concentraties en veel minder werknemers.
Dit betekent dat alle geboortecohorten geboren na 1975 worden geforceerd naar de incidentie die overeenkomt met een kans op overlijden van vier per 100.000 bij beroepsmatige blootstelling; dit komt overeen met het overlijden van één per 10.000 gedurende het gehele leven.

Dat betekent dat we in het model de incidentierates vanaf geboortecohort 1975 forceren naar 10^{-5} .

4. Dit scenario gaat niet uit van de werkgerelateerde PAF's voor asbestlongkanker (zoals in scenario's 1, 2 en 3) maar gaat ervan uit dat de ratio longkanker-mesothelioom 1:1 is (zie Paragraaf 4.2.2). Dat wil zeggen dat we ervan uitgaan dat asbestlongkanker even vaak voorkomt als mesothelioom. In dit scenario kijken we wat er met mesothelioom gebeurt in plaats van met longkanker, waarbij we veronderstellen dat er na 1993 werkplekgerelateerde asbestblootstelling heeft plaatsgevonden die overeenkomt met een kans van één op 1.000.000 bij levenslange blootstelling. Dat wil zeggen dat we in dit scenario de geboortecohorten geboren na 1975 naar 10^{-6} forceren.

Bijlage 4: Populatie Attributieve Fracties

PAF: Populatie Attributieve Fractie

Een PAF (Populatie Attributieve Fractie) geeft aan welk deel van de gezondheidsimpacts (theoretisch) kan worden voorkomen, indien een bepaalde risicofactor wordt verwijderd uit een populatie. Het geeft het percentage van een gezondheidsprobleem in de totale populatie dat kan worden voorkomen door volledige uitschakeling van de risicofactor. Uitgangspunt is dat de hoeveelheid gezondheidsverlies in een populatie die is toe te schrijven aan een determinant niet alleen afhangt van de sterkte van het verband (relatief risico), maar ook van de frequentie waarmee de determinant in de populatie voorkomt. Risicofactoren met een hoog relatief risico (RR) kunnen op populatieniveau toch weinig gezondheidsverlies met zich meebrengen als weinig mensen aan de risicofactor zijn blootgesteld (lage PAF). Andersom kunnen risicofactoren met een laag RR toch veel gezondheidsverlies geven als veel mensen aan deze risicofactor zijn blootgesteld (hoge PAF).

Berekening van de PAF voor asbest kan met de volgende formule:

$$PAF = Pe(RR-1) / (Pe(RR-1)+1)$$

Pe = proportie aan asbest blootgestelden

RR = verhouding van het risico op een asbestziekte bij personen met asbestblootstelling ten opzichte van personen zonder deze asbestblootstelling

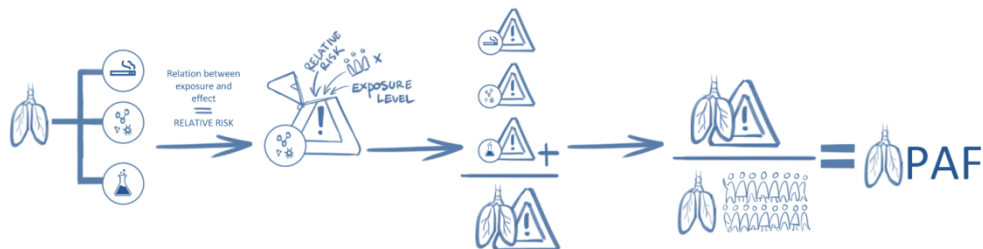
Met de PAF is een schatting te maken van de theoretisch te behalen gezondheidswinst in een populatie. Dit kan beleidsmakers helpen bij het plannen van volksgezondheidsinterventies. Zo kan bijvoorbeeld geschat worden hoeveel minder longkanker er is als er niet meer gerookt wordt. Dit is een theoretische fractie, omdat niet altijd de gehele risicofactor kan worden verwijderd (bijvoorbeeld voor fijnstof is het maximaal haalbare niveau niet nul vanwege invloeden van zeezout), of omdat een gedeelte van de huidige impacts 'opgebouwde schade' uit het verleden is die niet meer kan worden weggenomen (bijvoorbeeld een deel van de rookgerelateerde impacts komt door rookgedrag uit het verleden). Toch geeft de PAF wel een goede indicatie van de omvang van de toewijsbare impacts aan risicofactoren.

Methode om PAF's te schatten

Een methode om de fractie te schatten die kan worden toegeschreven aan werkgerelateerde blootstelling (Cherrie et al., 2011; IHME, 2016; Lim et al., 2012) is om het aantal werkenden blootgesteld aan een bepaalde (kankerverwekkende) stof en het bijbehorende niveau en de duur van de blootstelling te schatten. Gebaseerd op schattingen van het risico (dosis-respons-curves of relatieve risicoramingen) wordt het aantal extra gevallen van kanker of sterfgevallen in de blootgestelde werknemerspopulatie berekend ten opzichte van de niet-blootgestelde werknemerspopulatie. Dit extra risico wordt toegekend aan de werkgerelateerde blootstelling. Dit wordt herhaald voor elke kankerverwekkende stof en opgeteld om te komen tot een totale

ziekteschatting. Met behulp van het aantal extra opgetreden kankergevallen of doden kan men de fractie van elke soort kanker in de algemene bevolking schatten die kan worden toegeschreven aan de werkgerelateerde blootstelling. Dit wordt de Populatie Attributieve Fractie (PAF).

Voor het bepalen van de PAF zijn gegevens nodig over 1) het risico op ziekte ten gevolge van de blootstelling, rekening houdend met versturende factoren (*confounders*) en overlappende blootstelling, en 2) het percentage van de doelpopulatie blootgesteld tijdens de periode waarin relevante blootstelling heeft plaatsgevonden. In de meeste studies wordt voor elk oorzakelijk verband tussen kanker en de carcinogene factor de relatieve schatting verkregen uit epidemiologische studies. De schatting van het aandeel van de blootgestelde bevolking is vaak afkomstig uit nationale gegevens over de werkgelegenheid of uit een zogenoemde *Job-Exposure Matrix*. De resultaten van een gepoolde analyse van (meestal *population-based*) *case-control*-studies worden gebruikt voor een schatting van het relatieve risico, met interne schattingen van de proportie blootgestelde populatie ($Pr(E)$) of de proportie blootgestelde cases ($Pr(E|D)$), verkregen uit de verdeling van de blootstelling onder controles en cases (Rushton et al., 2012a). Aangezien er verschillen bestaan in werkgerelateerde blootstelling tussen mannen en vrouwen, worden PAF's berekend voor mannen, voor vrouwen en voor beide.



Figuur B4.1: Schematische uitleg van de PAF.

Meestal meer dan één risicofactor

Bij schattingen van PAF's voor werkgerelateerde blootstelling aan bijvoorbeeld kankerverwekkende stoffen door gebruik te maken van gegevens uit epidemiologische studies, moet in het algemeen rekening worden gehouden met het feit dat niet alle gevallen die aan het carcinogeen van belang zijn blootgesteld, daar ook door zijn veroorzaakt (Steenland & Armstrong, 2006). Met andere woorden, andere oorzaken van de ziekte kunnen de enkele blootgestelde gevallen hebben veroorzaakt. Mesothelioom heeft slechts één oorzaak, namelijk blootstelling aan asbest. Longkanker daarentegen kan ontstaan door allerlei risicofactoren, waarvan blootstelling aan tabaksrook de belangrijkste is.

Mesothelioom

Hoewel het risico op mesothelioom afhangt van de totale cumulatieve blootstelling over verschillende settings waar de blootstellingen zich hebben voorgedaan, zullen de beroepsmatige blootstellingen waarschijnlijk het grootste deel van de toegenomen blootstelling opleveren. Zo is een manier om het aandeel van mesotheliomgevallen

te schatten die kan worden toegeschreven aan blootstelling in het beroep, 'simpelweg' het aantal gevallen vast te stellen met bewijs van blootstelling aan asbest bij beroepsbeoefening. De geldigheid van deze aanpak hangt echter af van hoe oordelen over beroepsmatige blootstellingen worden gemaakt. Bijvoorbeeld, indien werk in bepaalde beroepen wordt gebruikt als 'proxy' voor blootstelling aan beroep, zullen sommige van de gevallen onder de werknemers die op deze basis worden blootgesteld, niet daadwerkelijk te wijten zijn aan dergelijke blootstellingen. Zo kan het totale aantal gevallen in deze beroepen een overschatting zijn van de PAF als gevolg van beroepsmatige blootstellingen. Omgekeerd kan de PAF-formule leiden tot een onderschatting van de PAF, aangezien er werkelijke werkgerelateerde cases kunnen worden gemist als ze voorkomen in beroepsgroepen die niet als blootgesteld zijn geclassificeerd. Een ander punt is het gebruik van PAF-schattingen uit studies in andere landen; schattingen uit deze studies zijn mogelijk niet representatief voor de situatie in Nederland. Vandaar dat wij in deze studie bij voorkeur uitgaan van PAF's uit landen die qua incidentie dicht bij Nederland liggen, zoals Groot-Brittannië.

Voor de (werkgerelateerde) PAF's van mesothelioom hebben we gebruikgemaakt van de gegevens uit Camiade et al., 2013; Darnton & Hutchings, 2012; Nurminen & Karjalainen, 2001; Offermans et al., 2014; Sinninghe Damsté et al., 2007; Steenland et al., 2003; Spirtas et al., 1994.

Darnton & Hutchings, 2012 (HSE)

In dit rapport is voor Groot-Brittannië het aantal mesothelioomgevallen geschat die kunnen zijn veroorzaakt door werkgerelateerde blootstelling aan asbest. De Health and Safety Executive (HSE) heeft de PAF's voor mesothelioom gebaseerd op bestaande – bij voorkeur Britse – studies. In deze studies was 82% en 94% van de mesothelioomgevallen geclassificeerd als werkgerelateerde asbestblootstelling. De mesothelioom-*case-control*-studie van Rake et al., 2009 werd beschouwd als de meest representatieve studie voor de situatie in Groot-Brittannië. Deze studie had een PAF voor werkgerelateerde asbestblootstelling van 85% (95% betrouwbaarheidsinterval: 82-88%). Samengenomen komt de HSE-studie op een schatting van de proportie mesothelioomgevallen onder mannen van 85-90%. Daarnaast gaat de studie ervan uit dat er ongeveer 30-70 achtergrondcases per jaar bij mannen zijn, die niet worden veroorzaakt door asbest.

Voor vrouwen combineert de HSE de resultaten uit de studie van Rake et al. (2009) (22%, 95% BI: 14-30%) met de resultaten uit twee andere studies (Goldberg et al., 2006; Spirtas et al., 1994) en komt zo uit op een gemiddelde PAF van 29% (95% BI: 23-35%). Door iets meer gewicht te geven aan de studie van Rake et al. veronderstellen de onderzoekers dat tussen 20 en 30% van de vrouwelijke cases zijn ontstaan door werkgerelateerde blootstelling in het verleden. Ook bij vrouwen gaat de HSE ervan uit dat er jaarlijks dertig tot zeventig achtergrondcases ontstaan. De PAF voor achtergrondblootstelling voor vrouwen wordt daarmee geschat op 10-25%.

Het kan niet uitgesloten worden dat een deel van de achtergrondcases is te wijten aan niet-herkende beroepsmatige blootstelling.

Sinninghe Damsté et al., 2007

In een ecologische studie werd bij 22 vrouwen met pleuramesotheliom onderzocht of de asbestblootstelling afkomstig kon zijn uit het milieu, zoals met asbest verharde weggetjes en erven. Hiervoor werden via de regionale kankerregistratie alle gevallen van pleuramesotheliom in Twente onderzocht op wijze van blootstelling. In de patiëntendossiers en door contacten met huisartsen en familieleden werd informatie verzameld over de beroepsanamnese, beroepen van directe familieleden (vooral echtgenoot en vader) en woonadressen vanaf jonge leeftijd. Milieublootstelling aan asbest werd aangenomen voor gevallen met een langdurig verblijf in het risicogebied rond Goor met aantoonbare lokale milieuverontreiniging door asbest en enig contact met asbest in beroep of huishouden kon worden uitgesloten. In het risicogebied rond Goor, met 28 gevallen van pleuramesotheliom, kon van tien vrouwen worden vastgesteld dat de genoemde milieubron de oorzaak was van het mesotheliom. Van vier vrouwen was deze milieubron de waarschijnlijkste oorzaak. De gemiddelde cumulatieve asbestblootstelling bedroeg 0,11 vezeljaren. De vastgestelde extra incidentie van 22 casussen was voor 64% (14/22) het gevolg van milieublootstelling aan asbest. Hiermee is te berekenen dat de PAF voor milieu voor vrouwen 50% is. Hierbij moet wel worden bedacht dat de bijdrage door milieu hierin is overschat ten opzichte van de rest van Nederland vanwege de hoge lokale milieubelasting.

Nurminen & Karjalainen, 2001

Relatieve risico's (RR's) voor specifieke blootstelling-ziekte-associaties werden geïdentificeerd uit epidemiologische studies. Wanneer de RR's waren gebaseerd op ziekte-incidentie-studies, dan werd aangenomen dat de *incidence rate-ratio* vergelijkbaar was met de bijbehorende *mortality rate-ratio*. De proportie mensen die blootgesteld waren aan een arbeidsrisico, werd verkregen uit volkstellingsgegevens over beroep en industriebranche met behulp van een Finse *job-exposure-matrix* ('baanblootstellingsmatrix'). De RR's en de proporties blootgestelde werknemers werden vervolgens gebruikt om de attributieve fracties van de sterfte te berekenen: voor mesotheliom werd een PAF van 90% voor mannen en van 25% voor vrouwen geschat. Ten slotte werden de attributieve fracties toegepast op de Finse oorzaak-, leeftijd- en geslachtspecifieke sterftecijfers, om het aantal en de proportie werkgerelateerde slachtoffers te schatten.

Offermans et al., 2014

Offermans gebruikt data uit de Nederlandse cohortstudie (NCLS) die in totaal 58.279 mannen en 62.573 vrouwen (55 tot 69 jaar) includeerde. Persoonsjaren voor het gehele cohort werden geschat met behulp van een subcohort. In totaal konden 17,3 jaren worden gebruikt als follow-upperiode (vanaf 1986 tot 2003). Als een persoon op baseline al was gediagnosticeerd met kanker (behalve huidkanker), dan werd hij/zij geëxcludeerd. In totaal werden 160 gevallen van pleuramesotheliom geselecteerd. Personen waarvoor geen werkhistorie beschikbaar was, werden uit de analyses gelaten. Daardoor bleven er 145 gevallen van pleuramesotheliom over. Aan de hand van de werkhistorie werd de mate van asbestblootstelling bepaald. Personen werden verdeeld over de categorieën 'nooit' en 'ooit' blootgesteld aan asbest. Als personen ooit blootgesteld waren geweest aan asbest tijdens hun werk, werd er onderscheid gemaakt tussen tijd van de blootstelling (lang/kort) en

mate van de blootstelling (laag/hoog). De PAF's zijn berekend op basis van *hazard-ratio's* (HR's) voor alle vormen van asbestblootstelling. De PAF's voor 'ooit' versus 'nooit' blootgesteld was 31,9% met de DOMJEM als analysemethode. De FINJEM kwam uit op 34,3%. Deze PAF's zijn lager dan in andere studies gerapporteerd. Volgens de auteurs komt dat omdat de NCLS een *population-based* studie is, gebaseerd op een wijde range van blootstellingsniveaus en een lage blootstellingsprevalentie. Bovendien kan de blootstellingsbeoordeling met behulp van JEM's leiden tot niet-differentiële misclassificatie van de blootstelling. Dit leidt tot verzwakte *hazard-ratio's* en daarmee lagere PAF's. In de studie was het percentage personen dat nooit was blootgesteld ongeveer 50%. Ervan uitgaande dat mesotheliom alleen door asbest wordt veroorzaakt, kan dit percentage wijzen op niet-werkgerelateerde asbestblootstelling, maar ook op incidentele beroepsmatige asbestblootstelling in banen die niet door de JEM's zijn meegenomen. Daarnaast is met een relatief jonge leeftijd en een relatief korte follow-up in deze studie de kans op het ontwikkelen van mesotheliom in dit cohort vrij laag.

Spirtas et al., 1994

In een *population-based case-control*-studie in de Verenigde Staten werden cases en controles geselecteerd: cases geregistreerd met bewezen maligne mesotheliom werden geselecteerd uit verschillende kankerregistraties en ziekenhuizen. Controles waren overleden aan andere doodsoorzaken dan kanker. Via interviews van de naaste werden de mannen en vrouwen met mesotheliom in deze studie geclassificeerd als niet blootgesteld aan asbest als aan een aantal voorwaarden was voldaan:

- 1) De naaste bloedverwanten gaven in een interview aan dat de betreffende persoon nooit aan asbest was blootgesteld.
- 2) De persoon had nooit gewerkt in een van de negen beroepen geselecteerd vanwege hun associatie met asbestblootstelling.
- 3) Blootstelling aan asbest was onwaarschijnlijk op basis van een *job-exposure-matrix*.
- 4) Er waren geen huisgenoten die waren blootgesteld aan asbest.
- 5) De persoon woonde meer dan twee mijl van een asbestmijn of -molen.

De onderzoekers probeerden op deze manier personen met niet-werkgerelateerde blootstelling te excluderen van de niet-blootgestelde categorie. Dit kan hebben geresulteerd in een overschatting van de proportie mesotheliomcases door werkgerelateerde blootstelling. Er werd een attributief risico van mesotheliom als gevolg van asbestblootstelling geschat (berekend met behulp van logistische regressie-analyse) van 84,7% voor mannen en 22,5% voor vrouwen. Als ook de sterfgevallen als gevolg van het meenemen van asbestvezels naar de thuisomgeving als werkgerelateerd werden beschouwd, dan zou het attributieve risico 90% bedragen.

Goldberg et al., 2006

Uit het Frans Nationaal Mesotheliom Surveillance Programma 1998 werden personen met mesotheliom geselecteerd. Het Programma bestaat uit 21 districten in Frankrijk en dekt ongeveer een kwart van de totale Franse populatie, is representatief voor Frankrijk in termen van demografie, werkgelegenheid en economische activiteit. Elke

gerapporteerde case (of een gezinslid of vriend indien de case was overleden) werd geïnterviewd om inzicht te krijgen in de levenslange blootstelling aan asbest en andere factoren. Hiermee werd een attributief risico van mesotheliom als gevolg van werkgerelateerde asbestblootstelling geschat van 83,2% voor mannen en 38,4% voor vrouwen.

Lacourt et al., 2014

In een *population-based case-control*-studie onder 437 gevallen (362 mannen, 75 vrouwen) van pleuramesotheliom en 874 controles (724 mannen, 150 vrouwen) tussen 1998 en 2002 in Frankrijk werd beroepsmatige blootstelling aan asbest retrospectief beoordeeld door twee experts en onderverdeeld in verschillende parameters (mate van blootstelling). Rekening houdend met alle blootstelling aan asbest, werd de totale PAF geschat door de OR te vergelijken van personen die wel en/of niet beroepsmatig zijn blootgesteld aan asbest met personen die nooit zijn blootgesteld aan asbest. De overall PAF voor mannen was 87,3% en voor vrouwen 64,8%. De werkgerelateerde PAF was 83,1% voor mannen en 41,7% voor vrouwen (met behulp van gepresenteerde data berekend).

Asbestgerelateerde longkanker

Om de (werkgerelateerde) PAF's voor asbestgerelateerde longkanker te schatten, hebben we gekeken naar de studies van: Brown et al., 2012 (HSE); OCRC, 2014; Nurminen & Karjalainen, 2001; Van Loon et al., 1997; Offermans et al., 2014; McCormack et al., 2012; Wild et al., 2012 en Gustavsson et al., 2003.

Brown et al., 2012 (HSE)

De *Health and Safety Executive* (HSE) heeft voor Groot-Brittannië het aantal longkankergevallen geschat die kunnen zijn veroorzaakt door werkgerelateerde blootstelling aan asbest. De HSE heeft een aantal reviews verzameld waarin de relatie tussen asbestblootstelling en longkanker wordt berekend. Met behulp van de methode dat de ratio van mesotheliom en asbestgerelateerde longkanker 1:1 is, zijn vervolgens PAF's berekend. De cijfers voor mesotheliom die zijn geschat voor beroepsuitoefening en de blootstelling aan asbest zijn ook gebruikt voor de schatting van longkanker. Op deze manier werd een PAF van 8,7% voor mannen en 2,0% voor vrouwen gevonden. Deze schatting valt binnen andere schattingen van de auteurs en wordt daarom als beste beschouwd.

OCRC, 2014

In deze studie is de incidentie en sterfte aan kanker als gevolg van beroepsmatige blootstelling in Canada geschat. De term 'last' is bedoeld om te verwijzen naar de menselijke impact (sterfgevallen, ziekte) en de economische kosten (gezondheidszorg, productiviteit) die verband houden met de oorzaken. Om de beroepsmatige kankergevallen te schatten die specifiek zijn voor de Canadese context, is gebruikgemaakt van nationale en provinciale gegevens, literatuuroverzichten over de risico's van kanker in relatie tot blootstelling op de werkplek en schattingen van historische blootstellingen in Canada. Het eindresultaat

is een reeks van gedegen schattingen voor kanker veroorzaakt door 44 beroepsmatige carcinogenen naar geslacht en per provincie.

Nurminen & Karjalainen, 2001

In deze Finse studie werden gegevens uit de epidemiologische literatuur gebruikt om PAF's en ziektelast voor werkgerelateerde ziekten te schatten. Cijfers over doodsoorzaken, aantal blootgestelden en *risk ratio's* werden uit de literatuur gehaald of opgevraagd bij Statistics Finland voor het jaar 1996. Een Finse werkblootstellingsmatrix leverde gegevens op over de prevalentie van blootstelling voor specifieke stoffen en het niveau van blootstelling bij blootgestelde werknemers. Hiermee werd een PAF als gevolg van werkgerelateerde asbestblootstelling voor longkanker geschat van 14,0% voor mannen en 0,6% voor vrouwen.

Van Loon et al., 1997

Een Nederlands prospectief cohortonderzoek (NLCS) naar leefstijlfactoren, werkhistorie en het risico op kanker. Het onderzoek is gestart in 1986 en het cohort bestond uit 58.279 mannen in de leeftijd van 55-69 jaar. Gebaseerd op vragenlijstinformatie over werkgeschiedenis werd met behulp van expertbeoordelingen een cumulatieve kans toegewezen voor de beroepsblootstelling aan kankerverwekkende stoffen, waaronder asbest. Er werden vier blootstellingsgroepen gedefinieerd: geen blootstelling aan een van deze kankerverwekkende stoffen, mogelijke blootstelling (<30%), waarschijnlijke blootstelling (30%-90%), bijna zeker blootstelling (>90%) aan een van deze kankerverwekkende stoffen. Voor de analyse werd een *case-cohort*-benadering gebruikt waarin met behulp van een random gekozen subcohort de persoonsjaren *at risk* werden geschat. Na een follow-up van 4,3 jaar waren er 524 longkankergevallen met een compleet ingevulde werkgeschiedenis. De berekening van de PAF is gebaseerd op de RR's voor blootgestelden versus niet blootgestelden, gecorrigeerd voor leeftijd, roken en vitamine-inname. De PAF voor de blootstelling aan asbest is 11,6%.

Offermans et al., 2014

Offermans gebruikt data uit de Nederlandse cohortstudie die in totaal 58.279 mannen en 62.573 vrouwen (55 tot 69 jaar) includeerde. Persoonsjaren voor het gehele cohort werden geschat met behulp van een subcohort. In totaal kon 17,3 jaar worden gebruikt als follow-up-periode (vanaf 1986 tot 2003). Als een persoon op *baseline* al gediagnosticeerd was met kanker (behalve huidkanker), dan werd hij/zij geëxcludeerd. In totaal werden 2.932 longkankergevallen geselecteerd. Personen waarvoor geen werkhistorie beschikbaar was, werden uit de analyses gelaten. Daardoor bleven er 2.592 longkankergevallen over. Aan de hand van de werkhistorie werd de mate van asbestblootstelling bepaald. Personen werden verdeeld over de categorieën 'nooit' en 'ooit' blootgesteld aan asbest. Als personen ooit waren blootgesteld aan asbest tijdens hun werk, werd onderscheid gemaakt tussen tijd van de blootstelling (lang/kort) en mate van de blootstelling (laag/hoog). De Populatie Attributieve Fracties (PAF's) zijn berekend op basis van *hazard-ratio's* (HR's) voor alle vormen van asbestblootstelling. De PAF voor 'ooit' versus 'nooit' blootgesteld was 5,2% met de DOMJEM als analysemethode. De FINJEM kwam uit op 11,5%. Volgens de auteurs zijn de PAF's in deze studie lager dan andere PAF's, omdat de NCLS een *population-based*-studie is, gebaseerd op een wijde range van

blootstellingsniveaus en een lage blootstellingsprevalentie. Bovendien kan de blootstellingsbeoordeling met behulp van JEM's leiden tot niet-differentiële misclassificatie van de blootstelling. Dit leidt tot verzwakte *hazard-ratio's* en daarmee lagere PAF's. In de studie was het percentage personen dat nooit was blootgesteld ongeveer 50%. Er kan sprake zijn geweest van niet-werkgerelateerde asbestblootstelling, maar ook kan het zijn dat banen met incidentele beroepsmatige asbestblootstelling niet door de JEM's zijn meegenomen. De personen in dit cohort zijn relatief jong en hebben dus relatief weinig kans gehad om longkanker te ontwikkelen tijdens follow-up.

McCormack et al., 2012

Uit de follow-up van 55 asbestcohorten is met behulp van twee verschillende methoden het aandeel longkankergevallen geschat met behulp van cijfers over mesothelioomsterfte. Populatie Attributieve Fracties werden berekend voor twintig landen met een hoge mesothelioomsterfte. PAF's voor longkanker bij mannen werden gecorrigeerd voor roken. Methode 1: de ratio van het absolute aantal asbestgerelateerde longkankerdoden ten opzichte van de mesothelioomsterfte. Methode 2: de ratio van de extra longkankersterfte voor elke mesothelioomdode in 1.000 niet-asbestgerelateerde sterfgevallen. De PAF voor Nederland met behulp van methode 1 was 8,3-10,5%. De PAF met behulp van methode 2 was 12,0-14,8%.

Wild et al., 2012

In een *population-based case-control*-studie onder mannen met longkanker (40 tot en met 79 jaar) in Frankrijk werden 246 longkankergevallen en 531 controles onderzocht. Via een vragenlijst werd de werkgeschiedenis opgevraagd. Voor elke baan werd de blootstelling aan stoffen (waaronder asbest) berekend. Een cumulatieve blootstelling aan asbest werd weergegeven met behulp van vezeljaren per ml. De attributieve fracties werden berekend uit *multiple unconditional* logistische regressiemodellen. De attributieve fractie voor asbestblootstelling was 22%.

Gustavsson et al., 2003

In een *population-based case-referent*-studie naar longkanker werden zowel beroeps- als niet-beroepsfactoren onderzocht. De studie omvatte 1.042 gevallen van longkanker en 2.364 referenten die *at random* uit de populatie werden geselecteerd. Beroeps-, milieu- en persoonlijke blootstellingen werden onderzocht. Personen blootgesteld aan asbest, verbrandingsproducten of beide waren ingedeeld in een van de drie niet-overlappende categorieën: (1) blootgesteld aan asbest maar niet aan verbrandingsproducten, (2) blootgesteld aan verbrandingsproducten maar niet asbest, en (3) blootgesteld aan zowel asbest als verbrandingsproducten. Met behulp van het relatieve risico van longkanker in deze drie groepen werd de PAF voor elke groep berekend. De PAF voor de eerste groep was 3,55, die voor de derde groep 6,88.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag