

Schatting van asbest- gerelateerde ziekten in de periode 1996-2030 door beroepsmatige blootstelling in het verleden

**A. Burdorf¹
J.J. Barendregt¹
P.H.J.J. Swuste²
D.J.J. Heederik³**

¹ Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg,
Erasmus Universiteit Rotterdam

² Vakgroep Veiligheidskunde, Technische
Universiteit Delft

³ Vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer,
Landbouw Universiteit Wageningen

**Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van
Sociale Zaken en Werkgelegenheid**

maart 1997

Verkoop

VUGA Uitgeverij B.V.

Postbus 16400, 2500 BK s Gravenhage

Telefoon 070-31 31 500, telefax 070-31 31 504

Samenvatting

In dit rapport wordt een schatting gemaakt van het aantal asbestgerelateerde ziekten onder Nederlandse mannen in de periode 1996-2030. In deze schatting staan vier asbestgerelateerde ziekten centraal: pleuraal mesotheliom, peritoneum mesotheliom, longkanker en asbestose. Door het ontbreken van een goed registratiesysteem voor beroepsziekten in Nederland, is de schatting van het toekomstige aantal slachtoffers gebaseerd op de CBS Statistiek Overledenen naar Doodsoorzaak.

Naar schatting zijn in de periode 1945-1995 in het totaal zo'n 10.000 personen blootgesteld aan asbest door werkzaamheden in bedrijven waar ruwe asbest is verwerkt. Daarnaast zijn er nog zo'n 330.000 personen blootgesteld aan asbest door het be- en verwerken van asbesthoudende materialen en producten.

Voor het schatten van het aantal pleuraal mesotheliomen in de periode 1996-2030 is een cohort-leeftijd model opgesteld dat is gebaseerd op de veronderstelling dat de sterfte aan pleuraal mesotheliom in de Nederlandse bevolking het best kan worden beschreven door het effect van asbestblootstelling in de opeenvolgende geboortecohorten. De cohort- en leeftijdspecifieke sterfte aan pleuraal mesotheliom is af te leiden uit de bekende sterfte in de periode 1969-1993. Het opgestelde model is geëxtrapoleerd naar de toekomst waarbij op basis van de te verwachten demografische ontwikkeling de sterfte aan pleuraal mesotheliom in de periode 1996-2030 is geschat. Doordat mesotheliom een zeer slechte prognose heeft, komt het aantal ziektegevallen exact overeen met het aantal sterfgevallen. Voor asbestgerelateerde longkanker is aangenomen dat deze asbestziekte in de toekomst net zo vaak voorkomt als het pleuraal mesotheliom.

Naar verwachting zullen in de komende 35 jaar zo'n 40.000 asbestgerelateerde ziekten onder mannen in Nederland zullen optreden. Hiervan is 48,6% (19.000) pleuraal mesotheliom, eveneens 48,6% (19.000) asbestgerelateerde longkanker, 1,8% (700) peritoneum mesotheliom en 1% (400) asbestose.

Deze schatting wordt het best onderbouwd door het opgestelde model voor de toekomstige sterfte aan pleuraal mesothelioom. De jaarlijkse sterfte aan pleuraal mesothelioom zal een piek bereiken in de periode 2015-2021 met bijna 700 gevallen per jaar. Daarna neemt de jaarlijkse sterfte snel af tot een niveau van ruim 450 gevallen in het jaar 2030. De beschikbare gegevens laten een voorspelling over een langere periode niet toe, maar het ligt in de verwachting dat de snelle daling zich zal voortzetten na 2030.

Voor asbestose worden alleen in de komende 20 jaar aantallen van enige betekenis verwacht. Na het jaar 2015 zal asbestose nog slechts sporadisch optreden onder Nederlandse mannen.

Voor asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen in Nederland is geen voorspelling gemaakt. Er zijn sterke aanwijzingen dat de zeer geringe participatie van vrouwen in beroepen met asbestblootstelling zal leiden tot een zeer geringe omvang van asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen in Nederland in de komende 35 jaar.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	9
2	ASBEST EN COMMERCIËLE TOEPASSINGEN	11
3	DE ONTWIKKELING VAN DE PRIMAIRE EN SECUNDAIRE ASBESTINDUSTRIE IN NEDERLAND	15
4	ZIEKTEN DOOR BEROEPSMATIGE BLOOTSTELLING AAN ASBEST	27
5	METHODEN VOOR HET SCHATTEN VAN DE TOEKOMSTIGE STERFTE AAN ASBESTGERELATEERDE ZIEKTEN	35
6	ASBESTGERELATEERDE STERFTE IN NEDERLAND IN DE PERIODE 1996-2030	45
7	DISCUSSIE	51
8	CONCLUSIE	63
	Referenties	67
	Bijlage	73
	Verklarende Woordenlijst	77

FIGUREN EN TABELLEN

Tabel 1	Overzicht van de belangrijkste asbesthoudende produkten en toepassingsgebieden.
Tabel 2	Bedrijven (b) en werknemers (N) in de bewerking van asbesthoudende materialen en produkten in Nederland
Tabel 3	Bedrijven (b) en werknemers (N) in de bewerking van asbesthoudende materialen en produkten in Nederland
Tabel 4	Sterfte aan asbestose in Nederland in de periode 1970-1994
Tabel 5	Verhouding van de oversterfte aan longkanker en mesothelioom in enkele bekende cohortonderzoeken
Tabel 6	Overzicht van de totale risicopopulatie voor asbestblootstelling in de periode 1945-1995 volgens een conservatieve schatting en een maximale schatting
Tabel 7	Schatting van het aantal asbestgerelateerde sterftegevallen onder Nederlandse mannen in de periode 1996-2030
Figuur 1a	Beschikbare gegevens over de invoer van asbestvezels in Nederland in de periode 1888-1945.
Figuur 1b	Beschikbare gegevens over de invoer van asbestcementprodukten in Nederland in de periode 1888-1945
Figuur 2a	De invoer van ruwe asbest (asbestvezels) in Nederland in de periode 1946-1994.
Figuur 2b	De invoer van asbestcementprodukten in Nederland in de periode 1946-1994.
Figuur 3a	De jaarlijkse sterfte onder mannen en vrouwen aan pleura-mesothelioom in Nederland in de periode 1969-1994

Figuur 3b	De jaarlijkse sterfte onder mannen en vrouwen aan peritoneum mesotheliom in Nederland in de periode 1969-1994
Figuur 4	De geschatte sterfte volgens het cohort-leeftijd model en de waargenomen sterfte aan mesotheliom in Nederland in de periode 1969-1994.
Figuur 5	Leeftijdspecifieke incidenties van pleurale mesotheliom voor opeenvolgende geboortecohorten.
Figuur 6	Voorspelling van het jaarlijks te verwachten aantal pleurale mesotheliomen onder mannen in Nederland voor de periode 1996-2030.
Figuur 7	Vergelijking van de verwachte mesotheliom sterfte in het 1943-1948 geboortecohort in Nederland en Groot-Brittannië.
Bijlage 1	Mannelijke beroepsbevolking met asbestblootstelling, naar bedrijfstak en beroepsgroep (Volkstellingen 1947, 1960 en 1971, Arbeidskrachtentelling 1981, Statistiek Werkzame Personen 1990)

1 INLEIDING

Asbest is een bekende stof met vele commerciële toepassingen. Het is ook een beruchte stof omdat asbest één van de grootste veroorzakers is van beroepsziekten. Als belangrijkste gezondheidseffecten van beroepsmatige blootstelling aan asbest worden asbestose, mesothelioom en longkanker beschouwd. Er zijn aanwijzingen dat personen met langdurige blootstelling aan asbest ook een verhoogde kans hebben op tumorvorming in de keel en het maagdarmkanaal.¹

In de Verenigde Staten en Groot-Brittannië worden op grote schaal schadeclaimprocedure's aangespannen en toegewezen, met name voor de typische asbestziekten asbestose en mesothelioom. In Nederland bestaat er nauwelijks een traditie van schadeclaimprocedure's voor beroepsziekten. In 1980 is de eerste schadeclaim van 75.000 gulden toegekend aan een werknemer van een Amsterdams isolatiebedrijf die aan asbestose leed. Door uitspraken van de Hoge Raad, die de juridische positie van de benadeelde werknemer aanmerkelijk hebben verbeterd, is deze situatie snel aan het veranderen.² In 1996 zijn tientallen schadeclaim-procedure's gestart en dit aantal zal in de komende jaren eerder toenemen dan afnemen.³

In opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid wordt in dit rapport een schatting gemaakt van het aantal werknemers met blootstelling aan asbest in de periode 1945-1995 in Nederland. Daarnaast wordt een voorspelling gepresenteerd van het aantal asbestgerelateerde ziektegevallen in de periode 1996 tot en met 2030. Door het ontbreken van een goed registratiesysteem voor beroepsziekten in Nederland, zal de schatting van het te verwachten aantal ziektegevallen door asbestblootstelling in het verleden grotendeels gebaseerd zijn op informatie over de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten.

Gegevens over de jaarlijkse sterfte aan asbestgerelateerde ziekten en de demografische ontwikkelingen in Nederland zijn gecombineerd in een cohort-leeftijd model. Met behulp van dit model worden kwantitatieve voorspellingen gedaan over de meest waarschijnlijke ontwikkeling van de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten in de toekomst in Nederland.

2 ASBEST EN COMMERCIËLE TOEPASSINGEN

Asbest is de verzamelnaam voor een groep van minerale silicaten die gekenmerkt worden door hun vezelstructuur. Het erts wordt gedolven in open mijnbouw in Rusland, Canada en Zuid-Afrika. Kleinere hoeveelheden zijn afkomstig uit Australië, de Verenigde Staten, Cyprus, Zimbabwe, Turkije en Italië. Ruim negentig procent van het commercieel toegepaste asbest bestaat uit chrysotiel (witte asbest), beperkte toepassing vindt amosiet (bruine asbest) en crocidoliet (blauwe asbest). De meest bekende eigenschap van asbest is de onbrandbaarheid en de grote hittebestendigheid. Daarnaast wordt in industriële toepassingen gebruik gemaakt van de gunstige chemische en fysische eigenschappen, zoals chemische bestendigheid, elektrisch isolerend vermogen en slijtvastheid. Asbest bezit een grote splijtbaarheid waardoor asbestvezels door mechanische bewerking kunnen worden gedeeld in fibrillen met zeer geringe diameters. Deze unieke combinatie van eigenschappen heeft geleid tot een groot scala aan commerciële toepassingen met ruim 10.000 produkten waarin asbest is verwerkt.

In tabel 1 staat een overzicht van de belangrijkste asbesthoudende produkten en hun toepassingsgebieden. Halverwege de negentiende eeuw zijn de eerste commerciële toepassingen geïntroduceerd als brandwerend materiaal (doek, dakbedekking), isolatiemateriaal (vilt in boilers en ketels) en textiel (pakkingen en hittebestendige pakken). In schepen werd op beperkte schaal de asbestmatras, een asbestdoek gevuld met los asbest, als isolatiemateriaal gebruikt. In 1899 is het asbestcementprocédé ontwikkeld door Hatchek dat vooral bekend staat onder de naam Eternit. De snelle expansie van de asbestcementindustrie overschaduwde in latere jaren bijna alle andere industriële toepassingen.

De fabricage van asbestcementplaten werd snel gevolgd door nieuwe vindingen, zoals de productie van asbestcementpijpen rond 1910 in Italië en de toepassing van asbesthoudende remvoeringen en koppelingsplaten in de opkomende automobiellindustrie. Door de veelzijdige kwaliteiten van asbest en de lage prijzen van ruwe asbest groeide het aantal toepassingsmogelijkheden zeer snel. Een later berucht geworden toepassing is ontwikkeld in Engeland in het begin van de jaren dertig: gebruik van asbest als isolatiemateriaal op constructie-elementen door middel van verspuiten. In 1955 bracht Cape Asbestos Company een goedkope toepassing met amosiet op de markt die gedurende tien jaar in de scheepsbouw op grote schaal is gebruikt.¹ In de jaren zestig is asbest als vul- en bindmiddel geïntroduceerd in verven, kitten en lijmen.

In de jaren zestig werd voor het eerst een toepassing van asbest gedisccontinueerd vanwege economische motieven (alternatieven beschikbaar tegen concurrerende prijzen) en toenemende bekendheid met de schadelijke gevolgen van asbestblootstelling voor de gezondheid van werknemers; in 1963 besloot men op Britse marine scheepswerven de verspuiting van asbest te stoppen.¹ In de jaren daarna daalde het aantal asbesthoudende produkten langzamerhand, hoewel de wereldproductie van ruwe asbest in de zeventiger jaren haar hoogtepunt bereikte. Aan het einde van de zeventiger jaren zijn in verschillende Westerse landen de eerste verbodsbepalingen op het be- en verwerken van bepaalde asbesthoudende produkten ingevoerd. Vandaag de dag zijn in diverse landen, waaronder Nederland, algehele asbestverboden van kracht.

Tabel 1 Overzicht van de belangrijkste asbesthoudende produkten en toepassingsgebieden	
Produkt	Toepassing
Asbestcement plaat	Bouwmateriaal, brandwerend paneel, isolatiecement, gietmal, elektrische isolatie-component, afzuigkap en -kanaal voor corrosieve chemicaliën, laboratorium meubilair
Asbestcement pijp	Waterleiding, leiding in chemische industrie, geleidebuis voor elektrische leiding en kabel
Asbesttextiel	Hittebestendige kleding, handschoen, brandwerend gordijn, lasgordijn, branddeken, isolatiemantel voor electriciteitsdraad en -kabel, vilt voor chemische, thermische en akoestische isolatie
Asbestpapier en -karton	Brandwerend paneel, elektrische isolatie, pijpomwikkeling, gietmal, vlamverdeler, dakbedekking, vloerbedekking
Frictiemateriaal	Remvoering, koppeling, schijfrem
Sputisolatie	Isolatielaag op betonnen en metalen constructie-elementen
Pakking, etc.	Pakking, afdichting, filtermateriaal, gasmaskerfilter, electrolysediafragma, koord
Vulstof	Isolatiematrassen, isolatieschaal, voegvullingisolatie, kit, lijm, verf

3 DE ONTWIKKELING VAN DE PRIMAIRE EN SECUNDAIRE ASBESTINDUSTRIE IN NEDERLAND

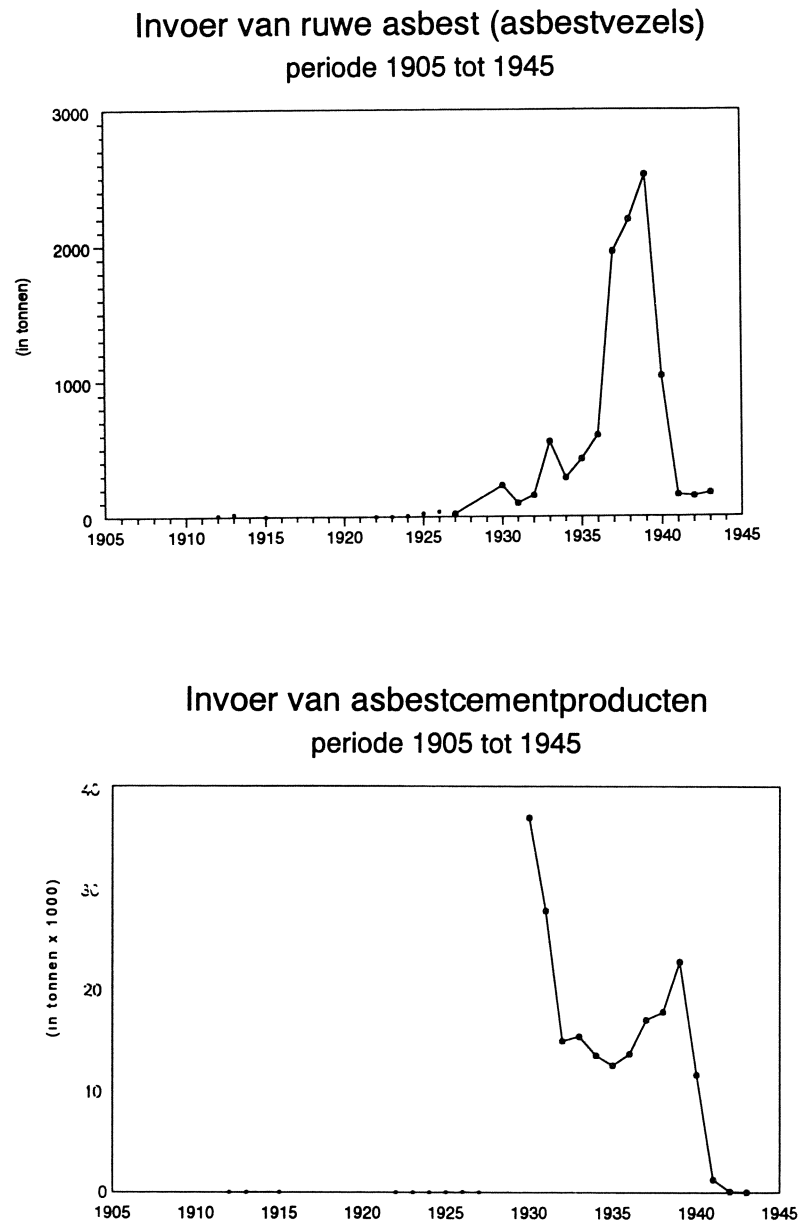
3.1 Primaire asbestindustrie

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de primaire asbestindustrie (bedrijven die ruwe asbest verwerken). De Nederlandse asbestindustrie is voor de Tweede Wereldoorlog van geringe omvang geweest. In de laatste decennia van de negentiende eeuw is asbest op kleine schaal ingevoerd, waarbij de jaarlijkse invoer niet boven de paar duizend kilo kwam.⁴ In figuur 1 worden de gegevens, voorzover beschikbaar, over de invoer aan asbestvezels en asbestcement-producten vanaf 1905 tot en met 1945 gepresenteerd. Vanaf 1930 is de invoer in de statistieken van het Centraal Bureau voor de Statistiek terug te vinden.⁵ Deze invoercijfers laten zien dat Nederland tot 1930 een zeer kleine asbestindustrie heeft gehad.

Het is bekend dat op het einde van de negentiende eeuw het isolatiebedrijf Hertel in Amsterdam begon met de productie en verwerking van asbestisolatieproducten.^{6,7}

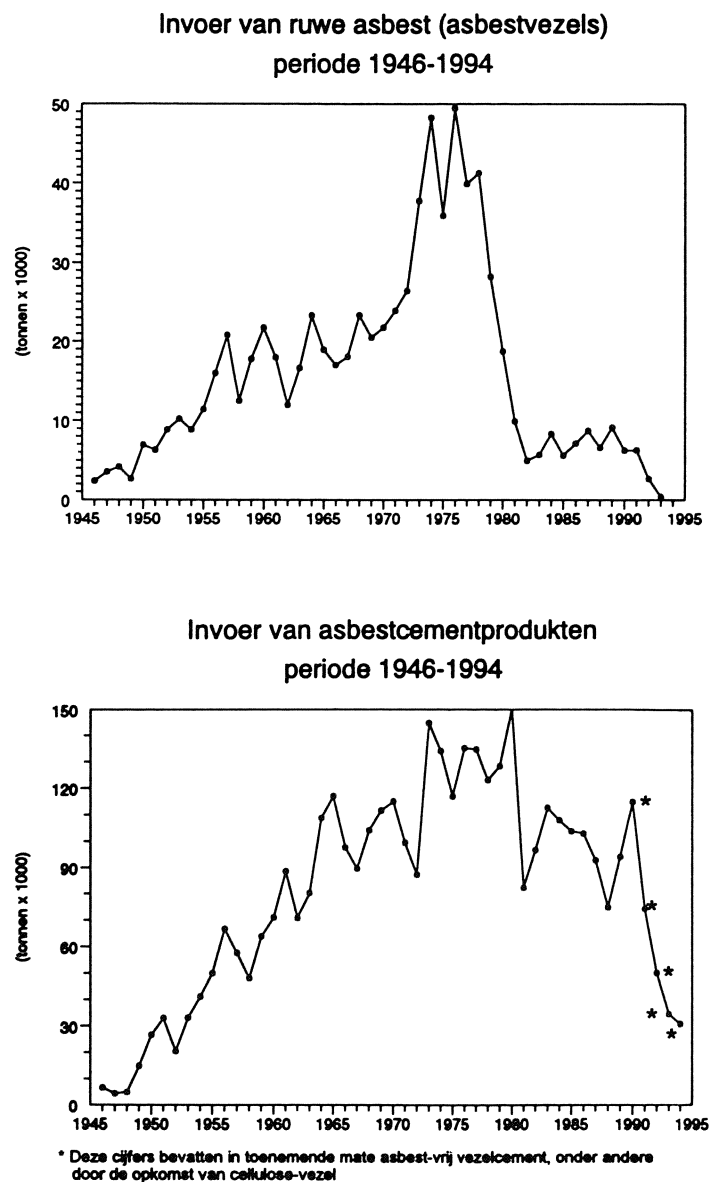
Rond 1920 zijn twee andere bedrijven gestart met kleinschalige productie van asbestisolatie en asbesttextiel. Rond 1930 ontstond de asbestcement-industrie in Nederland. Uit figuren 1a en 1b blijkt een sterke stijging in invoer van ruwe asbest vanaf 1930 gepaard te gaan met een forse daling van de invoer van asbestcement-producten. De grootste producent van asbestcementplaten, Eternit, opende haar eerste productiebedrijven in 1935 in Amsterdam en in 1937 in Goor. In deze tijd startte ook Asbestona in Harderwijk, later overgenomen door Eternit. In 1940 kwam een bedrijf voor asbestpapier en -karton van Eternit-dochter Nefabas in bedrijf in Oosterhout.⁷ De ontplooiende industriële activiteit van het Eternit-concern verklaart voor een belangrijk deel de sterke stijging in import van asbestvezels voor 1940.

Figuur 1 De invoer van ruwe asbest en asbestcementproducten in 1905-1945 in Nederland



In figuur 2 staat de invoer van asbestvezels en asbesthoudende producten in de periode 1946-1994. Na de Tweede Wereldoorlog neemt de omvang van de primaire en secundaire asbestindustrie snel toe. De asbestcementbedrijven van Eternit hebben een groot aandeel gehad in het Nederlandse asbestgebruik.

Figuur 2 De invoer van ruwe asbest en asbestcementproducten in 1946-1995 in Nederland



Opmerkelijk is de snelle stijging en even snelle daling in invoer van ruwe asbest in de periode 1970-1980. Deze trend is geheel toe te schrijven aan één producent van asbestvilt. In 1982 stopte Eternit met de productie in Harderwijk en werd tevens de buizenproductie vanuit Goor verplaatst naar België. De vestiging in Goor is in 1993 geheel overgeschakeld op asbestvrije producten als gevolg van het Asbestbesluit van juli 1993 waarmee een algeheel verbod op asbest wordt ingevoerd. Vanaf 1990 is in vier jaar tijd de invoer van ruwe asbest naar nul gereduceerd. In dezelfde periode is ook de invoer van asbestcement-producten sterk gedaald en hoogst waarschijnlijk ook tot nul gereduceerd. De invoer van zo'n 30.000 ton vezelversterkte cementplaten in 1994 geeft aan dat in deze periode de cellulose-vezel een snelle opkomst heeft gemaakt als vervanger voor asbest in cement-producten. In de CBS-Statistiek voor Buitenlandse Handel is de cellulose-cementplaat in dezelfde categorie opgenomen als de asbestcementplaat.

In de asbestcementindustrie is de blootstelling aan asbest aanzienlijk geweest in de voorraad-magazijnen van ruwe asbest, de toevoer van ruwe asbest aan het productiesysteem, en de afwerking van producten door slijpen, draaien, schuren en zagen. Aan het einde van de jaren zeventig is de blootstelling aan asbest gedaald door introductie van beheersmaatregelen, zoals automatische zakkenopeners, lokale ventilatiesystemen en natte afwerkingstechnieken.⁸

In de periode 1946-1965 was er zo'n tiental gespecialiseerde fabricagebedrijven voor asbestisolatieproducten. Een beruchte toepassing was de fabricage van asbestmatrassen voor het isoleren van grote pijpleidingen en kokers in de industrie.⁹ Rond 1950 werd op grote schaal amosiet in matras-isolatie geïntroduceerd als vervanging van het gebruik van zogenaamde magnesiumblokken.¹ Het hoogtepunt van de asbestisolatieproductie lag in de jaren vijftig en zestig, in het begin van de jaren zeventig zijn de meeste isolatiebedrijven gestopt met deze toepassing omdat nieuwe materialen (glas- en steenwol, verbeterde magnesiumblokken, verspuitten van polyurethaan-schuim) technisch beter en ook goedkoper waren.⁷

Een paar grote bedrijven hebben in de scheepsbouw de spuitisolatie verzorgd. Door introductie van een goedkope verspuitingstechniek met amosiet in 1955 ligt de piek van deze toepassing in de periode 1956-1965. Daarna daalde het asbestspuiten snel¹⁰ en medio zeventiger jaren werd deze toepassing nauwelijks meer gesignaleerd. Bij de productie van asbesthoudende isolatiematerialen en het verspuiten van asbest zijn zeer hoge blootstellingen aan asbest opgetreden.

Het eerste asbestbedrijf voor asbestremvoeringen en frictiemateriaal kwam in productie in 1943. Een tweede bedrijf startte de productie in 1967. Waarschijnlijk hebben ook een paar kleine bedrijfjes asbesthoudend frictiemateriaal gefabriceerd. Rond 1980 waren er drie productie-bedrijven voor asbesthoudende remvoeringen en frictiemateriaal in Nederland. In de tachtiger jaren zijn deze bedrijven omgeschakeld naar asbestvrije producten. Een algemene beschrijving van de arbeidsomstandigheden is moeilijk te geven door het brede scala aan procédés en producten. Relevante blootstelling is opgetreden tijdens afwegen van de juiste hoeveelheden asbest, de ‘droge’ afwerkingstechnieken en het stapelen van bewerkte onderdelen en producten.¹¹

De productie van asbestpapier, -karton en -vilt is pas op grotere schaal gestart in de Eternit-bedrijven Asbestona en Nefabas. Deze bedrijven zijn gestopt in respectievelijk 1982 en 1983. De grootste producent van asbesthoudend vilt was Van Gelder-Wormer. De productie kwam pas goed op gang in 1968 toen aan Forbo-Krommenie de asbestvilt-onderlaag van de nieuwe Novilon-vloerbedekking werd geleverd. In de zeventiger jaren had dit bedrijf het belangrijkste aandeel in het asbestgebruik in Nederland met zo'n 50% van de jaarlijkse invoer.¹² De grootste fabriek van asbesthoudende vloerbedekking staakte haar productie rond 1980. De invoercijfers van ruwe asbest in de periode 1970-1980 laten deze ontwikkeling treffend zien. Het productieproces van asbestvilt is een nat procédé en nabewerking van het droge product is beperkt. Waarschijnlijk is de asbestblootstelling beperkt gebleven tot de werkzaamheden met de ruwe asbest.

Nederland heeft zo'n honderdtal bedrijven gehad waar asbesthoudende producten werden gemaakt, zoals katten, mortels, lijmen, verven, kunststofprodukten, pakkingen en filtermateriaal. Er is een bedrijf geweest dat voor eigen gebruik cellen van asbest voor diafragma electrolyse heeft vervaardigd.¹³ Gegevens over de blootstelling in deze bedrijven zijn schaars. Door het geringe gebruik van ruwe asbest is het aantal blootgestelde werknemers van beperkte omvang. Zeer waarschijnlijk heeft in Nederland het spinnen en weven van asbest (textiel) alleen op zeer kleine schaal plaatsgevonden. Van een asbestisolatiebedrijf is bekend dat asbestdoek voor asbestmatrassen werd geproduceerd vanaf 1920 tot waarschijnlijk medio zestiger jaren.⁷ In Nederland werd asbesttextiel grotendeels ingevoerd.

In tabel 2 is een schatting gemaakt van het aantal bedrijven en werknemers betrokken bij de fabricage van asbesthoudende materialen en producten. De gegevens over de periode 1946-1965 zijn vooral ontleend aan de (fragmentarische) kennis over de ontwikkeling van de asbestindustrie in Nederland. Voor de periode 1966-1975 geven de publicaties over het asbestonderzoek van de Arbeidsinspectie in 1970-1971 enige indicatie van het aantal bedrijven en daarin werkzame personen.¹⁴ Voor de periode na 1976 is een viertal inventarisaties gebruikt.^{7,8,13,15} Over het aantal werknemers betrokken bij het verspuiten van asbest, het fabriceren van isolatieprodukten en de productie van katten, mortels, pakkingen en lijmen is het minste bekend, zeker voor de eerste drie decennia na Wereldoorlog II.

Ondanks de grote onzekerheden in de gepresenteerde schattingen is het vrij zeker dat het aantal werknemers in de primaire asbestindustrie in Nederland op enig tijdstip in het verleden de 5.000 personen niet heeft overschreden. Bedacht moet worden dat in deze tabel de gemiddelde omvang van de primaire asbestindustrie in Nederland is geschat gedurende vijf perioden. Het totaal aantal blootgestelde werknemers wordt bepaald door de jaarlijkse in- en uitstroom van werknemers in deze asbestverwerkende bedrijven. Op bedrijfsniveau is deze informatie niet te achterhalen.

Op basis van schaarse informatie op bedrijfstakniveau over de verdeling van dienstjaren in dezelfde bedrijfstak is het een conservatieve aanname dat de bedrijfspopulatie zich gemiddeld elke tien jaar heeft vervangen. Op basis van deze aanname is het totaal aantal werknemers in de primaire asbestindustrie geschat op 9.550, afgerond zo'n 10.000. Bij een grotere doorstroom van werknemers in de asbestverwerkende bedrijven zal het werkelijke aantal blootgestelden aan asbest hoger zijn.

Tabel 2 Bedrijven (b) en werknemers (N) in de fabricage van asbesthoudende materialen en producten in Nederland										
	1946-1955		1956-1965		1966-1975		1976-1985		1986-1995	
	b	N	b	N	b	N	b	N	b	N
Asbestisolatie (verspuiten)	10	100	20	500	10	250	0	0	0	0
Asbestisolatie-producten	10	500	10	1000	10	250	0	0	0	0
Asbestcement-industrie	3	700	5	1250	5	1000	4	700	1	200
Asbestremvoeringen	1	50	3	100	4	300	4	400	0	0
Asbesthoudende vloerbedekking	0	0	0	0	2	50	2	50	0	0
Asbestpapier en -vilt	2	50	2	50	3	250	4	250	0	0
Kit, mortel, pakkingen, etc.	50	250	100	500	100	500	100	200	50	100

3.2 Secundaire asbestindustrie

Onder de secundaire asbestindustrie vallen de bedrijven die asbesthoudende produkten be- en verwerken, zowel in de industrie als andere bedrijfstakken. In de scheepsbouw is geruime tijd op grote schaal asbest gebruikt. De spuitisolatie werd meestal aangebracht door gespecialiseerde bedrijven¹⁰, bv Hertel-Amsterdam werkte voor De Schelde en Pols-Rotterdam was actief bij De Boele scheepswerven (zie paragraaf 3.1). In de scheepsbouw en -reparatie werd veel personeel direct of indirect blootgesteld aan asbest tijdens de afbouw van de schepen alsmede in de diverse werkplaatsen op scheepswerven zoals de machinefabriek en de timmerfabriek.¹⁰ In de scheepsbouw is asbestblootstelling tot medio zeventiger jaren opgetreden, in de scheepsreparatie en -sloop is asbestblootstelling tot vandaag de dag aan de orde.

Een belangrijke secundaire asbestindustrie is het gebruik van asbestcementmaterialen in de bouw. Rond 1980 werd circa 200.000 ton asbestcement per jaar in de bouw gebruikt, waarvan 50% als golfplaat, 25% als brandwerende plaat en de resterende 25% als vlakke plaat of lei voor dak- en gevelbedekking. De opkomst van de bio-industrie in de zeventiger jaren heeft ertoe geleid dat de meeste asbestcementen bouwmaterialen (naar schatting zo'n 65%) zijn terecht gekomen als dakbedekking en wandmateriaal van loopstallen in de agrarische sector.¹⁶ Doordat asbestcementmaterialen vaak op bouwplaatsen nog verder op maat zijn gezaagd, veelal met een slijpschijf, is een aanzienlijke asbestblootstelling opgetreden bij bouwvakkers.^{8,16} Buiten de bouw zijn de belangrijkste toepassingen van asbestcement de asbestcementbuizen in het waterleiding- en rioleringsnet. Een omvangrijk deel van het Nederlandse leidingnet bestaat uit asbestcementbuizen. In 1986 bestond ruim 40% van het totale drinkwaterhoofdleidingnet uit asbestcement-buizen.¹⁷ Het gebruik van deze buizen is sinds het einde van de tachtiger jaren gestopt.¹² Blootstellingsniveaus tijdens onderhoudswerkzaamheden of vervanging zijn vergelijkbaar met die op bouwplaatsen.

De afgelopen tien jaar heeft een verschuiving te zien gegeven in werkzaamheden met asbestbouwmaterialen van nieuwbouw naar reparatie en sloop. Vooral in de utiliteitsbouw worden tegenwoordig omvangrijke asbestsloopprojecten uitgevoerd. In de meeste situaties is door een stringent beleid de asbestblootstelling minimaal.

Het be- en verwerken van asbesthoudende remvoeringen, koppelingsplaten en trilbanden heeft lange tijd plaatsgevonden tijdens onderhoud van personenauto's, vrachtwagens, autobussen, grondverzetmachines, heftrucks, bouwkransen en land- en tuinbouwmachines. Het reinigen van remsystemen met perslucht was tot nagenoeg 1990 een gebruikelijke routine in garages. Risico's zijn ook ontstaan bij het afklinken van de oude remvoering, opklinken en pas maken van de nieuwe remvoering, en het aanbrengen van trilbanden rond remtrommels bij autobussen, vrachtwagens en allerlei machines.⁸ In het laatste decennium is op grote schaal asbestvrij frictiemateriaal ingevoerd.¹⁸ Tevens zijn betere werktechnieken ingevoerd om de asbestblootstelling sterk te reduceren.

In verschillende sectoren zijn asbestproducten gebruikt in specifieke toepassingen. In laboratoria is het decennia lang gebruikelijk geweest om zuurkasten te bekleden met asbest-cementplaat. In de decorbouw werd asbestkarton en -papier toegepast. In de metaalindustrie zijn gietmallen van asbestcement gebruikt. Bij de glasfabrikage trad asbestblootstelling op bij het aanbrengen en verwijderen van asbestkoord op glasgeleide rollen. Het aantal blootgestelden werknemers en hun blootstelling in deze situatie is zeer moeilijk vast te stellen.

In een aantal industrietakken treedt asbestblootstelling op door onderhoud, reparatie en sloop. Tot het begin van de tachtiger jaren zal tijdens onderhoud, reparatie en sloop van ketels, ovens, pompen, turbines en pijpen regelmatig asbestblootstelling zijn opgetreden door het verwijderen van asbestkoord, asbestkous en diverse asbestpakkingen. In de chemische industrie zijn in de jaren zestig op grote schaal asbesthoudende afdichtingen en pakkingen geïnstalleerd.

In het midden van de tachtiger jaren waren in de grotere bedrijven speciale asbestteams geïnstalleerd voor gecontroleerde sloop van asbestisolatie en -pakkingen.

In tabel 3 is een schatting gemaakt van het aantal bedrijven en werknemers betrokken bij het be- en verwerken van asbesthoudende materialen en producten. De gegevens over de periode 1946-1965 zijn vooral ontleend aan de (fragmentarische) kennis over de ontwikkeling van de asbest-industrie in Nederland. Voor de periode 1966-1975 geven de publicaties over het asbestonderzoek van de Arbeidsinspectie in 1970-1971 enige indicatie van het aantal bedrijven en daarin werkzame personen.¹⁴ Voor de periode na 1976 is een viertal algemene inventarisaties gebruikt alsmede enkele onderzoeken in specifieke sectoren.^{7,8,13,15-17} Voor sommige beroepsgroepen zijn gegevens uit de Volkstellingen 1947, 1960 en 1971 bruikbaar.

De grootste onzekerheden ontstaan bij de schatting van indirect blootgestelden in bedrijven waarin met asbestproducten wordt gewerkt, met name de bouw en garage's, en de schatting van direct blootgestelden door vele diffuse bronnen in industrietakken waar asbestproducten zijn gebruikt, zoals de chemische industrie, de rubber- en kunstofindustrie, de machinebouw, de metaalproducten industrie, de electrotechnische industrie en installatiebedrijven. Indirecte blootstelling in de scheepsbouw en -reparatie is omvangrijk geweest en in vele onderzoeken is aangetoond dat nagenoeg alle indirect blootgestelden in deze industriële sector tot de risicopopulatie behoren. Daarentegen is het aantal werknemers in de bouw met regelmatige (indirecte) blootstelling aan asbest zeer moeilijk te schatten. Gegevens over de historische blootstelling aan asbest in de bouw zijn niet eenvoudig te ontsluiten. Het merendeel van de werknemers in de woningbouw zal waarschijnlijk slechts onregelmatig met asbesthoudende producten in aanraking zijn geweest. In de schatting in tabel 3 zijn alleen werknemers opgenomen die regelmatig met asbesthoudende cementplaten hebben gewerkt.

Hoewel de ontwikkeling in de beroepsgroep automonteurs redelijk bekend is, zijn er geen gegevens voorhanden om de fractie blootgestelden in deze beroepsgroep te schatten. Regelmatige blootstelling aan asbest zal vooral zijn opgetreden in de grotere werkplaatsen en garage's. Over het belang van indirecte blootstelling is weinig bekend zodat de risicopopulatie moeilijk is in te schatten. In diverse industriële sectoren zijn asbesthoudende producten gebruikt als isolatiemateriaal en pakkingen. Hoewel bekend is dat met name onderhoudsmonteurs in deze industriële sectoren zijn blootgesteld aan asbest, is het ook hier onmogelijk een goede indruk te krijgen van het totaal aantal werknemers in de industrie met relevante blootstelling aan asbest. Een conservatieve schatting is dat minimaal 20.000 personen tijdens algemene onderhoudswerkzaamheden in de industrie zijn blootgesteld aan asbest tijdens de decennia met een hoog gebruik van asbesthoudend isolatiemateriaal.

Tabel 3 Bedrijven (b) en werknemers (N) in bewerking van asbesthoudende materialen en producten in Nederland										
	1946-1955		1956-1965		1966-1975		1976-1985		1986-1995	
	b	N	b	N	b	N	b	N	b	N
Isolatiwerk	100	2000	100	2000	100	2000	35	1000	30	500
Scheepsbouw	50	35000	50	47000	50	25000	25	5000	10	500
Bouw										
- nieuwbouw	100	500	12550	1000	250	2000	250	1000	10	250
- sloop	50	100		500	50	1000	50	2500	50	1000
Remvoeringen										
- personenauto	?	10000	?	15000	?	25000	?	25000	?	12500
- vrachtauto/grondverzet	?	7000	?	1000	?	12000	?	12000	?	6000
Treinreparatie	10	50	10	500	10	50	5	85	3	50
Waterleiding	100	200	100	200	100	400	100	200	100	200
Overige industrie	?	20000	?	20000	?	20000	?	10000	?	2500

Een algemene conclusie is dat het aantal personen met asbestblootstelling door werkzaamheden in de primaire industrie in Nederland een fractie is geweest van het aantal blootgestelden door het be- en verwerken van asbesthoudende producten in diverse industrieën. Evenals in tabel 2, hebben de gegevens in tabel 3 betrekking op de gemiddelde omvang van de secundaire asbestindustrie in Nederland gedurende vijf decennia. Het totaal aantal blootgestelde werknemers wordt bepaald door de jaarlijkse in- en uitstroom van werknemers in deze asbestverwerkende bedrijven. Een conservatieve aanname is dat de bedrijfspopulatie zich gemiddeld elke tien jaar heeft vervangen. Op basis van deze aanname wordt de totale risicopopulatie geschat op 329.785 personen, afgerond 330.000 personen. Bij een hogere doorstroom van werknemers, zeker aannemelijk in de bouw en de garagesector, zal het werkelijke aantal blootgestelden aan asbest door bewerking van asbesthoudende materialen en producten aanmerkelijk hoger zijn.

4 ZIEKTEN DOOR BEROEPSMATIGE BLOOTSTELLING AAN ASBEST

4.1 Asbestose

De asbestose behoort tot de pneumoconioses ('stoflongen') waarbij verbindweefseling van de luchtwegen optreedt. Asbestose is een interstitiële fibrose die optreedt als gevolg van blootstelling aan asbest.¹⁹⁻²¹ De klinische en radiologische verschijnselen van asbestose, zeker bij de lichtere gevallen, zijn niet specifiek en ook de longfunctiestoornissen komen overeen met die van een idiopathische interstitiële longfibrose.^{20,21} Het stellen van de diagnose wordt bepaald door (i) de aanwezigheid van een interstitiële longfibrose, (ii) blootstelling aan asbest, en (iii) uitsluiting van andere oorzaken van longfibrose. Hierdoor is de asbestose geen scherpomschreven ziekte met een eenduidige diagnose.²⁰ De ziekte ontwikkelt zich progressief, ook na beëindiging van de blootstelling aan asbest. Er is geen effectieve therapie beschikbaar voor gevorderde stadia. Bij lichte stadia is er een goede overleving en is de ziekte zelden de directe doodsoorzaak.^{19,20} Asbestose ontstaat na langdurig hoge blootstelling aan asbest. De latentietijd is sterk afhankelijk van de hoogte en duur van de asbestblootstelling. Onder isolatiewerkers werden klinische symptomen van asbestose vastgesteld bij 20% van de werkers na 10 jaar blootstelling en bij 60% na 20 jaar blootstelling.¹

In tabel 4 staat de sterfte aan asbestose (primaire doodsoorzaak) voor de periode 1970-1994. In het totaal is over deze periode van 25 jaar de asbestose 93 maal vermeld als primaire doodsoorzaak in de CBS registratie, waarvan geen enkele keer bij vrouwen. Het aantal sterftegevallen waarbij asbestose als secundaire doodsoorzaak is opgegeven lag in de afgelopen decennia een factor 2 - 3 hoger.

Het geheel ontbreken van sterfte aan asbestose onder vrouwen is een duidelijke indicatie van de geringe arbeidsparticipatie van vrouwen in beroepen met hoge asbestblootstelling.

Tabel 4 Sterfte aan asbestose in Nederland in de periode 1970-1994			
Periode	Mannen	Vrouwen	Totaal
1970-1974	11	0	11
1975-1979	20	0	20
1980-1984	18	0	18
1985-1989	19	0	19
1990-1994	25	0	25

Gezien de goede overleving van asbestose, geven de sterfte-cijfers een slechte indruk van het voorkomen van deze asbestgerelateerde ziekte in Nederland. Doordat het in Nederland echter ontbreekt aan een betrouwbare beroepsziektenregistratie en ook andere registraties (arbeidsongeschiktheidsstatistieken) geen bruikbare gegevens kunnen aandragen over het optreden van asbestose in Nederland, is de jaarlijkse sterfte aan asbestose de enige bron van informatie.

4.2 Mesotheliom

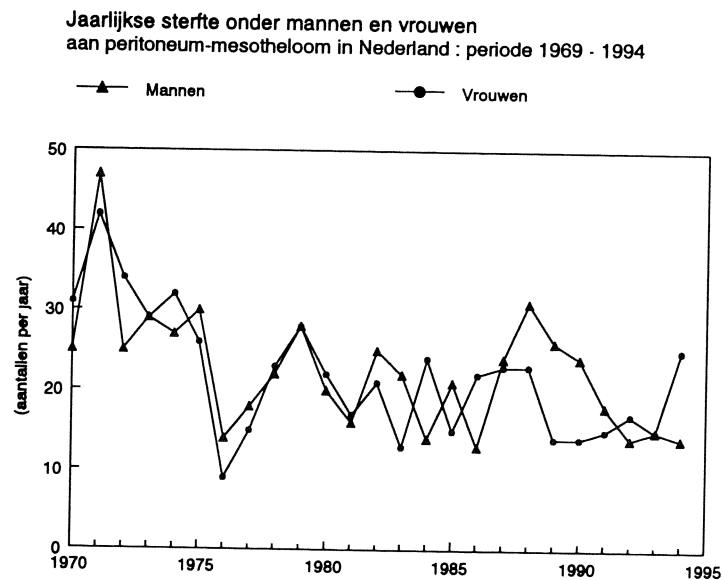
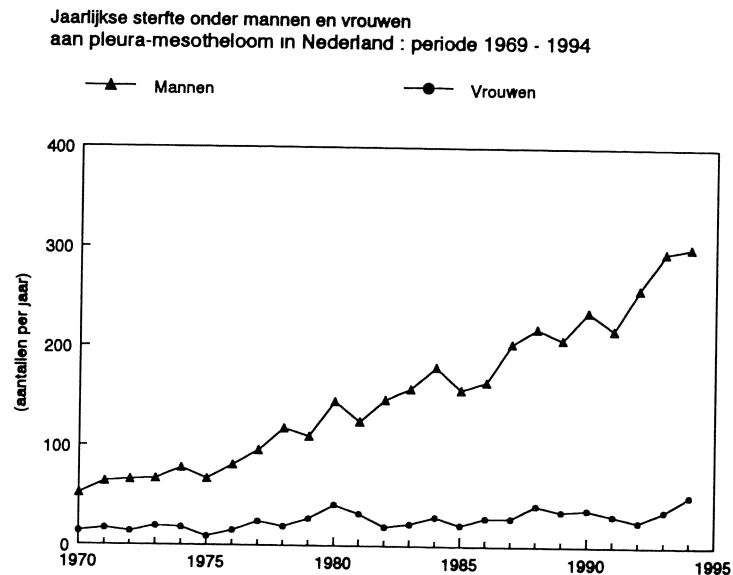
Het mesotheliom is een zeldzame kanker van het longvlies (pleuraal mesotheliom) of het buikvlies (peritoneum mesotheliom). De prognose van het mesotheliom is zeer slecht; na diagnosestelling overlijdt zo'n 80% van de patiënten binnen 12 maanden en zeer weinig patiënten overleven het tweede jaar na diagnose.^{1,19} Voor zover bekend is asbest de enige oorzaak van het optreden van mesotheliom. Het rookgedrag beïnvloedt de kans op het optreden van mesotheliom niet.

Een schatting in een recent onderzoek onder mannen presenteerde voor het pleuraal mesotheliom een attributief risico voor asbestblootstelling van 88% en voor het peritoneum mesotheliom een attributief risico van 58%. Voor vrouwen lag het attributief risico voor beide mesotheliomen gecombineerd rond de 23% maar deze schatting is vrij onnauwkeurig door de lage incidentie en lage blootstelling onder vrouwen.²² Er zijn enige aanwijzingen dat blootstelling aan crocidoliet tot een groter risico op mesotheliom leidt dan blootstelling aan chrysotiel. Er is echter onvoldoende wetenschappelijke informatie beschikbaar voor een kwantitatieve uitspraak over het verschil in carcinogene potentie tussen beide asbestsoorten op basis van humane gegevens.²³

Mesotheliom kan reeds ontstaan na kortdurende blootstelling aan asbest of regelmatige blootstelling aan relatief lage concentraties, zoals bij omwonenden van asbestfabrieken.²⁴ In verschillende landen is het optreden van mesotheliom onder familieleden van werknemers in de asbestindustrie in verband gebracht met naar huis gebrachte asbestblootstelling door verontreinigde werkkleding.²⁵ In Nederland is onlangs mesotheliom vastgesteld bij een 32-jarige man met blootstelling aan asbest via de overall van zijn vader die werkzaam was bij een asbestcementbedrijf.²⁶ De gemiddelde latentietijd tussen de eerste blootstelling aan asbest en de diagnose mesotheliom bedraagt zo'n 30-40 jaar, maar kortere en langere latentietijden zijn frequent waargenomen.^{1,19}

In figuur 3 staat de sterfte aan pleuraal mesotheliom en peritoneum mesotheliom voor de periode 1970-1994, uitgesplitst naar geslacht. Het pleuraal mesotheliom komt veel frequenter dan het peritoneum mesotheliom, in Nederland was de totale incidentie van het pleuraal mesotheliom in de afgelopen 25 jaar bijna een factor vier hoger, waarbij deze factor in de afgelopen 25 jaar sterk is toegenomen. Het pleuraal mesotheliom komt veel vaker voor onder mannen dan vrouwen, respectievelijk 85% en 15% van het totaal aantal overledenen ten gevolge van pleuraal mesotheliom in 1969-1994.

Voor het peritoneum mesotheliom zijn deze cijfers respectievelijk 49% en 51%. Het aantal sterftegevallen waarbij mesotheliom is vermeld als secundaire doodsoorzaak is verwaarloosbaar klein ($< 5\%$) ten opzichte van het aantal mesotheliomen als primaire doodsoorzaak.



Figuur 3 laat een sterke stijging zien van de sterfte aan pleuraal mesotheliomen onder mannen in de periode 1969-1994. Voor het pleuraal mesotheliom wordt de bijdrage van asbestblootstelling aan de sterfte gesteld op ruim 88%.^{19,22} Doordat het pleuraal mesotheliom snel tot de dood leidt, zijn de sterftcijfers vrijwel identiek aan de incidentie van de ziekte. Daardoor zijn de gegevens uit de Statistiek Overledenen naar Doodsoorzaken een betrouwbare schatting van het voorkomen van mesotheliom in Nederland. Door de unieke relatie met asbest weerspiegelen de sterftcijfers de blootstelling aan asbest 30 tot 40 jaar daarvoor. Onder vrouwen is slechts een geringe stijging te zien, waarschijnlijk als gevolg van de lage participatie van vrouwen in beroepen met asbestblootstelling.

De sterfte aan peritoneum mesotheliom laat geen trend in de tijd zien. Opvallend is dat de hoogste incidenties zijn gevonden in begin jaren zeventig. Deze vorm van mesotheliom treedt met name op de voorgrond in beroepen met een extreem hoge blootstelling aan asbest, bijvoorbeeld isoleerders. In diverse cohortonderzoeken onder isoleerders en scheepswerf medewerkers is een oversterfte aan peritoneum mesotheliom geconstateerd, niet zelden gepaard gaande met een eveneens verhoogd voorkomen van maag darm-kanker.^{27,28} Het lagere attributieve risico van asbest voor het peritoneum mesotheliom, de forse fluctuaties in aantallen van jaar tot jaar en de eveneens geringe jaarlijkse sterfte aan asbestose (net als peritoneum mesotheliom geassocieerd met langdurig hoge asbestblootstelling) zijn drie mogelijke verklaringen waarom voor dit type mesotheliom geen duidelijk verschil is te zien in sterfte onder mannen en vrouwen. In industrieën met een lagere asbestblootstelling treedt het pleuraal mesotheliom veel meer op de voorgrond.^{29,30} Bedacht moet worden dat deze verbanden tussen aard van de asbestblootstelling en type ziekte geen uitspraak doen over de kans dat een blootgestelde persoon aan de specifieke asbestgerelateerde ziekte zal overlijden.

4.3 Longkanker

Het bronchiaal carcinoom (longkanker) is de meest voorkomende kanker onder mannen in Westerse landen. De prognose van longkanker is iets beter dan van mesothelioom. Na het stellen van de diagnose overlijdt zo'n 60% van de patiënten binnen een jaar, 80% binnen twee jaar en 90% binnen vier jaar.³¹ Longkanker kan optreden als gevolg van asbestblootstelling, waarbij latentietijden van 20 tot 30 jaar worden aangehouden.¹⁹ Bedacht moet worden dat andere risicofactoren de sterfte aan longkanker in belangrijke mate bepalen, met name roken. De diagnose van longkanker is niet agens specifiek. Een extra complicatie in het schatten van de invloed van asbestblootstelling op de sterfte aan longkanker is dat roken en asbest een synergistische werking hebben. In de eerste grote cohortonderzoeken onder isoleerders met een hoge asbestblootstelling zijn sterke interactie-effecten gerapporteerd met relatieve risico's voor niet-rokers zonder (cq geringe) asbestblootstelling van 1 (referentie), niet-rokers met asbestblootstelling 5, rokers 11 en rokers met asbestblootstelling 53.³² In meer recente onderzoeken met veel lagere blootstellingsniveaus lijkt interactie van asbest en roken veel minder sterk aanwezig.³³ De meest recente follow-up van het cohortonderzoek onder Canadese chrysotiel mijnwerkers presenteerde relatieve risico's voor niet-rokers met asbestblootstelling van 2, voor rokers zonder asbestblootstelling 4 en rokers met asbestblootstelling 5.³⁴

4.4 Andere mogelijke asbestgerelateerde ziekten

Asbestblootstelling is in verband gebracht met een verhoogde kans op het optreden van tumoren van het maagdarmkanaal, de larynx en de pancreas.

In de eerste grote cohortonderzoeken onder isoleerders is een verhoogde sterfte aan maagdarm-kanker gerapporteerd, welke vaak samenging met een oversterfte aan peritoneum mesotheliom.^{27,28} Onder isoleerders was de oversterfte aan maag- en maagdarmkanker relatief gering (< 15%) ten opzichte van de sterfte aan pleuraal mesotheliom. In recente epidemiologische overzichten is geconstateerd dat er weinig consistente aanwijzingen zijn voor een verhoogd risico op maagdarmkanker bij werknemers met asbestblootstelling. In het overgrote deel van de cohortonderzoeken wordt geen verhoogde sterfte voor maag- en maagdarmkanker geconstateerd en ontbreekt een trend met cumulatieve asbestblootstelling, in tegenstelling tot de aanwezige dosis-respons relaties voor asbest en longkanker.^{35,36} Voor maagkanker en colonkanker lag de jaarlijkse sterfte in Nederland in de afgelopen 10 jaar op hetzelfde niveau met ongeveer 1.370 gevallen. Voor maagkanker trad een daling op en voor colonkanker lijkt er een lichte stijging te zijn opgetreden.

Een verband van asbestblootstelling met larynxtumor is alleen opgemerkt in de oudste cohortonderzoeken waarin niet is gecorrigeerd voor rookgedrag en alcohol. Recente studies geven geen aanwijzingen voor een verhoogde sterfte aan larynxkanker in beroepen met asbestblootstelling.^{37,38} In Nederland heeft de jaarlijkse sterfte aan larynxkanker de afgelopen 10 jaar rond de 180 gevallen gelegen.

5 METHODEN VOOR HET SCHATTEN VAN DE TOEKOMSTIGE STERFTE AAN ASBESTGERELATEERDE ZIEKTEN

5.1 Gebruikte sterftcijfers

In Nederland kan het tijdstip van consensus over de relatie tussen asbest en mesotheliom gelegd worden in 1969 met het verschijnen van het proefschrift van Stumphius.^{39,40} Dit tijdstip valt nagenoeg samen met de invoering van de 8e ICD revisie in 1969 waarin het pleuraal mesotheliom wordt gerangschikt onder code 163.0. Teneinde mogelijke invloeden van registratieproblemen in de jaren daarvoor te vermijden, is als startpunt in de analyse het jaar 1969 genomen. In de 9e ICD revisie in 1978 heeft de diagnose pleuraal mesotheliom de zelfstandige code 163 gekregen. De cijfers over de sterfte aan pleuraal mesotheliom zijn afkomstig van de statistiek Overledenen naar Doodsoorzaak (voor de periode 1969-1978 ICD8-163.0, voor de periode 1979-1994 ICD9-163).⁴¹ Voor de sterfte aan het peritoneum mesotheliom is voor de gehele periode 1969-1994 de ICD-code 158 van toepassing. Voor de sterfte aan asbestose gelden ICD8-515.2 (1969-1978) en ICD9-501 (1979-1994).

5.2 Uitgangspunten voor de schattingen

Het algemene uitgangspunt voor de schatting van de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten is dat het optreden van het pleuraal mesotheliom nauw is geassocieerd met blootstelling aan asbest. Daardoor zal de asbestblootstelling in het verleden de toekomstige sterfte aan het pleuraal mesotheliom bepalen.

Door de slechte prognose van het pleuraal mesotheliom geldt bovendien dat de incidentie van ziektegevallen en sterftegevallen nagenoeg gelijk zal zijn, waardoor de sterftecijfers kunnen worden gebruikt om het optreden van de ziekte weer te geven. Het geringe aantal pleuraal mesotheliomen onder vrouwen en de geringe stijging in jaarlijkse incidentie onder vrouwen maken het onmogelijk deze gegevens te gebruiken voor een schatting van de toekomstige sterfte aan het pleuraal mesotheliom onder vrouwen. Door het ontbreken van een trend in de incidentie van het peritoneum mesotheliom in de afgelopen 25 jaar en de nagenoeg gelijke verhoudingscijfers tussen mannen en vrouwen gedurende de gehele periode 1969-1994, is het peritoneum mesotheliom verder buiten beschouwing gelaten.

Voor longkanker is het uitgangspunt gehanteerd dat de door asbest veroorzaakte oversterfte wordt uitgedrukt in verhouding tot de sterfte aan het pleuraal mesotheliom. Doordat andere risicofactoren een grotere invloed hebben op de jaarlijkse sterfte aan longkanker, is het niet mogelijk in de beschikbare tijd voor deze analyse de specifieke bijdrage van asbest in relatie tot deze risicofactoren te berekenen. Doll en Peto geven aan dat de verhouding asbestgerelateerde longkanker en mesotheliom ligt tussen 10:1 en 1:1, afhankelijk van het blootstellingsprofiel.⁴² In tabel 5 staat een overzicht van de bekendere cohortonderzoeken in verschillende beroepsgroepen. In de beroepsgroepen met hoge asbestblootstellingen bleek de longkankeroversterfte een factor 2,7 tot 13,7 hoger te zijn dan de sterfte aan pleuraal mesotheliom.^{28,43-46} In de beroepsgroepen met relatief lage blootstelling lag het verhoudingscijfer tussen de 0,5 en 1,6, met een gewogen gemiddelde rond de 1.^{29,30,47} Voor de conservatieve schatting van het aantal asbestgerelateerde longkankers zal een factor 1 worden gehanteerd, hoewel in specifieke beroepsgroepen deze factor veeleer 2 of nog hoger zal bedragen.

Tabel 5 Overzicht van oversterfte aan longkanker en mesothelioom in een aantal bekende cohortonderzoeken

Ref	Beroepsgroep	Follow-up	Mesothelioom			Longkanker oversterfte	Ratio L/M ¹
			Pleuraal	totaal	Peritoneum		
28	17.800 isoleerders	1943-1976	63	175	112	380	6,0
43	1.247 textielwerkers	1965-1990	-	3	-	41	13,7
44	5.335 mijnwerkers	1976-1988	-	25	-	91	3,6
45	4.600 frictie/isolatie	1933-1975	19	46	27	60	3,2
46	679 textielwerkers	1933-1974	10	10	0	27	2,7
29	9.104 frictiemateriaal	1941-1986	11	13	2	6	0,5
30	3.341 asbestcementwerkers	1955-1991	5	5	0	6	1,2
47	328 asbestcementwerkers	1948-1980	-	10	-	16	1,6

¹ Verhouding longkanker/pleuraal mesothelioom (indien bekend)

Voor asbestose is geen specifiek schattingsmodel op te stellen omdat de zeer lage sterfte aan deze doodsoorzaak geen uitspraak toelaten over het sterfteverloop in relatie tot de historische asbestblootstelling. Andere informatiebronnen voor de landelijke incidentie van asbestose in Nederland zijn afwezig.

5.3 Drie schattingsmethoden

Voor het voorspellen van de toekomstige sterfte aan asbestgerelateerde ziekten zijn drie verschillende methoden op hun bruikbaarheid onderzocht. In elke methode is een risico-model opgesteld dat is gebaseerd op de trends in de sterfte aan pleuraal mesothelioom in de periode 1969-1994, gestratificeerd naar vijfjaars-leeftijdsgroepen. Het risico-model wordt vervolgens gebruikt om een voorspelling te maken van de toekomstige trends in sterfte aan asbestgerelateerde ziekten.

In de eerste methode, een cohort-leeftijd model, worden voor de onderscheiden geboortecohorten de leeftijdspecifieke sterftecijfers aan pleuraal mesotheliom gekoppeld aan de te verwachten demografische ontwikkeling van de Nederlandse bevolking. In deze benadering wordt dus geen gebruik gemaakt van gegevens over asbestblootstelling in specifieke beroepen. In het tweede model, de 'invoer-asbest-variant', wordt het gebruik van asbest in Nederland gekoppeld aan de sterfte aan pleuraal mesotheliom 30-40 jaar later op basis van de veronderstelling dat de jaarlijkse invoer aan ruwe asbestvezels een redelijke benadering geeft van de omvang van de beroepsbevolking met asbestblootstelling zonder deze omvang in getal te kunnen uitdrukken. In de derde methode, het 'risicopopulatie'-model, wordt een gedetailleerde schatting van de omvang van beroepsgroepen en daarin blootgestelde personen gemaakt. Vervolgens wordt gepoogd een cohort-leeftijd model op te stellen voor de sterfte in de beroepsbevolking in de tijd.

5.4 Het cohort-leeftijd model

Dit model is gebaseerd op de veronderstelling dat de sterfte aan het pleuraal mesotheliom als gevolg van asbestblootstelling in de bevolking het beste kan worden beschreven door de asbestblootstelling in de opeenvolgende geboortecohorten. De rationale hiervoor is dat door de lange latentietijd van mesotheliom een periode effect (een effect van een bepaalde tijdsperiode) begint te lijken op een cohort effect (een effect van een bepaald geboortecohort). Bovendien is de leeftijd op het eerste moment van asbestblootstelling sterk bepalend voor het risico. Het is aannemelijk dat een belangrijk deel van de blootgestelde beroepsbevolking reeds is blootgesteld op jonge leeftijd. Met deze vooronderstellingen wordt het effect van blootstelling het beste beschreven door een cohort-leeftijd model. Deze methode is analoog aan de modelbenadering van Peto en collega's.⁴⁸

Het op te lossen probleem is dan dat van de opeenvolgende cohorten slechts een beperkt deel van de totale leeftijdspecifieke sterftecurve kan worden waargenomen, en dat voor de toekomstige mesotheliomsterfte de waarnemingen bij de jongere cohorten (en dus voor jongere leeftijden) naar oudere leeftijd moeten worden geëxtrapoleerd. De basisaanname is dat de *verhouding* tussen de sterftecijfers op verschillende leeftijden voor alle cohorten hetzelfde is, ongeacht het niveau van die sterftecijfers. Als dus de sterfte aan mesotheliom op leeftijd 70 voor het cohort 1920 1,9 maal zo hoog is als die op leeftijd 65 (waargenomen) veronderstellen wij dat voor cohort 1930 (en alle andere cohorten) hetzelfde geldt, ook al is de sterfte van cohort 1930 op leeftijd 65 op een hoger niveau dan die van cohort 1920.

Op basis hiervan kan dan het cohort-leeftijd model worden gedefinieerd als:

$$g^c(a) = R^c \cdot f(a)$$

waar a = leeftijd, c = cohort, $g^c(a)$ = cohort- en leeftijdspecifieke sterfte, R^c = cohortspecifiek relatief risico, en $f(a)$ = leeftijdspecifieke verhoudingscijfers. Deze leeftijdspecifieke verhoudingscijfers zijn als volgt afgeleid:

$$f(a) = \prod_{\alpha=25}^{a-1} f(\alpha) \cdot \frac{\sum_c M^c(a)}{\sum_c M^c(a-1)}$$

waarin voor alle leeftijden boven de 25 jaar ($a > 25$) voor de onderscheiden geboortecohorten (c) de leeftijdspecifieke verhoudingscijfers ($f(a)$) worden berekend op basis van het verschil in de waargenomen sterftecijfers per cohort en leeftijdsgroep van een jaar ($M^c(a)$).

Via een kleinste kwadraten methode is voor ieder cohort vervolgens een relatief risico geschat zodanig dat $g^{\circ}(a)$ het voor dat cohort beschikbare deel van de leeftijdspecifieke sterftecijfers beschrijft. Voordeel van deze methode is dat gebruik wordt gemaakt van de sterfte ervaring van de gehele Nederlandse bevolking en dat derhalve wordt uitgegaan van relatief stabiele incidentiecijfers voor het optreden van pleuraal mesothelioom. Het cohort-leeftijd model wordt gebruikt om de de sterfte aan pleuraal mesothelioom te berekenen in een bepaald jaar, als combinatie van de leeftijdspecifieke sterftecijfers, het relatieve risico per cohort, en de onderscheiden cohorten.

De waargenomen cohort- en leeftijdspecifieke sterftecijfers zijn afgeleid uit de jaarlijkse leeftijdspecifieke sterfte in de periode 1969-1993, waarbij de vijfjaars-leeftijdsgroepen zijn geïnterpoleerd tot eenjaarsgroepen. De geschatte cohortspecifieke sterftecijfers zijn weer omgezet in jaarlijkse leeftijdspecifieke sterftecijfers voor de periode 1995-2030, en die zijn tenslotte vermenigvuldigd met de CBS middenvariant bevolkingsprognose uit 1995 om aantallen sterfgevallen te verkrijgen.⁴⁹ Deze bevolkingsprognose bevat de demografische ontwikkeling die het meest waarschijnlijk wordt geacht in Nederland.

5.5 Het ‘invoer-asbest’ model

In dit model wordt de invoer van asbestvezels en asbesthoudende producten in de periode 1930-1965 gebruikt om een model op te stellen dat de sterfte aan pleuraal mesothelioom in de periode 1970-1994 kan reconstrueren. Dit model negeert effecten van cohort en leeftijd en is dus een puur periode model; de asbestblootstelling in een bepaald jaar in het verleden wordt gehanteerd om de toekomstige sterfte in een bepaald jaar te voorspellen. Als uitgangspunt wordt een gemiddelde latentietijd van 35 jaar gehanteerd tussen asbestblootstelling en sterfte aan pleuraal mesothelioom.

Het model wordt opgesteld door een tijdreeks-analyse met behulp van lineaire regressie. De cijfers over de invoer van ruwe asbest en asbesthoudende producten zijn afkomstig uit verschillende bronnen.^{4,5}

Er zijn twee modellen getoetst. In het eerste model is de invoer van ruwe asbest als voorspeller voor de toekomstige sterfte aan mesotheliom gebruikt. In het tweede model is de totale invoer aan asbestvezels als voorspeller gebruikt, waarbij de invoer van asbesthoudende producten is teruggerekend naar de hoeveelheid asbestvezels. Voor asbestcement-producten is een gehalte van 11% asbestvezels aangehouden, voor de overige producten een gehalte van 40%. Voor de periode 1990-1994 is de invoer van asbestcementproducten gecorrigeerd voor de opkomst van cellulose als asbestvervanger door elk jaar 20% extra van de de invoer als asbestvrij te beschouwen.

Bij toepassing van het 'invoer-asbest' model leverde de tijdreeksanalyse middels lineaire regressie onoverkomenlijke statistische problemen op. Het opgestelde model bevat een grote foutenterm waarbij de residuale waarden niet normaal verdeeld zijn. Het model kan het grootste deel van de sterfte aan pleuraal mesotheliom niet verklaren; de specifieke blootstelling aan asbest in een bepaald jaar is daarmee dus geen voorspeller voor de specifieke sterfte aan pleuraal mesotheliom 35 jaar later. Door de statistische problemen wordt niet voldaan aan een cruciale aanname voor gebruik van dit model. Door een autocorrelatieterm in het model te brengen kan de invloed van een niet-normaal verdeelde foutenterm worden teruggedrongen. De geschatte autocorrelatieterm bedroeg 0.89 waarmee het aantal mesotheliomen in één bepaald jaar grotendeels wordt verklaard door het aantal mesotheliomen in het voorafgaande jaar. Dit model is daardoor niet geschikt voor het voorspellen van de toekomstige sterfte aan pleuraal mesotheliom als gevolg van asbestblootstelling in het verleden.

5.6 Het ‘risicopopulatie’ model

In dit model wordt de bekende sterfte aan pleuraal mesotheliom afgezet tegen de ontwikkeling van de beroepsbevolking met asbestblootstelling. In zijn eenvoudigste toepassing is dit model een puur periode model; de omvang van de risicopopulatie in een bepaald jaar in het verleden wordt gehanteerd om de sterfte in een bepaald jaar in de toekomst te voorspellen. Er is een schatting gemaakt van de omvang van de belangrijkste bedrijfssectoren met asbestblootstelling, de fractie blootgestelde werkers per sector en de in- en uitstroom uit de sector (zie paragraaf 5.7).

Er is geen voorspelling gemaakt met het risicopopulatiemodel. In de beschikbare 25 dagen voor dit onderzoek bleek het niet mogelijk voldoende gedetailleerde gegevens te verzamelen om een schatting te maken van de beroepsmatige blootgestelde bevolking in Nederland zonder zeer grote foutenmarges aan te houden. Gedetailleerd literatuuronderzoek voor elke relevante beroepsgroep cq bedrijfstak is noodzakelijk om tot een betere inschatting te komen van de ontwikkeling in de risicopopulatie in de afgelopen 50 jaar. In de volgende paragraaf wordt een schatting gepresenteerd van de beroepsbevolking met relevante asbestblootstelling, waarbij is gekozen voor een minimale en een maximale schatting.

5.7 Omvang van de beroepsbevolking met relevante asbestblootstelling

De beschrijving van de historische ontwikkeling van de asbestindustrie in hoofdstuk 3 vormde het algemene uitgangspunt van de schatting van de blootgestelde beroepsbevolking in de primaire en secundaire asbestindustrie in Nederland, respectievelijk zo’n 10.000 en 330.000 personen.

Een andere wijze om de omvang van de blootgestelde beroepsbevolking te schatten, is het gebruik maken van een aantal specifieke bronnen over de historische omvang van beroepsgroepen en bedrijfstakken, zoals de Volkstellingen 1947, 1960 en 1971, de Arbeidskrachtentelling 1981 en de Statistiek Werkzame Personen 1990. In bijlage 1 is voor de diverse bedrijfstakken het aantal werknemers in verschillende perioden vermeld alsmede een tweetal schattingen van het aantal blootgestelde werknemers per bedrijfstak. De hoogste schatting is afkomstig uit Amerikaanse onderzoeken naar de risicopopulatie voor asbestblootstelling.^{50,51} In deze onderzoeken is iedere werknemer die in contact is geweest met asbest tot de blootgestelde populatie gerekend. Daarmee levert deze methode een indruk op van het maximale aantal personen met asbestblootstelling. Voor een aantal bedrijfstakken (scheepsbouw, electrotechnische installatie, garage's) is redelijk bekend welk percentage van de werknemers in aanraking is gekomen met asbest. Voor diverse bedrijfstakken is aangenomen dat met name onderhoudspersoneel is blootgesteld aan asbest door het be- en verwerken van isolatiemateriaal en pakkingen. De laagste schatting van de proportie blootgesteld in de diverse bedrijfstakken is gebaseerd op zelf-gerapporteerde blootstelling aan asbest in 1960 en 1977 onder werkende mannen in een cohort van de Zutphense bevolking.^{52,53} Hierdoor treedt waarschijnlijk een selectie op van werknemers met regelmatige blootstelling aan asbest gedurende enkele jaren waardoor deze schatting een indruk geeft van het minimale aantal personen met relevante asbestblootstelling.

In de Arbeidskrachtentelling 1981 worden in- en uitstroomcijfers voor verschillende bedrijfstakken gepresenteerd. Voor de totale Nederlandse beroepsbevolking was in 1981 de nieuwe instroom 3,8%, de instroom uit een andere bedrijfstak 2,3% en de uitstroom uit het beroep 5,2%. Voor 1991 lagen deze cijfers in dezelfde orde van grootte. Op basis van deze gegevens is de aanname gebruikt dat in beroepen met asbestblootstelling de beroepsgroep zich in de laatste twee decennia elke 10 jaar geheel heeft vernieuwd.

Voor de periode 1946-1975 is dezelfde aanname gehanteerd, bij gebrek aan informatie over de jaarlijkse in- en uitstroom van werknemers in deze beroepsgroepen. Op basis van schaarse informatie op bedrijfstakniveau over de verdeling van dienstjaren in dezelfde bedrijfstak lijkt het een conservatieve aanname dat de bedrijfspopulatie zich gemiddeld elke tien jaar heeft vervangen. Op basis van deze aannamen kunnen de gegevens over de grootte van de bedrijfstakken per decennium worden beschouwd als schatting van de nieuw blootgestelden in dat decennium.

Tabel 6 Overzicht van de totale risicopopulatie voor asbestblootstelling in de periode 1945-1995 volgens een conservatieve schatting en een maximale schatting				
Periode	Risicopopulatie maximale schatting	Cumulatieve risicopopulatie	Risicopopulatie conservatieve schatting	Cumulatieve risicopopulatie
1946-1955	290.000	290.000	75.000	75.000
1956-1965	505.000	795.000	100.000	175.000
1966-1975	400.000	1.195.000	95.000	270.000
1976-1985	260.000	1.455.000	80.000	350.000
1986-1995	150.000	1.605.000	30.000	380.000

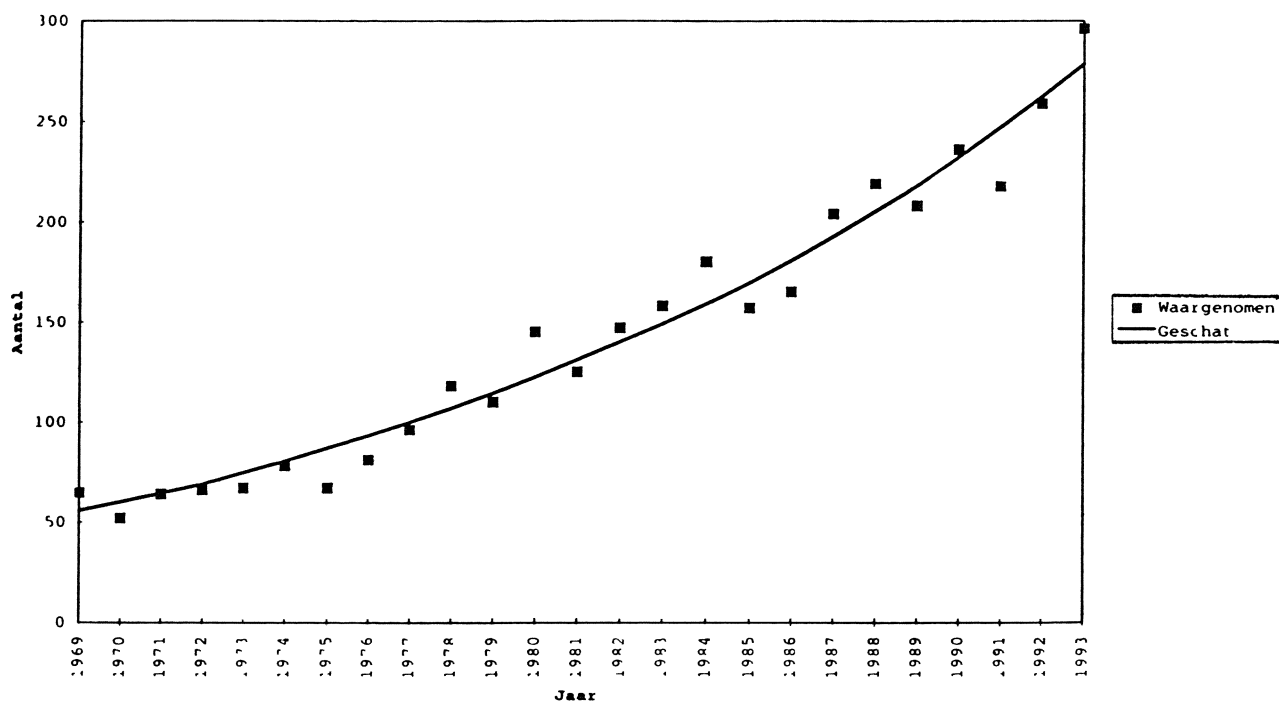
De conservatieve schatting van 380.000 blootgestelde werknemers in de Nederlandse industrie komt goed overeen met het geschatte aantal van 340.000 werknemers in de primaire en secundaire asbestindustrie (zie hoofdstuk 3). De maximale schatting resulteert in een 4,5 maal zo hoge risicopopulatie voor asbest. Het grote verschil tussen de conservatieve schatting en de maximale schatting wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door een andere inschatting van de blootgestelde populatie in de bouw en een andere definitie van blootgestelde personen.

6 ASBESTGERELATEERDE STERFTE IN NEDERLAND IN DE PERIODE 1996-2030

6.1 Pleuraal mesotheliom

In figuur 4 is de geschatte sterfte volgens het cohort-leeftijd model uitgezet tegen de waargenomen sterfte aan pleuraal mesotheliom in de periode 1969-1993. Deze figuur laat zien dat het model in hoge mate in staat is de werkelijke sterfte te voorspellen. De waargenomen sterfte vertoont slechts geringe fluctuaties rond de geschatte sterfte op basis van het opgestelde model.

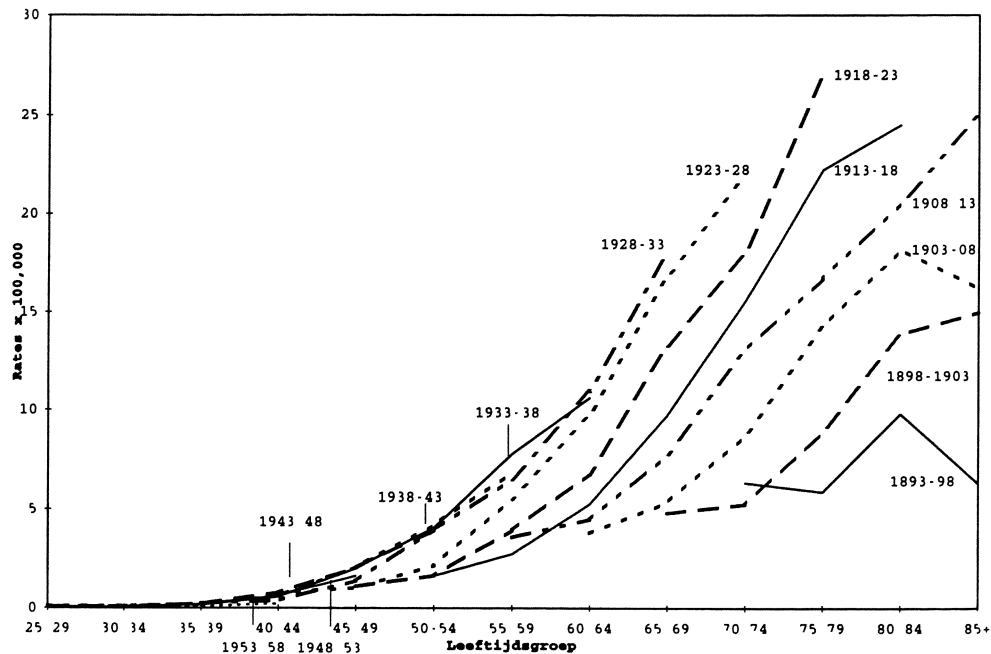
Figuur 4 De waargenomen sterfte aan pleuraal mesotheliom onder mannen in Nederland en de voorspelde sterfte op basis van het opgestelde cohort-leeftijd model



In figuur 5 worden de waargenomen leeftijdspecifieke sterftecijfers (in aantal overledenen per 100.000) voor de opeenvolgende geboortecohorten gepresenteert. In deze figuur blijkt dat voor de geboortecohorten vanaf 1893-1898 tot en met 1933-1938 de leeftijdspecifieke sterfte aan pleuraal mesotheliom sterk gestegen is met leeftijd en cohort. Nagenoeg elke leeftijdsgroep in een jonger geboortecohort laat een hogere sterfte zien dan het voorafgaande geboortecohort. In het cohort-leeftijd model komt dit effect tot uitdrukking in een hoger cohortspecifiek relatief risico. De patronen van leeftijdspecifieke sterftecijfers per geboortecohort lopen nagenoeg evenwijdig, hetgeen een ondersteuning oplevert van de toepassing van vaste verhoudingscijfers tussen de sterfte op bepaalde leeftijden.

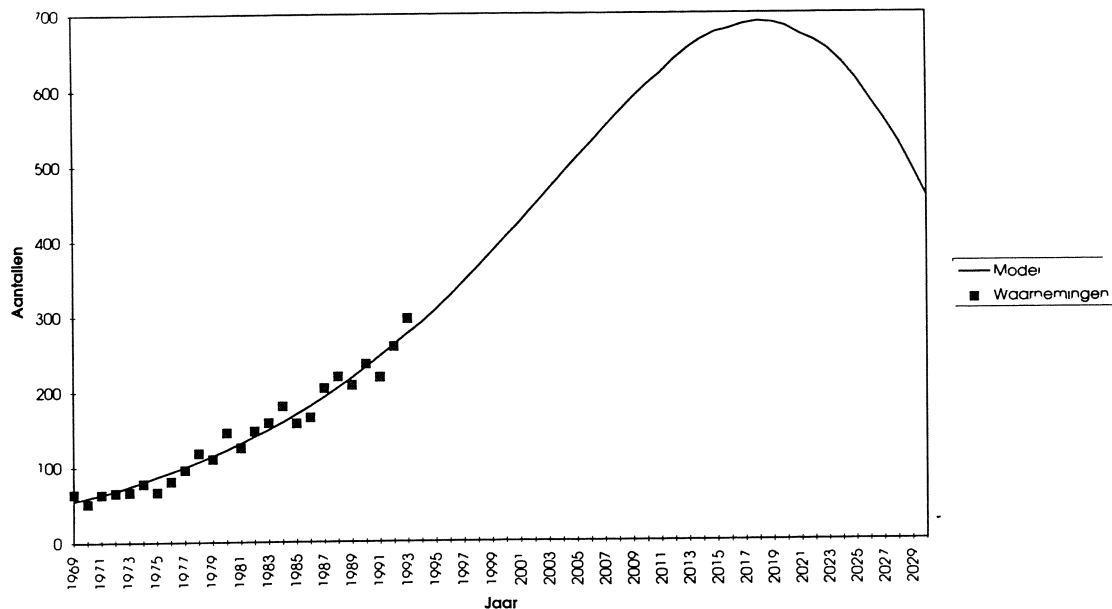
Het sterkste cohort effect op de sterfte aan pleuraal mesotheliom is aanwezig voor het geboortecohort 1943-1948, hetgeen ook is waargenomen in de analyse van de mesotheliom sterfte in Groot-Brittannië.⁴⁸ Dit geboortecohort is met name blootgesteld aan asbest gedurende de jaren zestig. De geboortecohorten 1933-1938 en 1938-1943 hebben een relatief risico dat vergelijkbaar is met het relatieve risico van het geboortecohort 1943-1948. De twee geboortecohorten na 1948 hebben, gebaseerd op de waargenomen sterfte tot 1994, een lager relatief risico dan het geboortecohort 1943-1948. Voor het geboortecohort 1948-1953 is het relatieve risico 22% gedaald en voor het geboortecohort 1953-1958 73%. Dit betekent dat naar verwachting in deze jongste geboortecohorten de toekomstige sterfte aan pleuraal mesotheliom lager zal zijn dan in de geboortecohorten in de periode 1933-1948.

Figuur 5 De waargenomen leeftijdspecifieke sterfte aan pleuraal mesotheliom voor de opeenvolgende geboortecohorten vanaf 1893 tot en met 1958



Op basis van het opgestelde cohort-leeftijd model is een extrapolatie gemaakt van het jaarlijks te verwachten aantal pleuraal mesotheliomen voor de periode 1995-2030. Zoals uit figuur 6 blijkt, zal de jaarlijkse sterfte toenemen en een piek bereiken in de periode 2015-2021. Als hoogste sterfte worden 688 pleuraal mesotheliomen voorspeld in het jaar 2018. Daarna neemt de jaarlijkse sterfte snel af tot een niveau van 457 gevallen in het jaar 2030. De beschikbare gegevens laten een voorspelling over een langere periode niet toe, maar het ligt in de verwachting dat de snelle daling zich zal voortzetten na 2030.

Figuur 6 De waargenomen en geschatte sterfte aan pleuraal mesotheliom onder mannen in Nederland in de periode 1969-2030



6.2 Asbestgerelateerde ziekten

Uitgaande van de toekomstige sterfte aan pleuraal mesotheliom is voor de periode 1996-2030 een schatting gemaakt van het aantal asbestgerelateerde ziekten onder Nederlandse mannen (zie tabel 7). Voor pleuraal mesotheliom worden ruim 19.000 gevallen in de komende 35 jaar verwacht. Eenzelfde aantal van ruim 19.000 gevallen wordt geschat voor asbestgerelateerde longkankers, uitgaande van een vaste verhouding 1:1 voor longkanker en pleuraal mesotheliom gedurende deze gehele periode. Voor het peritoneum mesotheliom is de gemiddelde sterfte in de afgelopen 25 jaar doorgetrokken voor de komende 35 jaar.

De cijfers over asbestose als primaire doodsoorzaak geven weinig inzicht in het voorkomen van asbestose in Nederland. De incidentie van asbestose als secundaire doodsoorzaak lag in de afgelopen decennia een factor 2 - 3 hoger. Voor de schatting van het aantal asbestose gevallen in de komende 20 jaar is als uitgangspunt genomen het gemiddelde aantal sterfgevallen in de afgelopen 25 jaar waarbij asbestose een rol heeft gespeeld. Daarna zal het voorkomen van asbestose snel dalen ten gevolge van de lagere blootstelling aan asbest in de Nederlandse industrie vanaf medio jaren zeventig.

Tabel 7 laat zien dat naar verwachting in de komende 35 jaar zo'n 40.000 asbestgerelateerde ziekten onder mannen in Nederland zullen optreden. Hiervan is 48,6% pleuraal mesothelioom, eveneens 48,6% asbestgerelateerde longkanker, 1,8% peritoneum mesothelioom en 1% asbestose. Voor asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen in Nederland is geen voorspelling gemaakt. Het ontbreken van een duidelijke trend in de sterfte aan pleuraal mesothelioom onder vrouwen, de zeer geringe participatie van vrouwen in beroepen met asbestblootstelling en het ontbreken van sterfte aan asbestose onder vrouwen geven sterke aanwijzingen dat het voorkomen van asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen van beperkte omvang zal zijn in de komende 35 jaar.

Tabel 7 Schatting van het aantal asbestgerelateerde ziekten onder Nederlandse mannen in de periode 1996-2030				
Periode	Pleuraal Mesothelioom ¹	Peritoneum Mesothelioom ²	Longkanker ³	Asbestose ⁴
1996-2000	1.822	105	1.822	80
2001-2005	2.334	105	2.334	80
2006-2010	2.839	105	2.839	80
2011-2015	3.252	105	3.252	80
2016-2020	3.421	105	3.421	40
2021-2025	3.235	105	3.235	10
2026-2030	2.628	105	2.628	0
Totaal	19.531	735	19.531	410
¹ Exacte berekening op basis van het opgestelde cohort-leeftijd model ² Schatting op basis van het doortrekken van de huidige sterfte ³ Schatting op basis van een vaste verhouding van 1:1 voor pleuraal mesothelioom en asbestgerelateerde longkanker ⁴ Schatting op basis van het doortrekken van het huidige aantal sterftegevallen waarin asbestose een rol speelt (primaire of secundaire doodsoorzaak)				

7 DISCUSSIE

De voorspelling van het toekomstige aantal pleuraal mesotheliomen

In eerdere publicaties zijn voorspellingen gedaan over het aantal slachtoffers in de toekomst door asbestblootstelling in het verleden. In 1989 stelden Burdorf en collega's dat de komende 20 jaar gemiddeld een jaarlijkse sterfte van 600 asbestgerelateerde kankers was te verwachten. In de voorspelling was voor mesotheliom en longkanker een verhouding 1:1 genomen.⁵⁴ Twee jaar later publiceerde Meijers en collega's de analyse dat de piek in de mesotheliom-sterfte zou optreden in het jaar 2010 met 397 pleuraal mesotheliomen onder mannen en 48 onder vrouwen.⁵⁵

Er zijn twee redenen waarom beide schattingen op lagere aantallen uitkomen dan de voorspelling in dit rapport. Ten eerste, de oude schattingen baseerden de toekomstige sterfte aan mesotheliom op het toenmalige niveau van ruim 200 pleuraal mesotheliomen per jaar. In de afgelopen vijf jaar is de jaarlijkse sterfte aan pleuraal mesotheliom echter gestegen tot 301 gevallen onder mannen in 1994. Ten tweede, beide schattingen hanteerden een lineaire groei in het aantal mesotheliomen waarbij geen rekening werd gehouden met de leeftijdsverdeling in verschillende geboortecohorten, verschillen in risico's tussen deze geboortecohorten en de toekomstige demografische ontwikkeling.

In de nu gepresenteerde schatting wordt op basis van de huidige sterftepatronen in geboortecohorten geschat dat de piek in pleuraal mesotheliom sterfte zal optreden rond 2018 met een aantal van 688 gevallen. Gezien de slechte prognose van deze ziekte is de jaarlijkse sterfte nagenoeg gelijk aan de incidentie van de ziekte.

De toekomstige sterfte is redelijk betrouwbaar te schatten tot 2020, daarna is de voorspelling in toenemende mate onbetrouwbaar door het kleinere aantal sterftegevallen op jonge leeftijd in de meest recente geboortecohorten. Gezien de lage ‘natuurlijke’ incidentie van het pleuraal mesotheliom zal het aantal pleuraal mesotheliomen dat als gevolg van blootstelling aan asbest optreedt, nagenoeg gelijk zijn aan het totaal aantal voorspelde pleuraal mesotheliomen in de periode 1996-2030. In de voorspelling is alleen rekening gehouden met de te verwachten sterfte onder mannen. Voor het vrouwelijke deel van de bevolking is geen voorspelling gedaan. De beschikbare gegevens over sterfte aan pleuraal mesotheliom onder vrouwen in de periode 1969-1994 laat een geringe stijging zien die zich door de kleine aantallen moeilijk laat interpreteren. De slechts geringe stijging in sterfte aan pleuraal mesotheliom onder vrouwen is niet verwonderlijk gezien de lage participatie van vrouwen in de beroepsgroepen met asbestblootstelling. In de komende 35 jaar is zeker een aantal pleuraal mesotheliomen te verwachten onder vrouwen als gevolg van asbestblootstelling in beroep of thuis, maar dit aantal is te verwaarlozen klein ten opzichte van de sterfte onder mannen.

De voorspelling van het toekomstige aantal peritoneum mesotheliomen

Voor het peritoneum mesotheliom is geen trend in de tijd geconstateerd, zowel onder mannen als vrouwen. Deze vorm van mesotheliom treedt op de voorgrond in beroepen met een hoge blootstelling. De risicopopulatie met deze blootstelling is in Nederland van beperkte omvang geweest, hetgeen is aangegeven in paragraaf 3. Het peritoneum mesotheliom zal evenals de asbestose vooral optreden onder werknemers in de primaire asbestindustrie, met name bij werknemers in de isolatie (scheepstimmerman, pijpfitter, isoleerder, ovenbouwer) en in mindere mate bij werknemers in asbestcementbedrijven en de vloerbedekkingsindustrie. De voorspelling van ruim 700 gevallen van peritoneum mesotheliom in de periode 1996-2030 is gebaseerd op het doortrekken van het huidige aantal sterftegevallen. Gezien

de relatie van het peritoneum mesotheloom met hoge asbestblootstelling zal deze methode zeer waarschijnlijk resulteren in een overschatting van het aantal peritoneum mesotheliomen na 2015.

De voorspelling van het toekomstige aantal asbestose gevallen

De schatting van het toekomstige aantal asbestose gevallen is gebaseerd op het doortrekken van het aantal sterfgevallen waarin asbestose een primaire of secundaire oorzaak is geweest.

Het is aannemelijk dat, gezien de goede overleving van asbestose, deze sterfte-cijfers een onderschatting zijn van het voorkomen van asbestose in Nederland. Doordat het in Nederland echter ontbreekt aan een betrouwbare beroepsziektenregistratie en ook andere registraties (arbeidsongeschiktheidsstatistieken) geen bruikbare gegevens kunnen aandragen over het optreden van asbestose in Nederland, is de jaarlijkse sterfte aan asbestose de enige bron van informatie.

Het voorkomen van asbestose zal mede bepaald worden door de definitie van de diagnose van de ziekte. Indien ruime insluitingscriteria worden gehanteerd zodat ook vroege stadia van asbestose tot de diagnose asbestose leiden, zal het aantal te verwachten asbestose gevallen zeker hoger zijn dan de geschatte 80 gevallen per vijf jaar. Zonder gedetailleerd epidemiologisch onderzoek is het niet mogelijk om de invloed van een dergelijk effect in maat en getal uit te drukken.

De asbestose zal vooral optreden onder werknemers met een hoge blootstelling aan asbest, met name te verwachten in de primaire asbestindustrie, de scheepsbouw en het isolatiewerk. De op dit moment beschikbare gegevens over asbestgerelateerde ziekten van werknemers die een schadeclaim procedure zijn gestart, laten zien dat asbestose nagenoeg alleen voorkomt bij voormalige werknemers van scheepswerven (9 gevallen), isolatiebedrijven (20 gevallen) en electrotechnische installatiebedrijven (3 gevallen). Op het totaal van 350 werknemers met een gediagnosticeerde asbestziekte, komt de diagnose asbestose bij 9% voor.⁵⁶

Naar verwachting zal de asbestose verantwoordelijk zijn voor slechts een klein deel van de totale omvang aan asbestgerelateerde ziekten in de komende 35 jaar.

Het voorspellen van de toekomstige sterfte aan asbestgerelateerde longkanker

De voorspelling van het aantal asbestgerelateerde longtumoren in de komende 35 jaar is met veel onzekerheden omgeven. Er is een vaste verhouding van oversterfte aan longkanker en pleuraal mesothelioom gehanteerd. Het is bekend dat het incidentiepatroon van longkankers veel meer dan bij het pleuraal mesothelioom wordt bepaald door de cumulatieve blootstelling aan asbest.^{57,58} Het verhoudingscijfer is afgeleid uit onderzoek dat betrekking heeft op de sterfte onder werknemers met asbestblootstelling in de periode 1940-1960. Door betere arbeidsomstandigheden vanaf het begin van de jaren zeventig zal de cumulatieve blootstelling aan asbest zijn gedaald waardoor er minder oversterfte aan longkanker optreedt. Dit zal resulteren in een lagere verhouding longkankeroversterfte/pleuraal mesothelioom voor de jongste geboortecohorten. Het aantal asbestgerelateerde longkankers na het jaar 2010 zal dan lager zijn dan in de schatting in tabel 7 is gepresenteerd.

Aan de andere kant wordt door sommige auteurs gesteld dat een verhoudingscijfer van 2 tot 3 een betere weergave is van de werkelijkheid.^{50,51} Op basis van deze redenering zal de schatting van het aantal asbestgerelateerde longkankers te laag zijn uitgevallen. De schatting van het aantal asbestgerelateerde longkankers wordt ook onzeker door de grote (onzekere) invloed van roken als synergistische co-factor.

Het voorspellen van toekomstige sterfte aan andere asbestgerelateerde ziekten

Voor andere mogelijk asbest-gerelateerde ziekten is geen voorspelling gedaan. Het belangrijkste argument is dat voldoende wetenschappelijk bewijs ontbreekt om een duidelijk oordeel te vormen over het attributieve risico van asbestblootstelling voor het optreden van kanker van maag, maagdarms en larynx.

De jaarlijkse sterfte aan maag- en maagdarmkanker ligt ruim boven de 1.000 personen waardoor een gering attributief risico van asbestblootstelling in principe kan leiden tot enkele tientallen asbestgerelateerde gevallen per jaar. Voor een beter inzicht in de mogelijke bijdrage van maag- en maagdarmkanker in de sterfte aan asbestgerelateerde ziekten is aanvullend onderzoek noodzakelijk. Voor larynxkanker kan op grond van de huidige sterftcijfers worden aangenomen dat een bijdrage van asbestblootstelling aan het voorkomen van deze kanker de schatting van het totale aantal asbestgerelateerde ziekten nauwelijks zal beïnvloeden. In Duitsland is recentelijk de keelkanker als beroepsziekte ten gevolge van asbestblootstelling erkend. De beroepsziekte wordt alleen als zodanig erkend indien de keelkanker optreedt gezamenlijk met asbestose of pleura-mesothelioom. Daarmee wordt het voorkomen van deze beroepsziekte geheel bepaald door het voorkomen van asbestose en/of mesothelioom.

Onzekerheden in de voorspelling middels het cohort-leeftijd model

De gepresenteerde voorspelling kent een aantal onzekerheden. Het cohort-leeftijd model is een zogenaamde 'data driven' methode waarin aan de verschillende geboortecohorten een cohort-specifiek relatief risico wordt toegekend. Voor de jongere geboortecohorten, 1948-1953 en 1953-1958, is het relatieve risico geschat op basis van de waargenomen sterfte aan pleuraal mesothelioom onder mannen beneden respectievelijk 46 jaar en 41 jaar. De absolute aantallen zijn klein waardoor voor deze geboortecohorten de grootste onzekerheid in de voorspelling optreedt. Doordat in deze geboortecohorten het relatieve risico laag is en een deel van deze cohorten nog in leven zal zijn in het jaar 2030, zal de bijdrage van deze geboortecohorten in de totale sterfte aan pleuraal mesothelioom over de periode 1996-2030 beperkt zijn.

De geschatte relatieve risico's van de onderscheiden geboortecohorten vertonen een redelijk goede samenhang met de invoer van ruwe asbest en asbesthoudende producten 25-30 jaar later.

Dit lijkt goed samen te vallen met de leeftijd waarop veel werkers aan asbest zijn blootgesteld. Deze samenhang ondersteunt de bruikbaarheid van de geschatte relatieve risico's voor de geboortecohorten.

Er is een aantal redenen aan te voeren waarom de gepresenteerde schatting van het aantal pleuraal mesotheliomen in de komende 35 jaar te hoog kan zijn. Ten eerste kan door de verschuiving in blootstelling van de primaire asbestindustrie naar gebruik van asbesthoudende produkten in de jaren zeventig voor het jongste geboortecohort het relatieve risico sterker dalen dan in het cohort-leeftijd model is aangenomen. Het effect op de totale sterfte aan pleuraal mesotheliom zal echter beperkt zijn omdat de toekomstige sterfte vooral wordt bepaald door de geboortecohorten tussen 1923 en 1953. Ten tweede, het verbod op crocidoliet in 1978 kan voor de personen blootgesteld na deze periode resulteren in een lagere kans op sterfte aan pleuraal mesotheliom. Over de soms geuite stelling dat chrysotiel niet of nauwelijks in staat is mesotheliom te veroorzaken,⁵⁹ wordt in dit rapport slechts opgemerkt dat er voldoende wetenschappelijk bewijs aanwezig is om deze stelling te verwerpen.¹⁶ In de meest recente follow-up van mijnwerkers in de Canadese chrysotiel-mijnen wordt melding gemaakt van 25 mesotheliomen, zijnde 0,5% van de totale sterfte in het cohort.⁴⁴ Daarnaast is in het gebruikte cohort-leeftijd model een eventueel verschil in risico's ten gevolge van specifiek asbestgebruik verdisconteerd. Overigens moet worden bedacht dat het gebruik van crocidoliet slechts een fractie is geweest van de toepassingen met chrysotiel. Ten derde, de gesignaleerde stijging in de sterfte aan pleuraal mesotheliom in de periode 1969-1994 kan deels te verklaren zijn door verbeterde diagnostiek en registratie. Peto heeft laten zien dat bij de veronderstelling dat door een betere registratie en codering elke vijf jaar een 20% stijging wordt geïnduceerd in de mesotheliomsterfte, de schatting voor het aantal toekomstige slachtoffers zo'n 50% lager uitvalt als voor dit registratie-effect wordt gecorrigeerd.⁴⁸

Zo'n groot effect van registratieverbetering is in Nederland niet waarschijnlijk omdat de sterfte in 1994 al op 44% ligt van de te verwachten piek in 2018 en omdat een dergelijk registratie-effect ook zichtbaar zou moeten zijn bij het peritoneum mesotheliom en daarmee zou moeten hebben resulteren in een waarneembare stijging van de jaarlijkse incidentie peritoneum mesotheliom in de afgelopen 25 jaar.

Er is ook een aantal redenen aan te geven waarom de gepresenteerde schatting een onderschatting kan zijn. Ten eerste, er is geen rekening gehouden met aanwezige risico's in de geboortecohorten na 1958. Blootstelling aan asbest op jeugdige leeftijd in de jaren tachtig leidt in het gehanteerde model dus niet tot enige sterfte aan asbestgerelateerde ziekten in de periode 1996-2030. Hoewel dit niet realistisch is (getuige het optreden van pleuraal mesotheliom in 1996 bij een 32-jarige man door asbestblootstelling op zeer jonge leeftijd⁶⁰) mag verwacht worden dat het aantal mesotheliomen ten gevolge van blootstelling na 1980 verwaarloosbaar klein zal zijn ten opzichte van de consequenties van asbestblootstelling in de periode 1945-1980. Ten tweede kan de CBS Statistiek Overledenen naar Doodsoorzaken een onderschatting zijn van het werkelijke aantal mesotheliomen. In een Amerikaans onderzoek bleek dat in een cohort isoleerders in de periode 1967 - 1976 175 werknemers aan mesotheliom overleden, waarvan slechts 59% was terug te vinden op de overlijdensverklaring.⁶⁰ Het is niet bekend in welke mate dit probleem in Nederland ook speelt. De enige bron van vergelijking met de Doodsoorzaken-registratie is de Nederlandse Kanker Registratie. In de periode 1989-1993 zijn in deze kankerregistratie 1.286 mesotheliomen opgenomen terwijl in dezelfde periode volgens het CBS 1.217 mensen ten gevolge van mesotheliom zijn overleden. Het zeer geringe verschil tussen beide registraties is een sterke indicatie voor de betrouwbaarheid van de CBS gegevens.

De onzekerheden in de gepresenteerde voorspelling worden met name bepaald door de veronderstellingen die aan het cohort-leeftijd model ten grondslag liggen.

In het kader van de beperkte opdracht was het niet mogelijk middels een uitgebreide sensitiviteitsanalyse de invloed van andere aannames op de geschatte sterfte aan pleuraal mesothelioom te evalueren. Wel kan gezegd worden dat de onzekerheid ten gevolge van de toegepaste rekenmethoden, de zogenaamde statistische betrouwbaarheid, klein zal zijn ten opzichte van de onzekerheden samenhangend met de modelveronderstellingen.

Toepassing van andere modellen voor het voorspellen van toekomstige sterfte

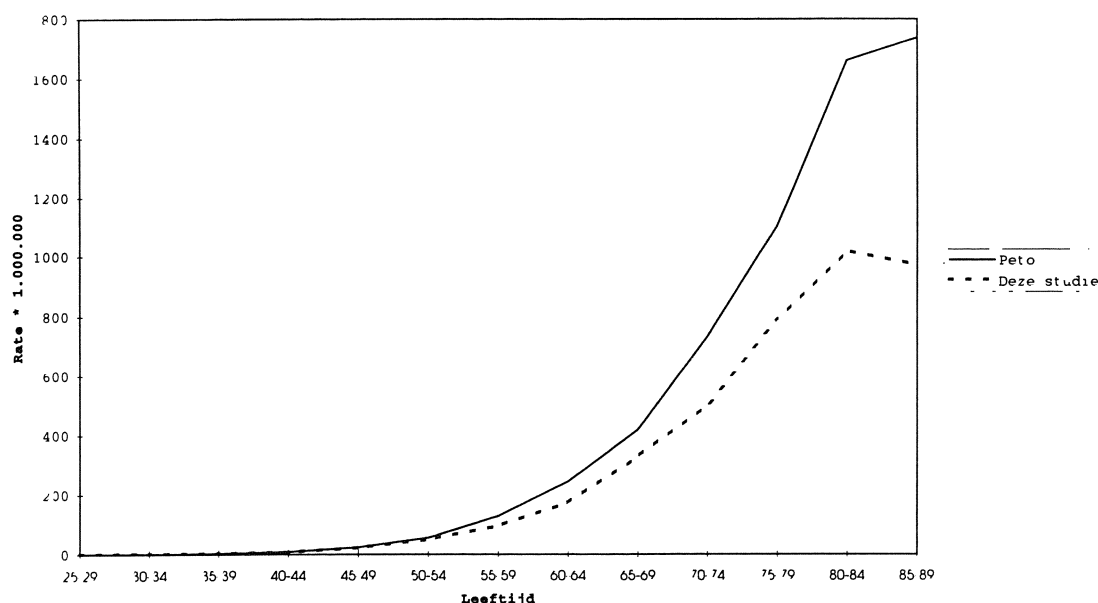
Het ‘invoer-asbest’ model en het ‘risicopopulatie’ model bleken ongeschikt voor het voorspellen van de waargenomen sterfte aan pleuraal mesothelioom in de periode 1969-1994. Lineaire regressie met tijdreeksanalyse bleek niet mogelijk zonder overtreding van de essentiële randvoorwaarden voor toepassing van dit model. Daarmee zullen deze benaderingen niet kunnen leiden tot een betere voorspelling van de toekomstige sterfte dan middels het cohort-leeftijd model.

Dat beide modellen niet geschikt zijn voor het voorspellen van de toekomstige sterfte is weinig verwonderlijk. In deze lineaire regressie modellen wordt verondersteld dat de asbestblootstelling op een specifiek moment leidt tot sterfte aan pleuraal mesothelioom precies 35 jaar later. Het moge duidelijk zijn dat deze veronderstelling weinig realistisch is; niet alle werknemers worden op dezelfde leeftijd blootgesteld aan asbest, de latentietijd tussen eerste asbestblootstelling en de diagnose van het pleuraal mesothelioom bedraagt gemiddeld zo’n 35 jaar maar varieert sterk, en niet alle werknemers overlijden op dezelfde leeftijd. In het cohort-leeftijd model wordt wel rekening gehouden met de spreiding van sterfte over de leeftijd in verschillende geboortecohorten. Daardoor is het cohort-leeftijd model sterk te verkiezen boven beide andere modellen, ondanks het feit dat in dit model de beschikbare informatie over de asbestblootstelling niet als verklarende factor wordt ingevoerd.

Vergelijking met het buitenland

In een aantal landen zijn schattingen gemaakt voor de te verwachten sterfte aan asbestgerelateerde ziekten. De best vergelijkbare studie is de publikatie van Peto en collega's uit 1995.⁴⁸ Deze studie voorspelt voor Groot-Brittannië een piek rond het jaar 2020 met een aantal van 2700-3300 doden. Dit totale aantal laat zich goed vergelijken met de geschatte 688 doden in 2018 in Nederland, gegeven een beroepsbevolking die ruwweg vier keer kleiner is. Een nadere analyse wijst uit dat Peto grotere verschillen in relatieve risico's voor de onderscheiden geboortecohorten vindt. Voor het geboortecohort 1943-1948, waarin naar verwachting de grootste sterfte zal optreden, is de studie van Peto vergeleken met de resultaten van dit rapport. Figuur 7 presenteert een vergelijking van de verwachte mesotheliom sterfte in het 1943-1948 geboortecohort in Nederland en Groot-Brittannië.

Figuur 7 Vergelijking van de geschatte sterfte rates van pleuraal mesotheliom voor het geboortecohort 1943-1948 in Groot-Brittannië en Nederland



De figuur laat zien dat voor de leeftijdsgroepen tot 74 jaar de sterfte rates redelijk goed overeenkomen, hetgeen impliceert dat de totale sterfte aan pleuraal mesotheliom in het Nederlandse geboortecohort redelijk goed zal overeenkomen met de totale sterfte in het Britse geboortecohort. Op oudere leeftijd gaan de sterfte rates uit elkaar lopen, maar bedacht moet worden dat de schattingen van deze rates grotere statistische betrouwbaarheidsintervallen hebben (door de kleine aantallen) en dat de sterfte in deze leeftijdsgroepen de totale sterfte in het geboortecohort beperkt zal beïnvloeden omdat slechts een beperkt deel van het geboortecohort deze leeftijden bereikt.

Er zijn verschillende schattingen in het buitenland gepubliceerd die zich niet goed laten vergelijken met dit rapport, voornamelijk doordat in deze studies vaak lineaire regressie wordt gehanteerd voor het voorspellen van een (niet-lineaire) trend in de mesotheliom sterfte. Gemeenschappelijk in deze voorspellingen is echter dat altijd een sterke stijging in sterfte aan pleuraal mesotheliom onder mannen wordt verwacht gedurende de komende decennia.⁶¹

In de beschikbare tijd voor dit rapport was het niet mogelijk een goede vergelijking te maken met buitenlandse gegevens over het voorkomen van asbestgerelateerde ziekten. Zoals reeds is aangegeven komt de huidige sterfte aan pleuraal mesotheliom in Nederland, na correctie voor de omvang van de beroepsbevolking, redelijk goed overeen met de situatie in Groot-Brittannië.⁴⁸ Voor asbestose valt te melden dat de jaarlijkse sterfte in Nederland vergelijkbaar is met de jaarlijkse sterfte aan asbestose in de Verenigde Staten en Groot-Brittannië.^{51,62} Informatie over het voorkomen van asbestose ziektegevallen in andere landen is moeilijk te interpreteren. Voor Groot-Brittannië is geschat dat in 1992 ruim 200 pneumoconiose gevallen zijn opgetreden als gevolg van asbestblootstelling in het verleden.⁶³ Het probleem is echter dat de aanwezigheid van asbestblootstelling in het verleden niet als doorslaggevend mag worden beschouwd in de diagnose dat een interstitiële longfibrose een asbestose is.²⁰

Om dezelfde reden zijn gepubliceerde gegevens over het voorkomen van asbestose als beroepsziekte in andere landen moeilijk te vertalen naar de Nederlandse situatie omdat een juridisch-technische erkenning van de beroepsziekte asbestose⁶⁴ sterk kan verschillen van een op causaliteit geörienteerde medische diagnose.²⁰

Mogelijke verbeteringen in de voorspelling

Een alternatief voor het gebruikte cohort-leeftijd model is een model waarin informatie over relatieve risico's en dosis-respons verbanden in verschillende beroepsgroepen wordt gekoppeld aan een gedetailleerde schatting van de beroepsmatig blootgestelde risicopopulatie. Deze schatting betreft (i) de omvang van de belangrijkste beroepen met asbestblootstelling in de tijd, (ii) de fractie blootgestelden per beroep, (iii) het niveau van de asbestblootstelling, (iv) de leeftjidsverdeling van blootgestelde werknemers en (v) de in- en uitstroom per beroepsgroep over de periode 1945-1990. Voor longkanker is daarbij nog gedetailleerde informatie nodig over het rookgedrag van de diverse beroepsgroepen in de tijd. Het moge duidelijk zijn dat voor dit alternatieve model veel valide informatie aanwezig moet zijn om te voorkomen dat door een opeenstapeling van onzekerheden de uiteindelijke schatting van weinig waarde is. Voor de schatting van het toekomstige aantal pleuraal mesotheliomen zal deze alternatieve benadering naar verwachting geen betere voorspelling opleveren. Voor de schatting van het optreden van asbestose en asbestgerelateerde longkankers in de komende 35 jaar is een gedetailleerde schatting te overwegen omdat er in Nederland geen inzicht aanwezig is in het optreden van beide ziekten in de afgelopen 25 jaar. Daardoor is het niet mogelijk een geschikt cohort-leeftijd model op te stellen voor een voorspelling van toekomstige incidentie van ziektegevallen. Een benadering middels schattingen van de risicopopulatie en buitenlandse informatie over dosis-respons relaties lijkt de enige methode om voor de Nederlandse situatie een beter onderbouwde schatting te krijgen van de te verwachten aantallen asbestose en asbestgerelateerde longkankers in de toekomst.

8 CONCLUSIE

In dit rapport wordt een schatting gemaakt van het te verwachten aantal asbestgerelateerde ziekten onder Nederlandse mannen in de periode 1996-2030. Naar verwachting zullen in de komende 35 jaar zo'n 40.000 asbestgerelateerde ziekten onder mannen in Nederland zullen optreden. Hiervan is 48,6% (19.000) pleuraal mesotheliom, eveneens 48,6% (19.000) asbestgerelateerde longkanker, 1,8% (700) peritoneum mesotheliom en 1% (400) asbestose.

Deze schatting wordt het best onderbouwd door het opgestelde model voor de toekomstige sterfte aan pleuraal mesotheliom. De jaarlijkse sterfte aan pleuraal mesotheliom zal een piek bereiken in de periode 2015-2021 met bijna 700 gevallen per jaar. Daarna neemt de jaarlijkse sterfte snel af tot een niveau van ruim 450 gevallen in het jaar 2030. De beschikbare gegevens laten een voorspelling over een langere periode niet toe, maar het ligt in de verwachting dat de snelle daling zich zal voortzetten na 2030.

Voor asbestose worden alleen in de komende 20 jaar aantallen van enige betekenis verwacht. Na het jaar 2015 zal asbestose nog slechts sporadisch optreden onder Nederlandse mannen.

Voor asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen in Nederland is geen voorspelling gemaakt. Er zijn sterke aanwijzingen dat de zeer geringe participatie van vrouwen in beroepen met asbestblootstelling zal leiden tot een geringe omvang van asbestgerelateerde ziekten onder vrouwen in Nederland in de komende 35 jaar.

Dankwoord

De auteurs bedanken P. Meijer en J. Hoogenboezem van het Centraal Bureau voor de Statistiek voor hun snelle reactie op verzoeken tot aanlevering van gegevens. Dank gaat ook uit naar Bob Ruers voor de informatie over beroepsmatige achtergrond van asbestslachtoffers. Speciale dank zijn wij verschuldigd aan Ilse Philips voor de tekstverzorging van dit rapport.

REFERENTIES

1. Selikoff IJ, Lee DHK. Asbestos and disease. New York: Academic Press, 1978.
2. Dunné JM van. Het De Schelde-arrest en aansprakelijkheid voor asbestziekten. In: Dunné JM van (ed), Asbest en aansprakelijkheid. Gouda: Quint, 1994, p19-34.
3. Swuste P, Ruers B, Burdorf A. Van individuele 'asbestprocessen' naar een asbestfonds ? Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 1996;72:119-22.
4. Ross J. Chrysotile asbestos in Canada. Canada Department of Mines, 1931, p62.
5. CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). Maandstatistiek van de buitenlandse handel per goederensoort 1930-1994. Voorburg
6. Hampe J. Silicosis, asbestose en wetgeving. Ned T Geneesk 1942;86:1050-2.
7. Korff de Gidts J, Swuste P. Vier asbest-multinationals. Risikobulletin 1981;3(3):7-9.
8. Burdorf A. Asbest, arbeidsomstandigheden en verschuiving in risico's. De Veiligheid 1985;61:455-8.
9. Bezemer F. Stoflongen. De Veiligheid 1957;33:6-9.
10. Stumphius J. Asbest in een bedrijfsbevolking. Assen: Van Gorcum, 1969.
11. Asbestos Working Group. Report 1982/3. Merseyside: Health and Safety Executive, 1983.
12. Evans J (rapporteur). Verslag namens de commissie voor milieubeheer, volksgezondheid en consumentenbescherming over de gevaren van asbest voor de gezondheid. Europees Parlement, Zittingsdocumenten 1977-1978, document PE 49.839, 1977.
13. Akkersdijk H. Asbest in de arbeidssituatie in Nederland. Voorburg, 1984.

14. Miedema J. "Population at risk" en arbeidshygiënisch beleid. Wie wordt door asbest bedreigd? *T Soc Geneesk* 1973;51:438-43.
15. DHV. Inventarisatie van het gebruik van asbest in Nederland. DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1984.
16. Timmerman J. Asbest in de bouw. *De Veiligheid* 1984;60:505-7.
17. Spuij J. Gezondheidsrisico's bij het bewerken van asbestcementbuis. *Maandblad voor Arbeids-omstandigheden* 1986;62:283-93.
18. Burdorf A. Asbest, vervanging en gezondheidsrisico's. *Maandblad voor Arbeidsomstandigheden* 1988;64:741-9.
19. Mossman BT, Gee JBL. Asbestos-related diseases. *N Eng J Med* 1989;320:1721-30.
20. Parkes WR. Occupational lung disorders. Second Edition. London: Butterworths, 1982. pp.233-96.
21. Lacquet LM. Ziekten door asbestinhalatie. In: Sluiter HJ, Demedts M, Dijkman JH, Hilvering C (eds), *Longziekten*. Assen: Van Gorcum, 1993. pp. 481-8.
22. Spirtas R, Heineman EF, Bernstein L, et al. Malignant mesothelioma: attributable risk of asbestos exposure. *Occup Environ Med* 1994;51:804-11.
23. Stayner LT, Dankovich DA, Lemen RA. Occupational exposure to chrysotile asbestos and cancer risk: a review of the amphibole hypothesis. *Am J Public Health* 1996;86:179-86.
24. Newhouse ML, Thompson Th. Mesothelioma of pleura and peritoneum following exposure to asbestos in the London area. *Br J Ind Med* 1972;22:261-7.
25. Magnani C, Terracini B, Ivaldi C, et al. A cohort study on mortality among wives of workers in the asbestos cement industry in Casale Monferrato, Italy. *Br J Ind Med* 1993;50:779-84.
26. Anoniem. Indirect slachtoffer, schadevergoeding voor zoon van asbest-werknemer. *Trouw* 29 oktober 1996.

27. Advisory Committee on Asbestos. Final Report on the Effects of Asbestos upon Health. London: HMSO, 1979.
28. Selikoff IJ, Cuyler Hammond E, Seidman H. Mortality experience of insulation workers in the United States and Canada, 1943-1976. *Ann N Y Acad Sc* 1979;330:91-116.
29. Berry G. Mortality and cancer incidence of workers exposed to chrysotile asbestos in the friction-products industry. *Ann Occup Hyg* 1994;38:539-46.
30. Giaroli C, Belli S, Bruno C, et al. Mortality study of asbestos cement workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1994;66:7-11.
31. IARC (International Agency for Research on Cancer). Survival of cancer patients in Europe. The EURO CARE study. Lyon: IARC Publication no. 132, 1995.
32. Cuyler Hammond E, Selikoff IJ, Seidman H. Asbestos exposure, cigarette smoking and death rates. *Ann N Y Acad Sc* 1979;330:473-90.
33. Berry G, Newhouse ML, Antonis P. Combined effect of asbestos and smoking on mortality from lung cancer and mesothelioma in factory workers. *Br J Ind Med* 1985;42:12-8.
34. McDonald JC, Liddell FDK, Dufresne A, et al. The 1891-1920 birth cohort of Quebec chrysotile miners and millers: mortality 1976-88. *Br J Ind Med* 1993;50:1073-81.
35. Edelman DA. Exposure to asbestos and the risk of gastrointestinal cancer: a reassessment. *Br J Ind Med* 1988;45:75-82.
36. Gamble JF. Asbestos and colon cancer: a weight-of-the-evidence review. *Environ Health Perspect* 1994;102:1038-50.
37. Edelman DA. Laryngeal cancer and occupational exposure to asbestos. *Int Arch Occup Environ Health* 1989;64:223-7.
38. Kraus T, Drexler H, Weber A, et al. The association of occupational asbestos dust exposure and laryngeal carcinoma. *Isr J Med Sci* 1995;31:540-8.

39. Swuste PHJJ, Burdorf A, Klaver JAM. Asbest, het inzicht in de schadelijke gevolgen in de periode 1930-1969 in Nederland. Delft: Delftse Universitaire Pers, 1988.
40. Burdorf A, Swuste P, Heederik D. A history of awareness of asbestos disease and the control of occupational asbestos exposures in The Netherlands. *Amer J Ind Med* 1991;20:547-55.
41. CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). Statistiek Overledenen naar Doodsoorzaak 1970-1994. Voorburg
42. Doll R, Peto J. Effects on health of exposure to asbestos. London; HMSO, 1985.
43. Dement JM, Brown DP. Lung cancer mortality among asbestos textile workers: a review and update. *Ann Occup Hyg* 1994;38:525-32.
44. McDonald JC, Liddell FDK, Dufresne A, et al. The 1891-1920 birth cohort of Quebec chrysotile miners and millers: mortality 1976-88. *Br J Ind Med* 1993;50:1073-81.
45. Newhouse ML, Berry G. Patterns of mortality in asbestos factory workers in London. *Ann N Y Acad Sci* 1979;330:195-203.
46. Peto J, Doll R, Howard S, et al. A mortality study among workers in an English asbestos factory. *Br J Ind Med* 1977;34:169-73.
47. Finkelstein MM. Mortality among long-term employees of an Ontario asbestos-cement factory. *Br J Ind Med* 1983;40:138-44.
48. Peto J, Hodgson JT, Matthews FE, et al. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *Lancet* 1995;345:535-9.
49. CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). Uitkomsten Bevolkings- en Huishoudenprognose 1995. Maandstatistiek van de Bevolking 1996;44:14-27.
50. Enterline PE. Proportion of cancer due to exposure to asbestos. In: Peto R, Schneiderman M (eds), Banbury Report 9: Quantification of occupational cancer. Cold Spring Harbor 1981, pp 19-36.

51. Nicholson WJ, Perkel G, Selikoff IJ. Occupational exposure to asbestos: population at risk and projected mortality - 1980-2030. *Am J Ind Med* 1982;3:259-311.
52. Heederik D, Kromhout J, Burema J, et al. Occupational exposure and 25-year incidence rate of non-specific lung disease. *Int J Epidemiol* 1990;19:945-52.
53. Kromhout H, Heederik D, Dalderup LM, et al. Performance of two general job-exposure matrices in a study of lung cancer morbidity. *Am J Epidemiol* 1992;136:698-711.
54. Burdorf A, Klaver J, Swuste P. Asbest: handig, onverwoestbaar en dodelijk. *Intermediair* 1989;25(32): 37-43.
55. Meijers JMM, Planteydt HT, Slangen JJM, et al. Verloop en spreiding van de sterfte aan pleura-mesotheliomen in Nederland, 1970-1987. *Ned T Geneesk* 1991;135:93-8.
56. Ruers B. Persoonlijke mededeling november 1996.
57. Peto J, Seidman H, Selikoff IJ. Mesothelioma mortality in asbestos workers: implications for models of carcinogenesis and risk assessment. *Br J Cancer* 1982;45:124-35.
58. Burdorf A, Swuste P, Van Vliet L. Asbest: nieuwe wetgeving en nieuwe problemen. *T Soc Gezondheidsz* 1986;64:2-7.
59. Gezondheidsraad. Asbest, toetsing van een ontwerp-basisdocument. Den Haag: Gezondheidsraad, 1988.
60. Selikoff IJ, Cuyler Hammond E, Seidman H. Latency of asbestos disease among insulation workers in the United States and Canada. *Cancer Res* 1980;40:3875-9.
61. Spirtas R, Beebe GW, Connelly RR et al. Recent trends in mesothelioma incidence in the United States. *Am J Ind Med* 1986;9:397-407.
62. Government Statistical Service. Mortality Statistics 1988. London: HMSO, 1990.

63. Meredith SK, McDonald JC. Work-related respiratory disease in the United Kingdom, 1989-1992: report on the SWORD-project. *Occup Med* 1994;44:183-9.
64. Gorissen AA, Schröer CAP. Omvang beroepsziekten en arbeidsongevallen in Nederland. Een schatting op basis van Belgische en Duitse gegevens. In: Faure MG, Geers AJCM, Hartleif T et al (eds), *Verzekering en de groeiende aansprakelijkheidslast*. Deventer: Kluwer, 1995. Pp. 115-49.

Bijlage 1 Mannelijke beroepsbevolking met asbestblootstelling, naar bedrijfstak (Volkstellingen 1947, 1960 en 1971, Arbeidskrachtentelling 1981, Statistiek Werkzame Personen 1990)

<i>Bedrijfstak</i>	<i>1947</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1960</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1971</i>	<i>schatting 1</i>	<i>schatting 2</i>
<i>SBI 1974</i>	<i>totaal</i>	<i>% asbest</i>	<i>% asbest</i>	<i>totaal</i>	<i>% asbest</i>	<i>% asbest</i>	<i>totaal</i>	<i>% asbest</i>	<i>% asbest</i>
1 Delfstoffen	50.844	10	5	59.536	10	5	19.305	10	5
20/21 voedingsmiddelen-industrie	152.515	25	5	167.480	25	5	146.205	25	5
22 textielindustrie	59.138	10	2	79.749	10	2	48.420	10	2
26 papier(waren) industrie	14.027	10	2	24.757	10	2	26.340	10	2
28 steenkool/aardolie-industrie	2.943	25	5	11.580	25	5	9.930	25	5
29 chemische industrie	33.811	25	5	65.642	25	5	69.290	25	5
31 rubber- en kunststofindustrie	5.747	25	5	10.952	25	5	22.630	25	5
32 steen, glas, aardewerk, cement	39.699	25	5	52.702	25	5	44.630	25	5
33 basismetale industrie (metallurgische industrie)	18.434	25	5	33.224	25	5	28.705	25	5
34 metaalproducten industrie	67.887	25	5	100.356	25	5	115.655	25	5

<i>Bedrijfstak</i>	<i>1947</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1960</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1971</i>	<i>schatting 1</i>	<i>schatting 2</i>
35 machinebouw	45.673	50	10	80.238	50	10	84.500	25	5
36 electrotechnische industrie	34.970	25	5	77.760	25	5	91.830	25	5
37 transportmiddelenindustrie	104.463	40	20	137.518	40	20	78.825	40	20
4 Nutsbedrijven	37.730	10	5	47.664	10	5	31.955	10	5
5 Bouwnijverheid	293.508	25	5	399.868	50	5	506.550	25	5
682 autoreparatiebedrijven	21.073	100	20	31.238	100	20	50.000	100	20
71 spoorwegen, tram	39.665	25	5	35.693	25	5	22.840	25	5
72 wegvervoer	56.690	10	5	66.420	10	5	87.225	10	5
73 zeevaart	23.246	20	5	47.993	20	5	45.290	20	5
74 binnenvaart	32.359	20	5	24.533	20	5	20.815	20	5

<i>Bedrijfstak</i>	<i>1981</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1990</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>
	totaal	% asbest	% asbest	totaal	% asbest	% asbest
SBI 1974						
1 Delfstoffen	8.000	5	2	9.000	5	2
20/21 voedingsmiddelen-industrie	132.600	10	2	114.900	10	1
22 textielindustrie	23.100	5	2	17.600	5	0
26 papier(waren) industrie	21.400	5	2	23.200	5	0
28 steenkool/aardolie-industrie	11.200	10	5	7.700	10	2
29 chemische industrie	64.300	10	5	78.900	5	1
31 rubber- en kunststofindustrie	22.400	10	5	29.400	10	2
32 steen, glas, aardewerk, cement	37.500	10	5	31.600	10	2
33 basismetale industrie (metallurgische industrie)	33.100	10	5	27.000	10	2
34 metaalproducten industrie	92.800	10	5	87.400	10	2
35 machinebouw	80.200	20	5	84.700	10	2
36 electrotechnische industrie	89.100	10	5	99.200	10	2

<i>Bedrijfstak</i>	<i>1981</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>	<i>1990</i>	<i>Schatting 1</i>	<i>Schatting 2</i>
37 transportmiddelenindustrie	76.600	40	20	60.500	20	10
4 Nutsbedrijven	42.900	10	5	39.800	10	2
5 Bouwnijverheid	446.700	25	5	335.600	10	2
682 autoreparatiebedrijven	30.000	100	20	30.000	100	10
71 spoorwegen, tram (bus-1990)	24.100	25	5	49.100	10	2
72 wegvervoer	104.000	10	5	98.200	10	2
73 zeevaart	32.400	10	5	23.200	10	2
74 binnenvaart	10.800	10	5	7.100	10	2

Woordenlijst

Attributief risico

De fractie van het risico van blootgestelden dat te wijten is aan de blootstelling zelf

Cohort

Een groep personen die op basis van een bepaalde karakteristiek is samengesteld (bv blootstelling aan asbest) en die in de loop van de tijd wordt gevolgd

Cohort effect

Een verandering in incidentie in een bepaald cohort

Incidentie

Het aantal nieuwe ziektegevallen cq sterftegevallen dat zich in de loop van een tijdsperiode voordoet, bv. een jaar

Prevalentie

Het aantal ziektegevallen cq sterftegevallen op een bepaald ogenblik in de tijd

Synergie

Het effect van twee risicofactoren te samen is groter dan het totale effect van beide risicofactoren apart (multiplicatief effect)

