

*rivm*

Rapport 630006001/2009  
C.M.A.G. van Wiechen (ed.)

## Geografisch patroon van kanker in de Ijmond en omstreken

Deelrapport 3 in de reeks rapporten over de invloed van  
uitstoot van Corus op de omgeving

RIVM-rapport 630006001/2009

## **Geografisch patroon van kanker in de IJmond en omstreken**

Deelrapport 3 in de reeks rapporten over de invloed van uitstoot van Corus op de omgeving

C.M.A.G. van Wiechen (editor)

Contact:

C.M.A.G. van Wiechen

Centrum voor Milieu, Gezondheid en Omgevingskwaliteit (MGO)

[carla.van.wiechen@rivm.nl](mailto:carla.van.wiechen@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM, directie Risicobeleid), met financiering vanuit Strategisch Onderzoek RIVM (SOR) in het kader van het project SMARHAGT S/630006

© RIVM 2009

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

## Voorwoord

In mei 2008 besteedde het actualiteitenprogramma Zembla aandacht aan de zorgen van omwonenden over de emissies van Corus. In antwoord op kamervragen heeft de minister van VROM in juni 2008 het RIVM gevraagd te onderzoeken of de uitstoot van Corus van invloed zou kunnen zijn op de gezondheid van de bewoners van IJmond. Letterlijk: ‘een breder onderzoek naar de samenhang tussen emissies, lokale milieukwaliteit en de gezondheid van de omwonenden van Corus in IJmond’. Dit onderzoek mondde uit in een drietal RIVM-rapporten en één rapport dat in opdracht van het RIVM door het NIVEL is geschreven.

*Deelrapport 1* beschrijft de invloed van Corus op de luchtkwaliteit in het IJmondgebied en vergelijkt de concentraties met beschikbare luchtkwaliteitsnormen. Dit rapport focust op de huidige en – deels – op de toekomstige situatie. De titel luidt: ‘De invloed van Corus op de luchtkwaliteit in de leefomgeving’ (RIVM-rapport 609021079; Schols (ed.), 2009).

*Deelrapport 2* schetst een beeld van de luchtconcentraties in het verleden die het gevolg zijn van de historische emissies van Corus. Ook is met behulp van historische gegevens de invloed op de bodemkwaliteit berekend. De titel luidt: ‘Historische immissies en depositie in de omgeving van Corus’ (RIVM-rapport 601797001; Lijzen (ed.), 2009).

*Deelrapport 3* brengt voor de periode 1995-2006 alle nieuwe gevallen van kanker in beeld in een honderdtal postcodegebieden op verschillende afstanden van Corus. De mogelijke invloed van roken op longkanker wordt onderzocht met behulp van de sociaaleconomische status en die van emissies van Corus in het verleden met behulp van historische blootstellingsgegevens. De titel luidt: ‘Geografisch patroon van kanker in de IJmond en omstreken’ (RIVM-rapport 630006001; Van Wiechen (ed.), 2009).

*Deelrapport 4* beschrijft de gezondheidsklachten die een twintigtal huisartsen in praktijken op verschillende afstanden van Corus hebben geregistreerd in de jaren 2005-2007. Dit onderzoek is uitgevoerd door het NIVEL. De titel luidt: ‘Gezondheidsproblemen in de regio IJmond zoals geregistreerd door de huisarts’ (Nivel, 2009).

Deze vier rapporten vormen samen het belangrijkste element van het antwoord van het RIVM op de onderzoeksvraag van de minister. Het RIVM heeft kort na de uitzending in een briefrapport een reactie gegeven op het haaronderzoek dat in de Zembla-uitzending werd genoemd. Dit onderzoek heeft in de periode daarna geen rol meer gespeeld, dus het wordt hier alleen volledigheidshalve genoemd. Tevens is er een samenvattend rapport van Tekstbureau PlaatsTaal verschenen, dat de inhoud van bovengenoemde rapporten samenvat. Het is getiteld: ‘Wonen in de IJmond ongezond? Onderzoek naar de uitstoot van Corus’ (RIVM-rapport 601797002; Van Bruggen (ed.), 2009).



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1 Inleiding en vraagstelling</b>	<b>13</b>
<b>2 Uitvoering van het onderzoek</b>	<b>15</b>
2.1 Onderzoeksgebied	15
2.2 Gebruikte gegevens	17
2.2.1 Kankerregistratiedata	17
2.2.2 Sociaaleconomische status (SES)	17
2.2.3 Luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus	18
2.3 Analyses	19
<b>3 Resultaten</b>	<b>21</b>
3.1 Beschrijving van het optreden van kanker	21
3.2 Geografisch patroon van het optreden van kanker	24
3.3 De invloed van SES op het optreden van kanker	36
3.3.1 Geografisch beeld van SES	36
3.3.2 Relatie tussen SES en roken	36
3.3.3 Samenhang tussen SES en kankerincidenties	37
3.3.4 Incidenties van longkanker na correctie voor SES	38
3.4 De samenhang tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker	41
3.4.1 De blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus	41
3.4.2 De invloed van de blootstelling in het verleden op het optreden van longkanker	44
3.4.3 Gevoeligheidsanalyses	47
<b>4 Discussie</b>	<b>51</b>
4.1 Inleiding	51
4.2 Vergelijking met bevindingen uit eerder onderzoek	51
4.2.1 GGD-onderzoek	51
4.2.2 Buitenlands onderzoek	52
4.3 Roken, sociaaleconomische status en beroepsgerelateerde blootstelling	52
4.3.1 Roken	52
4.3.2 Sociaaleconomische status	53
4.3.3 Beroepsgerelateerde blootstelling	54
4.4 Historische luchtverontreiniging	54
4.4.1 Samenhang tussen de historische luchtverontreinigingsindicatoren en longkanker	54
4.4.2 Betekenis van betrouwbaarheidsintervallen	54
4.4.3 PAK en cadmium als indicatoren voor de historische luchtverontreiniging	55
4.5 Onderzoeksopzet, consequenties en gevolgen voor mogelijk vervolgonderzoek	57

<b>5</b>	<b>Conclusie</b>	<b>59</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>61</b>
	<b>Bijlage 1. Geografische weergave van kankerincidenties van de minder frequent optredende typen kanker uit Tabel 2</b>	<b>65</b>
	<b>Bijlage 2. Onderlinge samenhang historische concentraties PAK en zware metalen afkomstig van Corus</b>	<b>76</b>
	<b>Bijlage 3. Rookgewoonten in de regio Kennemerland in 2007/2008</b>	<b>79</b>
	<b>Bijlage 4. Literatuuronderzoek</b>	<b>85</b>
	<b>Bijlage 5. Powerberekening voor patiënt-controle onderzoek</b>	<b>89</b>
	<b>Bijlage 6. Personen die hebben bijgedragen aan de Corus-rapportages</b>	<b>90</b>

## Samenvatting

### Inleiding

Bij de omwonenden van het terrein van Corus, staalfabriek in IJmuiden, is ongerustheid over mogelijke gevolgen van de emissies van stoffen door Corus voor de gezondheid. In een Zembla-uitzending op 18 mei 2008 zijn resultaten gepresenteerd van een onderzoek naar metaalconcentraties in haren van kinderen uit Beverwijk, Wijk aan Zee en De Rijp. Daarnaast gaf een GGD-onderzoek naar kanker in de regio Kennemerland aan dat er vaker longkanker in de IJmond optreedt dan gemiddeld in Nederland, met name in de gemeente Beverwijk. Het is bekend dat ongeveer 90 % van het aantal gevallen van longkanker aan roken kan worden toegeschreven. Het GGD-onderzoek heeft hier echter geen rekening mee kunnen houden omdat er geen gegevens over rookgewoonte beschikbaar waren.

Naar aanleiding van de ongerustheid is er in opdracht van het ministerie van VROM door het RIVM een onderzoek uitgevoerd naar het optreden van kanker in de IJmond en omstreken. Dit onderzoek kan op de volgende punten worden beschouwd als een verfijning en verbetering van het GGD-onderzoek:

- de kankerincidentie (dat is het aantal nieuwe gevallen van kanker dat per jaar optreedt) is op een lager geografisch schaalniveau in beeld gebracht, namelijk op het niveau van het viercijferig postcodegebied, in plaats van op gemeentelijk niveau;
- het onderzoeksgebied omvat meer gemeenten zodat het optreden van kanker in de IJmond vergeleken kan worden met cijfers uit een grotere regio, met gebieden die niet of nauwelijks door de emissies van Corus worden beïnvloed;
- de kankerincidentie wordt vergeleken met regionale, in plaats van met landelijke referentiecijfers, zodat geen vertekening kan optreden door de aanwezige regionale verschillen van kankerincidentie binnen Nederland;
- de invloed van roken op het optreden van longkanker in het onderzoeksgebied is onderzocht met een indirecte indicator voor het rookgedrag, namelijk sociaaleconomische status (SES), omdat geschikte historische rookgegevens niet beschikbaar waren. Uit eerder onderzoek blijkt dat er onder mensen met een lage SES meer rokers voorkomen dan onder mensen met een hoge SES;
- de relatie tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker is onderzocht door de samenhang vast te stellen tussen het historische verspreidingspatroon van de luchtverontreiniging en het geografisch patroon van het optreden van longkanker. PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en cadmium zijn hierbij als gidsstoffen voor de historische situatie gebruikt.

Het onderzoek is uitgevoerd met gegevens van het Integraal Kankercentrum Amsterdam over de periode 1995-2006 in 106 postcodegebieden in de GGD Kennemerland, uitgebreid met de gemeenten Castricum, Graft-de Rijp, Heiloo, Wormerland en Zaanstad, en het zuidelijke deel van de huidige gemeente Bergen. Het onderzoeksgebied strekt zich uit tot gebieden die buiten de reikwijdte van de emissies van Corus liggen en omvat circa 600.000 inwoners.

### Resultaten

*In postcodegebieden van de gemeenten Beverwijk en Velsen zijn incidenties van longkanker verhoogd*  
 Voor de onderzochte typen kanker zijn geen statistisch significant verhoogde incidenties in postcodegebieden in de IJmond aangetroffen, met uitzondering van longkanker. Er is sprake van verhoogde incidenties van longkanker in bepaalde postcodegebieden in de gemeenten Beverwijk en Velsen. Het beeld uit het eerdere GGD-rapport wordt met dit onderzoek voor Beverwijk bevestigd. De in Beverwijk en Velsen aangetroffen verhoogde incidenties voor longkanker zijn niet uniek. Ook elders in het onderzoeksgebied (gemeente Haarlem) worden vergelijkbare verhogingen aangetroffen.



Opgemerkt wordt dat het onderzoeksgebied groter is dan alleen de IJmond. In dit gehele onderzoeksgebied is de incidentie van longkanker 5 % lager dan het landelijk gemiddelde.

#### *Samenhang met sociaaleconomische status*

In postcodegebieden met een lage SES treedt longkanker anderhalf tot tweemaal vaker op dan in postcodegebieden met een hoge SES. De meest waarschijnlijke oorzaak hiervan is het verschil in rookgedrag. Wanneer rekening wordt gehouden met deze invloed van SES, zijn de verschillen in longkankerincidentie tussen postcodegebieden kleiner. SES verklaart dus in belangrijke mate het verschil in longkankerincidenties tussen postcodegebieden.

#### *Samenhang met luchtverontreiniging in het verleden*

In de delen van Beverwijk en Velsen (10 postcodegebieden, circa 45.000 inwoners) waar de niveaus van luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus het hoogst waren, komt longkanker circa 33 % vaker voor dan in gebieden waar de emissies van Corus niet of nauwelijks hebben bijgedragen aan de lokale luchtverontreiniging. Wanneer indirect voor roken wordt gecorrigeerd middels SES blijkt dat longkanker in dezelfde gebieden nog circa 22 % vaker voorkomt. Deze verhoging komt overeen met circa 7 extra gevallen van longkanker per jaar van de circa 39 nieuwe gevallen die hier jaarlijks optreden. Vanwege statistische onzekerheden in het onderzoek kan dit getal variëren van 1 tot 13.

#### *Onzekerheid over de oorzaken van de verhoogde longkankerincidenties*

Met dit onderzoek is het niet mogelijk de 22 % extra gevallen van longkanker toe te schrijven aan de uitstoot van Corus. Er kunnen ook andere oorzaken zijn. Zo kunnen de bewoners vroeger juist in het hoogbelaste gebied meer hebben gerookt dan in dit onderzoek is aangenomen met de correctie voor SES. De correctie voor SES is dan onvoldoende geweest. De verhoging van 22 % kan dan (deels) een resteffect zijn van het onvoldoende corrigeren voor de rookgewoonten in het verleden.

Uit recente en voorlopige gegevens van de GGD over de *huidige* rookgewoonten in de IJmond blijkt dat in de tien betreffende postcodegebieden momenteel inderdaad meer wordt gerookt dan op grond van de SES van de postcodegebieden is te verwachten. Er zijn echter geen betrouwbare gegevens beschikbaar over de rookgewoonten in het verleden. Een betere, nauwkeuriger benadering van de invloed van roken dan die door SES was daarom niet mogelijk.

Er zijn nog meer onzekere factoren. Zo kan de invloed van andere milieueffecten die voor longkanker relevant zijn, met een correctie voor SES zijn weggevallen (overcorrectie). Ook kan het zo zijn dat de extra longkanker een relatie heeft met beroepsgerelateerde blootstelling in de Corusfabrieken; in de directe omgeving van Corus wonen ook veel (ex-)werknemers. Rondom het Corusterrein zijn ook andere bronnen van luchtverontreiniging, zoals andere industrie, de scheepvaart en het wegverkeer. In dit onderzoek was het niet mogelijk om de afzonderlijke bijdrage in het verleden van al deze bronnen te bepalen.

#### *De eventuele bijdrage van historische luchtverontreiniging*

Stoffen als PAK, cadmium, chroom(VI) en fijn stof kunnen bij inademing longkanker veroorzaken. Corus stoot deze stoffen uit, maar de gegevens over historische concentraties zijn beperkt en onzeker. De berekende of geschatte historische concentraties van PAK, cadmium en chroom(VI) zijn over het algemeen te laag om de extra longkankergevallen te kunnen verklaren. De fijn stof concentraties in de jaren zeventig en tachtig lagen boven de huidige grenswaarde voor fijn stof (PM<sub>10</sub>), maar dit kan de verhoging van 22 % slechts voor een deel verklaren. Met gegevens uit de wetenschappelijke literatuur kan worden berekend dat circa 6 % (met een spreiding van 3 % tot 12 %) extra gevallen van longkanker gerelateerd kan worden aan de fijn stof uitstoot van Corus uit die periode. Onbekend is of

het inademen van een combinatie van alle genoemde stoffen nog een extra risico met zich mee kan brengen.

*Stellige conclusies zijn niet te trekken*

In de gegeven tijd zijn in dit onderzoek de kankerincidenties rond Corus met de best beschikbare gegevens en methoden onderzocht. Toch is het met de resultaten uit dit onderzoek niet mogelijk om een onomstotelijk antwoord te geven op de vraag of luchtverontreiniging door Corus in het verleden heeft bijgedragen aan het verhoogde risico op longkanker en zo ja, in welke mate. Er is een verhoogde longkankerincidentie in de IJmond gesignaleerd die deels samenhangt met het verspreidingspatroon van luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus. De verschillende onzekerheden in het onderzoek staan echter niet toe nu stellige conclusies te trekken over de oorzaak van deze verhoging. Evenmin zijn deze onzekerheden binnen enkele jaren weg te nemen.



## Summary

Residents living near a Dutch industrial area with a large steel plant (Corus, IJmond region) have been concerned about their health for some considerable amount of time. In 2007, the regional public health service reported an increased rate of lung cancer, unadjusted for lifestyle factors such as smoking behaviour, in one municipality nearby the industrial area. A year later, a television documentary paid attention to this subject. Air pollution from the steel plant was interpreted as one of the causes of the increased lung cancer incidence.

This report is part of a series of 4 reports on the relation between emissions, the local environmental quality and the health of people living in the neighbourhood of Corus in the IJmond region. The first report concerns the impact of the current emissions of Corus on the air quality (RIVM report 609021079; Schols (ed.), 2009). The second report focuses on the historical emissions and the impact on air quality and deposition to soil and surfaces (RIVM report 601797001; Lijzen (ed.), 2009). The third report (at hand) involves the analysis of cancer incidence in the IJmond region in relation to the historical exposure (RIVM report 630006001; Van Wiechen (ed.), 2009). The fourth report describes the health complaints registered at general practitioners (Nivel, 2009). For the overall conclusions, we refer to the summarizing report (RIVM report 601797002; Van Bruggen (ed.), 2009).

### *Aim*

The aim of the study on cancer incidence was to investigate the spatial distribution of cancer incidence rates in a large study area surrounding Corus with data at the lowest possible aggregation level, adjusted for smoking, and to assess the association between air pollution from Corus and the observed lung cancer incidence rates.

### *Method*

The study was carried out with data from the Comprehensive Cancer Centre Amsterdam (IKA), covering a period of 12 years (1995-2006). The study area contained 106 postcode areas (approximately 600,000 inhabitants), enclosing areas within and outside the reach of cancer-related emission concentrations caused by the steel plant in the past. Having the population in the entire study area as reference, the expected incidence rates were obtained (indirect standardization). A random effect Poisson regression model with dummies for each year and a conditional autoregressive spatial correlation structure were applied to determine spatially smoothed expected incidences. Maps of spatially smoothed standardized incidence ratios of observed and expected rates (SIR) for the postcode areas were produced to assess the spatial pattern.

To adjust for confounding by smoking, we used socioeconomic status (SES) as a proxy. Next, we evaluated the lung cancer incidence in relation to the spatial pattern of estimates of historic ground level concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and cadmium (Cd). These data were based on emissions in 1973-1984. We estimated the effect of exposure on lung cancer incidence as relative risk (RR) and as the number of cases attributable to exposure.

### *Results*

From all types of cancer analysed, only lung cancer showed higher than average incidence rates in postcode areas in two municipalities nearby the industrial area (Beverwijk and Velsen). Statistically significant increases in incidence rate up to 40 % were found in some of these postcode areas. Similar increases were observed in an urban part of the study area (Haarlem). Adjusting for SES at least halves these increases, probably caused by the difference in smoking behaviour between the low and high SES population.

In the highest exposure categories (10 postcode areas close to Corus, approximately 45,000 inhabitants), after adjusting for SES, we observed statistically increased RR's of about 1.2 for both PAH and Cd. In this area, the excess lung cancer incidence was 22 % (before adjusting for SES it was 33 %). Based on the observed lung cancer incidence in the highest exposure category (on average 39 cases/year), this is equivalent to a number of 7 cases (95 % confidence interval 1-13) attributable to exposure. However, additional analyses with recent survey data about smoking in parts of the study area indicated that residual confounding may be present when adjusting for SES.

#### *Discussion*

We observed that lung cancer incidence is associated with air pollution based on historical emissions from Corus, after adjusting for SES as an indirect indication for smoking. There may be residual confounding by smoking or other lifestyle factors. Unfortunately, data about lifestyle factors in the past are not available. Also, there are other uncertainties. We defined exposure based on emissions from Corus, but other types of industrial activities with air pollutant emissions are located in the IJmond region as well. In addition to that, we did not account for air pollution from local road traffic and shipping. Furthermore, we did not incorporate the contribution of occupational exposures. Inhalation of PAH, cadmium, chrome(VI) and fine particles may cause lung cancer. Corus emits these components, but historical data are limited and uncertain. In general, the historic concentrations of PAH, cadmium, and chrome(VI) are too low to account for the increased lung cancer incidence. With modelled concentrations of particulate matter (PM<sub>10</sub>) in the seventies and eighties, and results from other studies described in literature, we estimated 6 % (95 % confidence interval 3 % - 12 %) excess lung cancer cases due to the emission of PM<sub>10</sub> from Corus in the past. It is unknown whether inhalation of a combination of the above mentioned substances increases the risk of lung cancer. We used data at an aggregated level (postcode areas). Therefore, only statements about the associations between exposure and lung cancer incidence at group level (the population of a postcode area) can be made. Both individual exposure as well as individual risk factors cannot be taken into account with this type of analysis.

#### *Conclusion*

We observed an increased lung cancer incidence near Corus, in the IJmond region. Due to uncertainties in the data and methodological issues, we cannot indisputably conclude that past emissions from Corus have contributed to an increased risk of lung cancer.

# 1 Inleiding en vraagstelling

Bij de omwonenden van het terrein van Corus, staalfabriek in IJmuiden is ongerustheid over mogelijke gevolgen van de emissies van stoffen door Corus voor de gezondheid. In een Zembla-uitzending op 18 mei 2008 zijn resultaten gepresenteerd uit het rapport “Onderzoek naar metaalconcentraties in haren van kinderen uit Beverwijk, Wijk aan Zee en De Rijp”, dat is uitgebracht in opdracht van de stichting Natuur en Milieu (Stassen et al., 2008). Op verzoek van de minister van VROM, heeft het RIVM dit rapport beoordeeld en vastgesteld dat het haaronderzoek geen informatie geeft over mogelijke gezondheidsrisico’s in de omgeving van Corus als gevolg van de emissie van zware metalen (Van Bruggen, 2008). Deze suggestie was in de Zembla-uitzending naar voren gekomen. Daarnaast gaf een GGD-onderzoek naar kanker in de regio Kennemerland aan dat er vaker longkanker in de IJmond optreedt dan gemiddeld in Nederland, met name in de gemeente Beverwijk (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007). Beide signalen waren aanleiding voor de minister van VROM om het RIVM te vragen een breder onderzoek in te stellen naar de *samenhang tussen emissies, lokale milieukwaliteit en de gezondheid van de omwonenden van Corus in IJmond*.

Deze vraag is door het RIVM opgesplitst in een aantal deelvragen, onder andere de vraag *of er inderdaad meer kanker (met name longkanker) optreedt in de regio IJmond*. Over het verhoogd optreden van longkanker in Beverwijk zegt het GGD-rapport het volgende: “Omdat het roken zo’n belangrijke oorzakelijke factor is bij het ontstaan van longkanker, is de kans groot dat het verhoogde voorkomen van longkanker in Beverwijk voor een groot deel moet worden verklaard door het rookgedrag in het verleden in deze gemeente. Dit zou dan impliceren dat de mannelijke en/of vrouwelijke bevolking van Beverwijk meer heeft gerookt dan de bevolking in de omliggende gemeenten.”

Roken is verantwoordelijk voor bijna 90 % van de longkankersterfte in Nederland (Van Gelder et al., 2009). Aangezien er geen gegevens over rookgewoonte beschikbaar waren heeft het GGD-onderzoek hier geen rekening mee kunnen houden.

Gezien de ligging van Beverwijk, werd in het GGD-onderzoek ook de vraag gesteld of de luchtverontreiniging in de omgeving van het Corusterrein mogelijk een bijdrage heeft geleverd. Omdat de norm voor benzo(a)pyreen in de jaren tachtig nog regelmatig werd overschreden, werd in de GGD-rapportage geconcludeerd dat een oorzakelijke bijdrage in het verleden van de luchtverontreiniging van Corus niet is uit te sluiten (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007).

Het hier gerapporteerde onderzoek kan op de volgende punten worden beschouwd als een verfijning van het GGD-onderzoek:

- de kankerincidentie (dat is het aantal nieuwe gevallen van kanker dat per jaar optreedt) is op een lager geografisch schaalniveau in beeld gebracht, namelijk op het niveau van het viercijferig postcodegebied in plaats van op gemeentelijk niveau;
- het onderzoeksgebied omvat meer gemeenten zodat het optreden van kanker in de IJmond vergeleken kan worden met cijfers uit een grotere regio, met gebieden die niet of nauwelijks door de emissies van Corus worden beïnvloed;
- de kankerincidentie wordt vergeleken met regionale in plaats van met landelijke referentiecijfers, zodat geen vertekening kan optreden door de aanwezige regionale verschillen van kankerincidentie binnen Nederland;

- de invloed van roken op het optreden van longkanker in het onderzoeksgebied is onderzocht met een indirecte indicator voor het rookgedrag, namelijk sociaaleconomische status (SES), omdat geschikte historische rookgegevens niet beschikbaar waren. Uit eerder onderzoek blijkt dat er onder mensen met een lage SES meer rokers voorkomen dan onder mensen met een hoge SES;
- de relatie tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker is onderzocht door voor twee gidsstoffen (polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en cadmium) de samenhang vast te stellen tussen het historische verspreidingspatroon van de luchtverontreiniging en het geografisch patroon van het optreden van longkanker. We hebben hierbij gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek naar de historische emissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009) waarin voor deze stoffen de blootstelling vóór 1990 in kaart is gebracht.

Om de onderzoeksvraag van VROM in de beschikbare tijd te kunnen onderzoeken moest gebruik worden gemaakt van bestaande gegevens. Deze zijn vanwege privacy wetgeving niet individueel beschikbaar maar wel op groepsniveau, namelijk per viercijferig postcodegebied. Daarom is gebruik gemaakt van de zogenaamde *ecologisch epidemiologische onderzoeksmethode*<sup>1</sup>. De bevindingen uit dergelijk onderzoek zijn signalerend van aard. Dat wil zeggen dat de resultaten een signaal kunnen afgeven over een mogelijke samenhang tussen de onderzochte kenmerken, maar geen oorzakelijk verband kunnen aantonen. Immers, de samenhang tussen risicofactoren en het optreden van kanker worden op groepsniveau onderzocht, en niet bij individuen. De samenhang die voor individuele gevallen geldt, is niet noodzakelijkerwijs dezelfde als die op groepsniveau wordt aangetroffen.

Dit onderzoek heeft het RIVM uitgevoerd in samenwerking met het Integraal Kankercentrum Amsterdam (IKA) en GGD Kennemerland. Hiervoor is gebruik gemaakt van bestaande kankergegevens van het IKA op gebiedsniveau (viercijferige postcodegebieden). Het onderzoek is opgezet om na te gaan of er in de IJmond meer kanker voorkomt dan gemiddeld in gebieden buiten deze regio. Tevens is onderzocht wat de invloed is van SES, als indirecte indicator voor het rookgedrag, en van de historische blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van Corus op het optreden van longkanker. In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten, waarover een discussie volgt in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de conclusies op een rij gezet. De gegevens beschreven in paragraaf 3.4.3 en in Bijlage 3 zijn ter beschikking gesteld door GGD Kennemerland.

---

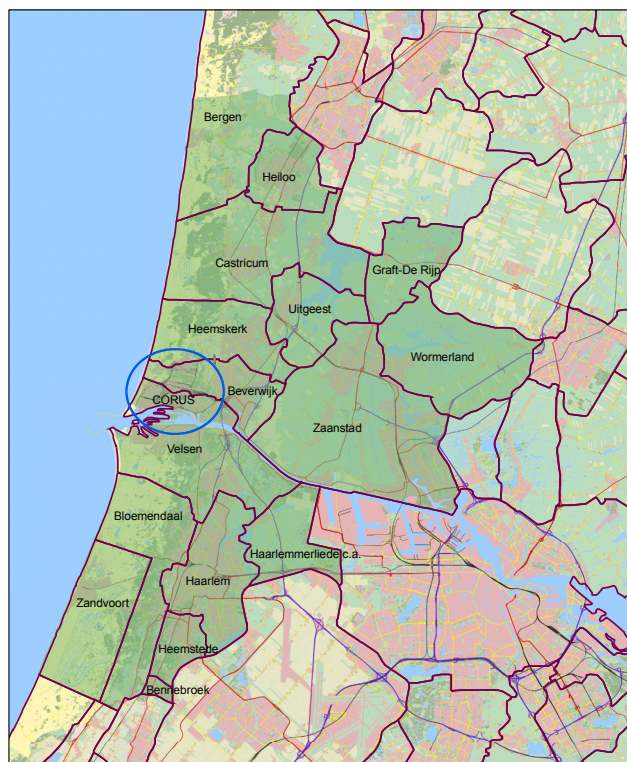
<sup>1</sup> Bij een *ecologisch epidemiologisch onderzoek* vormen groepen van individuen (populaties) de onderzoekseenheden en worden deze groepen op kenmerken met elkaar vergeleken. In dit onderzoek is er sprake van een geografische onderzoekseenheid, namelijk de groep inwoners in een postcodegebied.

N.B. In deze context heeft de term *ecologisch* dus niets te maken met de ecologie als wetenschap die zich bezighoudt met de wisselwerking tussen planten en dieren en hun milieu.

## 2 Uitvoering van het onderzoek

### 2.1 Onderzoeksgebied

Het gebied waar de GGD over rapporteert in het onderzoek naar kankerincidentie<sup>2</sup> (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007) is uitgangspunt geweest voor de afbakening van het onderzoeksgebied. Dit zijn de gemeenten die deel uitmaken van GGD Kennemerland (Bennebroek, Beverwijk, Bloemendaal, Haarlem, Haarlemmerliede en Spaarnwoude, Heemskerk, Heemstede, Uitgeest, Velsen, Zandvoort). In de Zembla-uitzending is gesuggereerd dat de kankerincidentie in de regio zou samenhangen met de emissies van Corus. Uitgaande van een overheersend zuidwestelijke windrichting in de IJmond, is het aannemelijk dat de emissies van Corus zich wat meer in noordoostelijke richting verspreiden. Daarom is het onderzoeksgebied in deze richting uitgebreid met vijf gemeenten (Castricum, Graft-de Rijk, Heiloo, Wormerland en Zaanstad) en één voormalige gemeente (Egmond, het zuidelijke deel van de huidige gemeente Bergen), zodat postcodegebieden die mogelijk door Corus worden belast, ruim omsloten zijn door gebieden die niet of nauwelijks door Corus worden belast. In Figuur 1 is dit gebied in kaart gebracht. Het omvat 106 viercijferige postcodegebieden zoals afgebeeld in Figuur 2<sup>3</sup>.

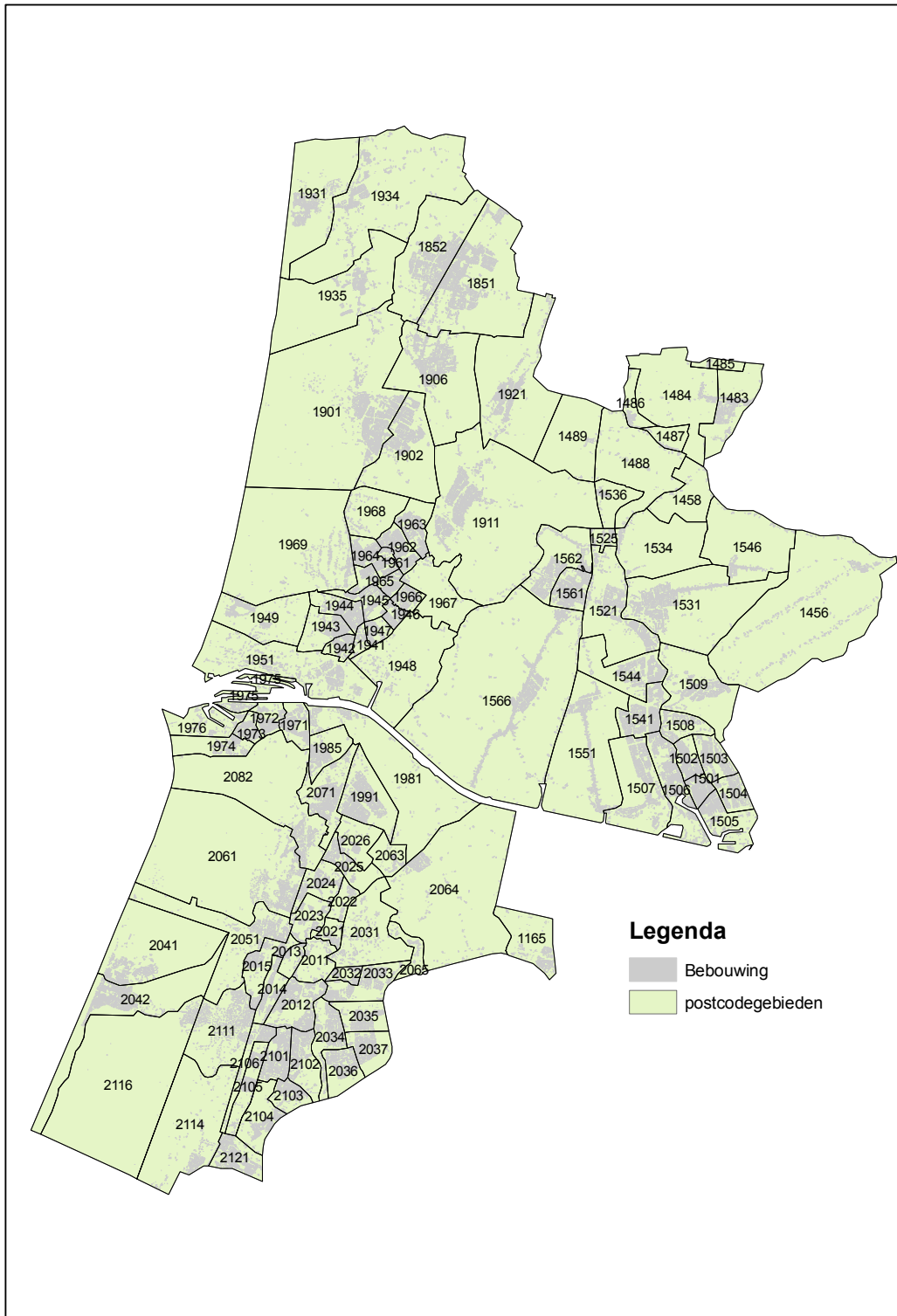


**Figuur 1. Kaart van het onderzoeksgebied**

<sup>2</sup> incidentie: het aantal nieuwe gevallen gedurende een specifieke periode, vaak een jaar

<sup>3</sup> in de onderzoeksperiode (1995-2006, zie par. 2.3) zijn een aantal wijzigingen opgetreden in de postcodegebieden. Zo zijn 1567 (Assendelft) en 1992 (Velsbroek) in de loop van deze periode nieuw gevormd en in dit onderzoek toegevoegd aan respectievelijk 1566 en 1991. Postcodegebied 2081 (Santpoort) is per 1998 opgeheven en toegevoegd aan 2061. Postcodegebied 2019 is een klein gebied binnen 2011 en daarmee samengevoegd (beide Haarlem-Centrum).





**Figuur 2. De viercijferige postcodegebieden in het onderzoeksgebied**

## 2.2 Gebruikte gegevens

### 2.2.1 Kankerregistratiedata

In het onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de kankerregistratie van het IKA. De bestudeerde tijdsperiode loopt van 1995 tot en met 2006 (12-jaarsperiode). Het startjaar (1995) is ingegeven door de beschikbaarheid van de benodigde populatiegegevens. Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) heeft populatiedata op postcodeniveau naar leeftijd, geslacht en etniciteit beschikbaar vanaf 1 januari 1995. De einddatum is bepaald door de beschikbaarheid van gegevens over de jaarlijkse kankerincidentie. Deze gegevens waren ten tijde van de dataverzameling bij het IKA voor Noord-Holland en Flevoland tot en met 2006 voorhanden. In Tabel 1 staan de typen kanker vermeld die in dit onderzoek zijn onderzocht (Visser et al., 2004). De selectie is in overleg met het IKA en GGD Kennemerland tot stand gekomen.

**Tabel 1. Selectie van typen kanker uit de IKA-kankerregistratie met de bijbehorende ICD-10-codering**

Locatie van de kanker	ICD-10 codering
Long	C34
Mesotheliom	C45
Bloed: Hematologische maligniteiten	C81-C95
Hoofd-hals	C00-C14, C30-C32
Spijverteringsorganen	C15-C26
Borst ♀	C50
Geslachtsorganen ♀	C51-C58
Prostaat ♂	C61
Nier en urinewegen	C64-C68
Overige kanker	C33, C37-44, C46-49, C60, C62-63, C69-80
Totaal kanker	C00-C95

### 2.2.2 Sociaaleconomische status (SES)

Individuele leefstijlfactoren, zoals roken, voeding, alcoholgebruik en overgewicht, bepalen in belangrijke mate het risico op kanker. Ook erfelijke factoren zijn van invloed. GGD Kennemerland heeft geen lange traditie wat betreft het systematisch monitoren van leefstijlfactoren in de regio. In het najaar van 2007 voerde de GGD een gezondheidsenquête uit onder een steekproef van ouderen van 65 jaar en ouder (Poort et al., 2008). In 2008 werd dit gevolgd door een onderzoek onder volwassenen van 18 tot 65 jaar; de resultaten van dit onderzoek worden in het najaar van 2009 gerapporteerd. De resultaten van deze onderzoeken hebben betrekking op de periode na het tijdvenster waarvoor de

gegevens over de kankerincidenties beschikbaar waren (1995-2006). Daarom is gezocht naar een alternatieve manier om met leefstijlfactoren in het onderzoek rekening te houden.

Van een aantal risicofactoren weten we dat ze sterk samenhangen met SES. Dat zijn voornamelijk roken, voeding en overgewicht. In populaties met een lage SES worden hogere percentages rokers en mensen met overgewicht aangetroffen dan in populaties met een hoge SES. Hierdoor verklaart SES in belangrijke mate het verschil in optreden van bepaalde typen kanker, zoals longkanker. Bij de analyses is rekening gehouden met SES, gebruik makend van SES-scores per postcodegebied van het Sociaal Cultureel Planbureau (SCP). Het SCP berekent eens in de vier jaar voor elk postcodegebied een SES-score, samengesteld uit de variabelen opleiding, inkomen en beroepsniveau (Knol, 1998). Met behulp van deze gegevens zijn alle Nederlandse postcodegebieden op de score gerangschikt. Uitgaande van de percentielen wordt deze reeks omgerekend naar een SES-rangorde die ligt tussen de 1 (= hoge SES) en de 100 (= lage SES). Wij hebben gebruik gemaakt van data uit de jaren 1994, 1998, 2002 en 2006. De veranderingen in vier jaar in de rangorde van een postcodegebied zijn zeer beperkt; de zogenaamde intraclass correlatie coëfficiënt voor de vier SES-rangordes van de 106 postcodegebieden bedraagt 0,87. Dit betekent dat de SES-rangorde uit een bepaald jaar een zeer goede voorspeller is voor de SES-rangorde in een andere periode. In de 12-jarige onderzoeksperiode zijn de SES-rangordes voor de tussenliggende jaren verkregen door lineaire interpolatie.

### **2.2.3 Luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus**

We hebben gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek naar de historische immissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009). Hierin is het geografisch verspreidingspatroon van de concentraties van Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) en van zware metalen in de periode 1950-2007 in kaart gebracht. Criteria voor de keuze van juist deze stoffen waren de mogelijke gevolgen voor de gezondheid van de omwonenden op basis van het emissierapport (Schols, 2009) én de mogelijke gevolgen voor het ecosysteem vanwege depositie op de bodem.

In het rapport over de historische immissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009) zijn de emissies voor PAK in zeven perioden (tijdvensters) opgedeeld: 1950-1959, 1960-1964, 1965-1971, 1972-1994, 1995-1997, 1998-1999, en 2000-20007. Deze zijn zodanig gekozen dat er binnen een tijdvenster niet teveel variatie in emissie wordt verondersteld. De emissiefactoren van 1985 waren de eerst beschikbare emissiefactoren uit de Emissieregistratie. Voor het berekenen van de concentraties vóór 1985 is de emissie evenredig gesteld aan de staalproductie van Corus, waarbij 1985 als referentie is gebruikt. Deze reeks van verkregen PAK concentraties wordt aangeduid als scenario “Emissie I”. De emissie van PAK in 1985 werd door Corus als onbetrouwbaar beoordeeld. Scenario “Emissie I” wordt, mede naar aanleiding van een vergelijking met metingen, als een “worst case” scenario beschouwd. Er is daarom een tweede scenario opgesteld (“Emissie II”) waarbij op basis van gegevens van Corus, per tijdvenster, de emissies van PAK naar beneden zijn geschaald.

Van de vier metalen (lood, cadmium, koper, zink) is de blootstelling aan lood en cadmium mogelijk relevant voor de gezondheid van omwonenden. Koper en zink zijn alleen relevant voor het ecosysteem en worden hier daarom niet nader beschouwd. De emissies van lood en cadmium zijn op een vergelijkbare wijze vastgesteld als hierboven voor PAK is beschreven. Voor de metalen is de emissie opgedeeld in acht tijdvensters: 1950-1954, 1955-1959, 1960-1969, 1970-1972, 1973-1984, 1985-1997, 1998- 2003 en 2004-2007. Er is één emissiescenario gehanteerd. Voor verdere informatie wordt verwezen naar het betreffende rapport over de historische immissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009).

De concentratie per postcodegebied is berekend door de gemodelleerde concentraties (gridgrootte 100 bij 100m) in een gebied van 15 bij 15 km in een geografisch informatiesysteem te koppelen aan de zwaartepunten van de 6-positie postcodegebieden van 1995. Per 6-positie postcodegebied is het aantal bewoners bekend, zodat vervolgens per viercijferig postcodegebied de populatie-gewogen gemiddelde concentratie kon worden berekend. Op deze wijze wordt vermeden dat lokaal verhoogde concentraties op plaatsen waar geen mensen wonen, van invloed zijn op de gemiddelde concentratie. Deze gemiddelde concentraties zijn in de verdere statistische analyses gebruikt.

## 2.3 Analyses

Voor dit onderzoek zijn verschillende epidemiologische analysetechnieken toegepast:

### *Directe standaardisatie*

Met de gegevens uit de kankerregistratie is voor het onderzoeksgebied de direct gestandaardiseerde incidentie per 100.000 inwoners per jaar berekend. De incidentie is een maat voor het aantal nieuwe gevallen van een ziekte per tijdseenheid, per aantal van de bevolking. Voor de directe standaardisatie worden eerst de leeftijd- en geslachtspecifieke incidenties berekend en vervolgens toegepast op de Europese Standaard Populatie. Deze direct gestandaardiseerde incidentie kan vervolgens met andere populaties worden vergeleken.

### *Indirecte standaardisatie*

Met dezelfde gegevens uit de kankerregistratie is per jaar en per postcodegebied de gestandaardiseerde incidentie ratio berekend (SIR, Standardized Incidence Ratio). Hierbij is indirect gestandaardiseerd. De SIR geeft de verhouding weer van het geobserveerde aantal kankergevallen in een bepaalde regio (hier een viercijferig postcodegebied) tot het aantal dat men in die regio verwacht op basis van het aantal leeftijd- en geslachtspecifieke kankergevallen in de referentieregio (i.c. het gehele onderzoeksgebied) (Inskip et al., 1983). De SIR wordt uitgedrukt als een percentage: een SIR van 100 % wil zeggen dat het geobserveerde aantal kankergevallen in een postcodegebied gelijk is aan het verwachte aantal. Een waarde hoger/lager dan 100 % wil zeggen dat het geobserveerde aantal kankergevallen in een postcodegebied hoger/lager is dan verwacht mag worden op basis van het gemiddelde aantal kankergevallen in het gehele onderzoeksgebied. Deze indirecte gestandaardiseerde SIR kan niet met populaties buiten het onderzoeksgebied worden vergeleken, maar kan wel gebruikt worden voor de hieronder beschreven ziektekartering.

### *Ziektekartering (met ruimtelijke smoothing)*

Het rechtstreeks in een kaart weergeven van de indirect gestandaardiseerde SIR levert vooral bij zeldzame ziekten een vertekend beeld op. Het verwachte aantal kankergevallen per postcodegebied en per jaar is dan vaak erg klein. Zeker in postcodegebieden met weinig inwoners leidt één geval meer of minder tot grote variatie ('ruis') in SIR. Als gevolg daarvan ziet men dan in zulke dunbevolkte gebieden op de kaart grote uitschieters (naar onder of boven) die niet het gevolg zijn van de onderliggende kans op het krijgen van kanker. Met behulp van ruimtelijke smoothing kan deze ruis uit de kaart worden verwijderd. Ruimtelijke smoothing maakt gebruik van informatie uit nabijgelegen postcodegebieden om de extreme SIRs te stabiliseren (Heisterkamp et al. 2000; Elliott et al., 2006; Lawson, 2009).

De ruimtelijke smoothing is in dit onderzoek uitgevoerd door gebruik te maken van het gangbare model voor ruimtelijke analyses van Besag-York-Mollié (Besag et al., 1991). Dit is een poisson-regressie model uitgebreid met termen voor de ruimtelijk gecorreleerde variatie en niet ruimtelijk

gecorrleerde extra variatie. De ruimtelijke variatie wordt meegenomen door middel van een burenmatrix.

Voor de volledigheid volgt hier de wiskundige notatie van het model. Het aantal geobserveerde kankergevallen  $y_i$  binnen een postcodegebied  $i$  wordt verondersteld Poisson verdeeld te zijn:

$$y_i \sim \text{Poisson}(E_i \theta_i)$$

waarbij  $E_i$  het verwachte aantal kankergevallen is en  $\theta_i$  de ruimtelijk gesmoothe SIR van postcodegebied  $i$  weergeeft. Het gevonden verschil tussen het aantal geobserveerde en het aantal verwachte kankergevallen wordt gemodelleerd met een log-lineair gemengd model:

$$\log \theta_i = X_i^T \beta + u_i + v_i$$

waarbij de  $X_i$  een matrix van covariabelen op gebiedsniveau is,  $\beta$  een vector met regressiecoëfficiënten en  $u_i$  en  $v_i$  de random effecten voor de ruimtelijk gestructureerde variatie en de overige ongestructureerde variatie voorstellen. De analyses zijn uitgevoerd in R (R Development Core Team, 2009) en WinBUGS (Lunn et al., 2000).

In het meest eenvoudige model vindt alleen ruimtelijke smoothing plaats en zijn geen andere factoren opgenomen om de gevonden verschillen tussen de postcodegebieden nader te verklaren. De met dit model geschatte gesmoothe SIRs zijn per kankertype geografisch weergegeven. De betrouwbaarheidsintervallen rond de geschatte SIRs kunnen niet in het zelfde kaartje worden weergegeven. Daarom is bij elk kaartje met geschatte SIRs een tweede kaartje toegevoegd waarin wordt aangegeven hoe groot de kans is dat de werkelijke SIR van het postcodegebied groter is dan 100 %.

#### *De invloed van risicofactoren*

Het is mogelijk om risicofactoren aan het ruimtelijke model toe te voegen. Hiermee kunnen aanwijzingen gevonden worden over mogelijke oorzaken voor de verschillen in het aantal kankergevallen tussen de postcodegebieden. Om de gevonden ruimtelijke variatie tussen de postcodegebieden nader te verklaren is het regressiemodel uitgebreid met een indicator voor de SES van elk postcodegebied. Daarna zijn indicatoren voor de historische blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van Corus aan het model toegevoegd. Bij het vaststellen van de invloed van SES of van de historische blootstelling op de geobserveerde kankerincidenties wordt het effect uitgedrukt als een *Relatief Risico* (RR). Het RR is het absolute risico van de ene groep (bijvoorbeeld mensen met een hoge blootstelling aan luchtverontreiniging) gedeeld door het absolute risico in een andere groep (mensen met een lage of geen blootstelling aan luchtverontreiniging). Een RR van 1 geeft aan dat er geen verband is tussen de risicofactor en het optreden van de ziekte. Een RR groter dan 1 betekent dat er een verhoogd risico is op ontwikkelen van een type kanker door mensen die behoren tot een bepaalde groep.

#### *Ziektakartering met risicofactoren*

Wanneer risicofactoren aan het ruimtelijk model worden toegevoegd, wordt het mogelijk een nieuwe SIR te berekenen waaruit het aandeel van deze risicofactoren is verwijderd. Kaartjes van deze aangepaste SIRs geven dan weer welke ziekteverdeling er in de kaart overblijft na uitschakeling van het SES-effect. Het resterend ziektepatroon kan dan inzicht geven in mogelijke andere factoren voor het optreden van kanker.

## 3 Resultaten

### 3.1 Beschrijving van het optreden van kanker

In de registratiedata van het IKA komen 18.329 mannen en 17.715 vrouwen voor met een geregistreerde vorm van kanker, in het gehele onderzoeksgebied in de 12-jaarsperiode 1995-2006. De gemiddelde populatie in dit gebied bedraagt per jaar 290.160 mannen en 303.860 vrouwen.

Tabel 2 geeft per type kanker het absolute aantal en het percentage van het totale aantal geobserveerde kankergevallen, in het gehele onderzoeksgebied in de 12-jaarsperiode.

In Tabel 3 is voor de verschillende typen kanker de gemiddelde jaarlijkse incidentie per 100.000 inwoners in de onderzoeksperiode beschreven. Bij het berekenen van deze incidenties is gebruikgemaakt van de Europese Standaard Populatie, zodat de incidenties eenvoudig met de incidenties in andere populaties kunnen worden vergeleken. In de tabel wordt een vergelijking gemaakt met de gemiddelde incidentie in Nederland. Hieruit blijkt dat de kankerincidentie in het gehele onderzoeksgebied redelijk overeenkomt met het landelijk gemiddelde, met uitzondering van die van mesothelioom. Over de verhoogde incidentie van mesothelioom is al eerder gerapporteerd door de GGD (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007). In de discussie (hoofdstuk 4) komen we hierop terug.

In Tabel 4 wordt voor longkanker ingezoomd op de gemeenten in de regio Kennemerland en wordt geïllustreerd wat het effect is van de keuze van een ander referentiegebied, namelijk het gehele onderzoeksgebied, in plaats van geheel Nederland. Uit de gegevens van GGD Kennemerland (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007) is per gemeente de (gestandaardiseerde) incidentie per 100.000 inwoners berekend over de periode 1995-2003. De incidentie wordt vergeleken met de incidentie in het gehele onderzoeksgebied en met die van geheel Nederland over dezelfde periode.

**Tabel 2. Totale aantallen geobserveerde kankergevallen in het gehele onderzoeksgebied en het percentage van het totale aantal gevallen, over de 12-jaarsperiode 1995-2006, uitgesplitst naar type kanker, naar geslacht en naar de totale bevolking**

Locatie van de kanker	mannen en vrouwen		mannen		vrouwen	
	totaal	%	totaal	%	totaal	%
Spijverteringsorganen	8.039	22,3	4.297	23,4	3.742	21,1
Borst ♀	5.582	15,5	-	-	5.582	31,5
Long	4.417	12,3	3.029	16,5	1.388	7,8
Prostaat ♂	3.648	10,1	3.648	19,9	-	-
Bloed: Hematologische maligniteiten	2.705	7,5	1.463	8,0	1.242	7,0
Nier- en urinewegen	2.040	5,7	1.458	8,0	582	3,3
Geslachtsorganen ♀	1.769	4,9	-	-	1.769	10,0
Hoofd-hals	1.203	3,3	818	4,5	385	2,2
Mesothelioom	332	0,9	280	1,5	52	0,3
Overige organen	6.309	17,5	3.336	18,2	2.973	16,8
<b>Totaal kanker</b>	<b>36.044</b>	<b>100</b>	<b>18.329</b>	<b>100</b>	<b>17.715</b>	<b>100</b>

**Tabel 3. De gemiddelde jaarlijkse incidentie per 100.000 inwoners in de 12-jaarsperiode (1995-2006) in het gehele onderzoeksgebied en het procentuele verschil met de gemiddelde incidentie in Nederland, uitgesplitst naar type kanker, en naar geslacht**

Locatie van de kanker	mannen en vrouwen		mannen		vrouwen	
	incidentie <sup>1</sup>	t.o.v. NL <sup>2</sup>	incidentie <sup>1</sup>	t.o.v. NL <sup>2</sup>	incidentie <sup>1</sup>	t.o.v. NL <sup>2</sup>
Spijverteringsorganen	87,7	+2,3 %	107,6	+2,6 %	67,8	+1,8 %
Borst ♀	62,5	+2,1 %	-	-	124,9	+2,1 %
Long	52,9	-5,1 %	75,5	-8,6 %	30,3	+5,4 %
Prostaat ♂	44,8	-2,7 %	89,5	-2,7 %	-	-
Bloed: Hematologische maligniteiten	31,6	+1,7 %	37,8	+0,5 %	25,5	+3,7 %
Nier- en urinewegen	23,6	-3,6 %	36,3	-0,9 %	10,9	-12 %
Geslachtsorganen ♀	18,9	-5,2 %	-	-	37,7	-5,2 %
Hoofd-hals	14,7	-1,1 %	21,2	-2,1 %	8,2	+1,8 %
Mesothelioom	4,0	+65 %	7,0	+61 %	1,0	+97 %
Overige organen	73,0	+5,9 %	85,5	+3,3 %	60,6	+9,8 %
<b>Totaal kanker</b>	<b>413,7</b>	<b>+0,8 %</b>	<b>460,4</b>	<b>-0,5 %</b>	<b>366,9</b>	<b>+2,5 %</b>

<sup>1</sup> gemiddelde jaarlijkse incidentie per 100.000 inwoners over de periode 1995-2006 met de Europese Standaard Populatie

<sup>2</sup> landelijke cijfers waren nog niet beschikbaar voor 2006, zodat over de periode 1995-2005 is vergeleken

**Tabel 4. De gemiddelde jaarlijkse longkankerincidentie per 100.000 inwoners per gemeente in de regio Kennemerland, het procentuele verschil met de incidentie in het gehele onderzoeksgebied, en het procentuele verschil met de incidentie in Nederland, voor de periode 1995-2003.**

Longkanker	Incidentie <sup>1</sup>	Percentage		Percentage	
Gemeente	aantal per 100.000 inw.	verschil t.o.v. regio	95 % bthi <sup>2</sup>	verschil t.o.v. NL	95 % bthi <sup>2</sup>
Bennebroek	38,3	- 28	-52 tot 5	- 34*	-55 tot -1
Beverwijk	65,4	+23*	9 tot 39	+17*	3 tot 32
Bloemendaal	36,6	- 31*	-45 tot -14	- 37*	-48 tot -19
Haarlem	59,2	+12*	4 tot 19	+ 6	-2 tot 13
Haarlemmerliede	57,6	+ 9	-28 tot 58	+ 3	-32 tot 49
Heemskerk	53,0	0	-14 tot 15	- 6	-19 tot 9
Heemstede	45,3	- 14	-28 tot 1	-20*	-32 tot -5
Uitgeest	51,4	- 3	-29 tot 29	- 9	-33 tot 22
Velsen	56,2	+ 6	-4 tot 17	0	-10 tot 10
Zandvoort	57,5	+ 9	-10 tot 30	+ 3	-15 tot 23

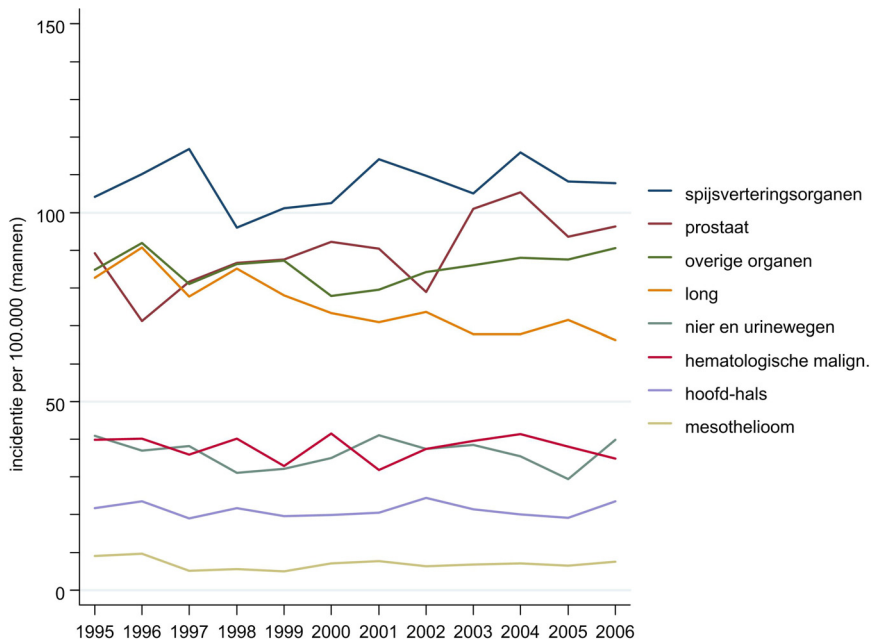
<sup>1</sup> gemiddelde jaarlijkse incidentie per 100.000 inwoners over de periode 1995-2003 met de Europese Standaard Populatie

<sup>2</sup> betrouwbaarheidsinterval

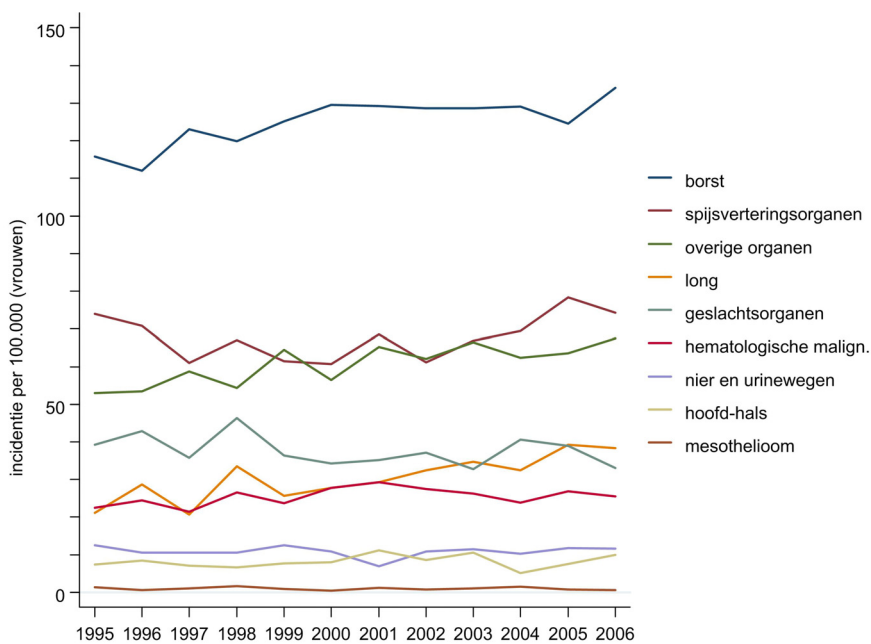
\* statistisch significant verschil

Uit Tabel 4 blijkt dat de bevindingen van GGD Kennemerland niet of nauwelijks veranderen wanneer gekeken wordt naar een ander referentiegebied; de longkankerincidentie in Beverwijk blijft verhoogd, die in Bloemendaal verlaagd.

De Figuren 3 en 4 laten de trends zien voor de verschillende typen kanker, bij respectievelijk mannen en vrouwen in het gehele onderzoeksgebied. Wederom zijn de gegevens gestandaardiseerd naar de Europese Standaard Populatie. Deze trends komen overeen met de landelijke. Zo is te zien dat de incidentie van longkanker in de periode 1995-2006 bij mannen afneemt en bij vrouwen juist toeneemt. Dit wordt verklaard door de verandering in rookgewoonten in de afgelopen 30 jaar; het aantal rokende mannen daalde, terwijl het aantal rokende vrouwen steeg (Zandwijk et al., 2008).



**Figuur 3. Trend over de 12-jaarsperiode 1995-2006, van het optreden van de verschillende typen kanker in het gehele onderzoeksgebied bij mannen**



**Figuur 4. Trend over de 12-jaarsperiode 1995-2006, van het optreden van de verschillende typen kanker in het gehele onderzoeksgebied bij vrouwen**



## 3.2 Geografisch patroon van het optreden van kanker

In de Figuren 5a tot en met 9c zijn de resultaten in kaart gebracht voor de totale bevolking per postcodegebied en, indien van toepassing, uitgesplitst naar mannen en vrouwen, van de vier typen kanker die het meest frequent optreden (kanker in de spijsverteringsorganen, borst, long en prostaat) en van totaal kanker (alle typen bij elkaar genomen). In Bijlage 1 zijn de resultaten te zien van de typen kanker die minder frequent optreden (Figuren B1 tot en met B6c: geslachtsorganen, hematologische maligniteiten, nier- en urinewegen, hoofd-hals, mesotheloom, en overige organen).

De linkerkaart geeft steeds een geografische weergave van de incidentie per postcodegebied, uitgedrukt in SIR (zie paragraaf 2.3), gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. Een SIR van rond de 100 % betekent dat de incidentie rond het gemiddelde van het gehele onderzoeksgebied ligt. Een SIR van onder de 100 % betekent dat de incidentie lager dan gemiddeld is, een SIR van boven de 100 % betekent dat de incidentie hoger dan gemiddeld is. Bij het interpreteren van de resultaten is het belangrijk te letten op de *grootte* en de *verdeling* van de SIRs, af te lezen in de legenda. Deze verschilt steeds per kaart, afhankelijk van hoe de SIRs van de postcodegebieden zijn verdeeld tussen de minimale en de maximale SIR.

In de rechterkaart is steeds de overschrijdingskans af te lezen. Dit is de kans dat de werkelijke SIR van het postcodegebied hoger is dan het gemiddelde (i.e.  $SIR > 100\%$ ). Naarmate de overschrijdingskans hoger wordt, wordt het minder waarschijnlijk dat een gevonden verhoging op toeval berust. De hoogste categorie uit de legenda (rode kleur, overschrijdingskans 0,975-1) geeft dan ook de gebieden aan waarvan het 95 % betrouwbaarheidsinterval rond de geschatte SIR de gemiddelde waarde (100 %) niet omvat. In die gebieden wijkt de geschatte SIR bij deze betrouwbaarheidsgrens dus significant af van het gemiddelde. Hoewel de formele statistische interpretatie iets anders luidt, zou men dit eenvoudig gezegd zo kunnen interpreteren: er is 95 % kans dat de werkelijke SIR voor zo'n gebied ook groter is dan 100 %.

Uit de kaarten is af te lezen dat het optreden van kanker in spijsverteringsorganen (Figuur 5), borst (Figuur 6) en prostaat (Figuur 7) niet statistisch significant is verhoogd in postcodegebieden in de IJmond; op de rechterkaartjes is te zien dat de postcodegebieden in de IJmond bij geen van deze typen kanker in de hoogste categorie valt. Ook alle minder frequent optredende typen kanker (zie Bijlage 1) zijn niet statistisch significant verhoogd in deze regio. Dat betekent dat de *berekende* incidenties van al deze typen kanker in de IJmond niet afwijken van de *verwachte* incidenties op basis van de aantallen in het gehele onderzoeksgebied.

De incidenties van longkanker (Figuur 8) zijn in een aantal postcodegebieden in de IJmond, in de gemeenten Beverwijk en Velsen, statistisch significant verhoogd. Tabel 5 geeft een overzicht van de SIR per postcodegebied in deze twee gemeenten, uitgesplitst naar geslacht. Uit deze tabel blijkt dat het gaat om 3 postcodegebieden in de gemeente Beverwijk en 3 postcodegebieden in de gemeente Velsen. In twee postcodegebieden in de gemeente Velsen is sprake van een statistisch significant verlaagde longkankerincidentie. Onderaan Tabel 4 zijn van de overige postcodegebieden de 10 met de hoogste SIR weergegeven. Deze postcodegebieden zijn afkomstig uit de gemeenten Haarlem, Haarlemmerliede en Spaarnwoude en Heemskerk; in de gemeente Haarlem wijkt de SIR van een deel van de postcodegebieden statistisch significant van 100 % af. De SIRs in de postcodegebieden uit de drie gemeenten zijn van een vergelijkbare omvang als die in Beverwijk en Velsen. Dat betekent dat de SIRs die in Beverwijk en Velsen voor longkanker worden aangetroffen, niet uniek zijn in het onderzoeksgebied.

Uit Tabel 5 blijkt verder dat het aantal nieuwe gevallen van longkanker in Beverwijk, variërend per postcodegebied, voor mannen 9 – 27 % en voor vrouwen 1 – 33 % hoger is dan verwacht op grond van de leeftijdsamenstelling. Voor een aantal postcodegebieden is deze verhoging statistisch significant. De GGD vond in de eerdere rapportage (Hulpverleningsdienst Kennemerland, 2007) dat longkanker in de gehele gemeente Beverwijk bij vrouwen 31 % en bij mannen 12 % vaker optreedt dan gemiddeld in Nederland. In de gehele gemeente Velsen werd in het GGD-onderzoek geen statistisch significant verhoogd optreden van longkanker gevonden. Uit Tabel 5 blijkt dat een deel van de postcodegebieden in Velsen een SIR heeft van minder dan 100 %. Het andere deel is verhoogd; de SIR voor mannen is maximaal 133 %, voor vrouwen 144 %. Wanneer wij in ons onderzoek de SIRs aggregeren naar de gehele gemeente vinden wij een statistisch significante verhoging van longkanker van 21 % in de gemeente Beverwijk (SIR=121 %, 95 % bthi=109 – 134) en een niet-statistisch significante verhoging van longkanker van 7 % in de gemeente Velsen (SIR=107 %, 95 % bthi= 98 – 116). Onze bevindingen zijn zodoende vergelijkbaar met die van de GGD, die betrekking hebben op een andere onderzoeksperiode (1989-2003)

Bij totaal kanker is er sprake van een licht verhoogde kans op het optreden van kanker in de IJmond. Ook hiervan is de SIR per postcodegebied in de gemeenten Beverwijk en Velsen weergegeven (Tabel 6). Uit deze tabel blijkt dat de SIRs veel lager liggen dan bij longkanker, met verhogingen tot maximaal 10 %. De verhoogde incidentie is slechts in één postcodegebied in de gemeente Beverwijk statistisch significant. Ook in Haarlem en in Zandvoort wordt één postcodegebied met een statistisch significante verhoging aangetroffen. Wanneer we de SIRs aggregeren naar de gehele gemeente vinden wij een kleine statistisch significante verhoging van totaal kanker van 5 % in de gemeente Beverwijk (SIR=105 %, 95 % bthi=101 – 109) en geen verhoging van totaal kanker in de gemeente Velsen (SIR=100 %, 95 % bthi= 98 – 103).

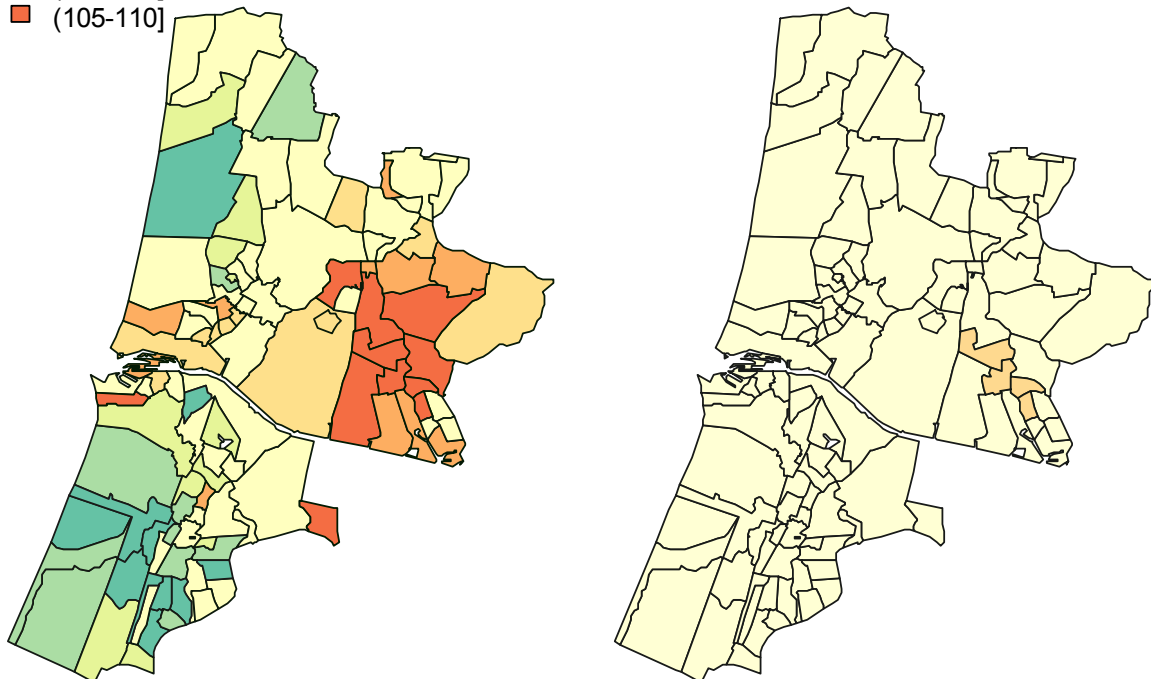
## SPIJSVERTERINGSORGANEN

SIR in procenten

- [91,6-95]
- (95-96,8]
- (96,8-98,5]
- (98,5-103]
- (103-104]
- (104-105]
- (105-110]

Kans SIR > 100%

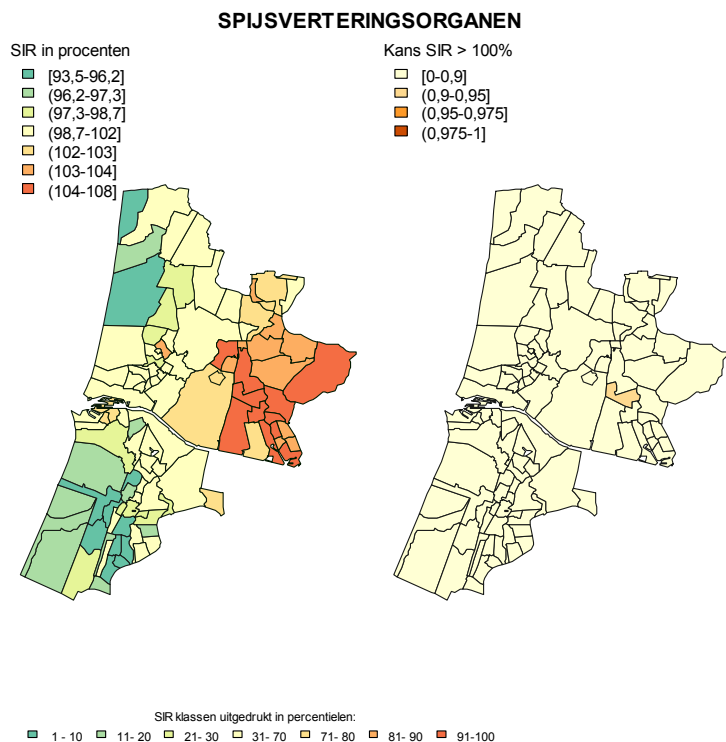
- [0-0,9]
- (0,9-0,95]
- (0,95-0,975]
- (0,975-1]



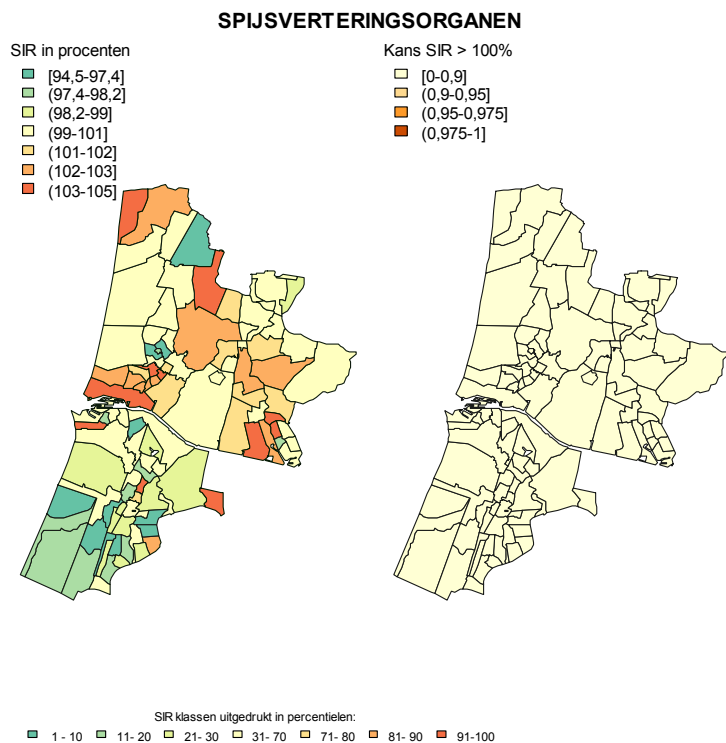
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100

**Figuur 5a. Incidenties van kanker in spijsverteringsorganen, in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 5b. Incidenties van kanker in spijsverteringsorganen onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 5c. Incidenties van kanker in spijsverteringsorganen onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

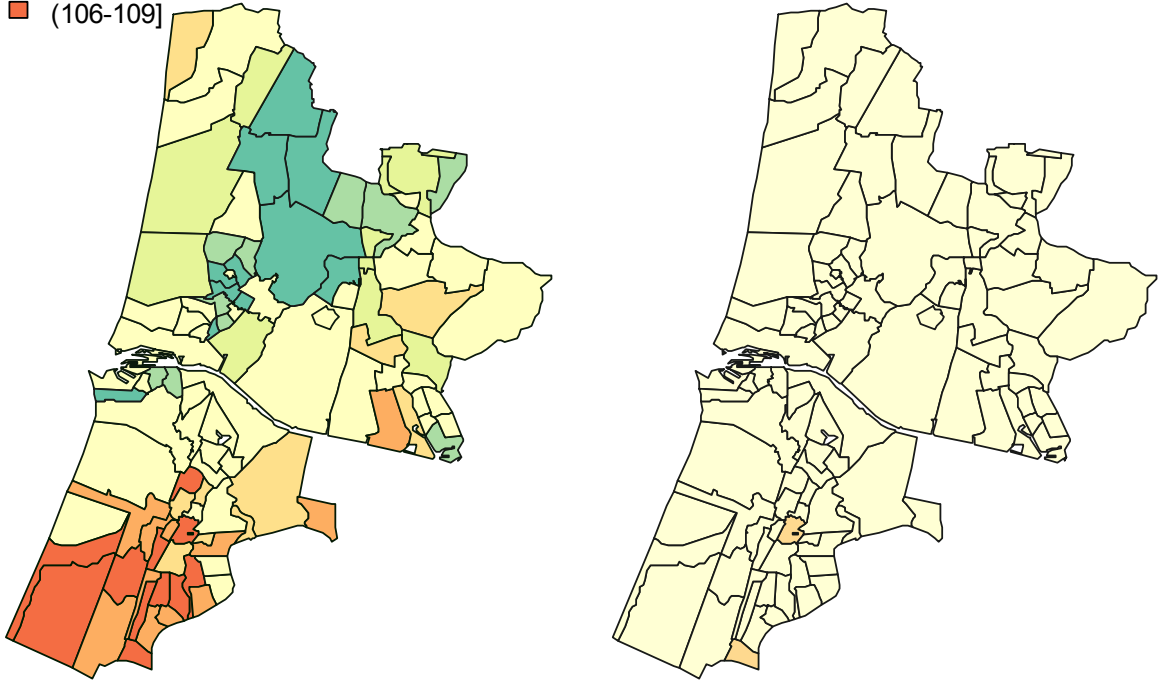
## BORSTKANKER

SIR in procenten

- [90,2-94,2]
- (94,2-95,6]
- (95,6-96,1]
- (96,1-102]
- (102-103]
- (103-106]
- (106-109]

Kans SIR > 100%

- [0-0,9]
- (0,9-0,95]
- (0,95-0,975]
- (0,975-1]



SIR klassen uitgedrukt in percentielen:

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100

**Figuur 6. Incidenties van borstkanker (alleen vrouwen) (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

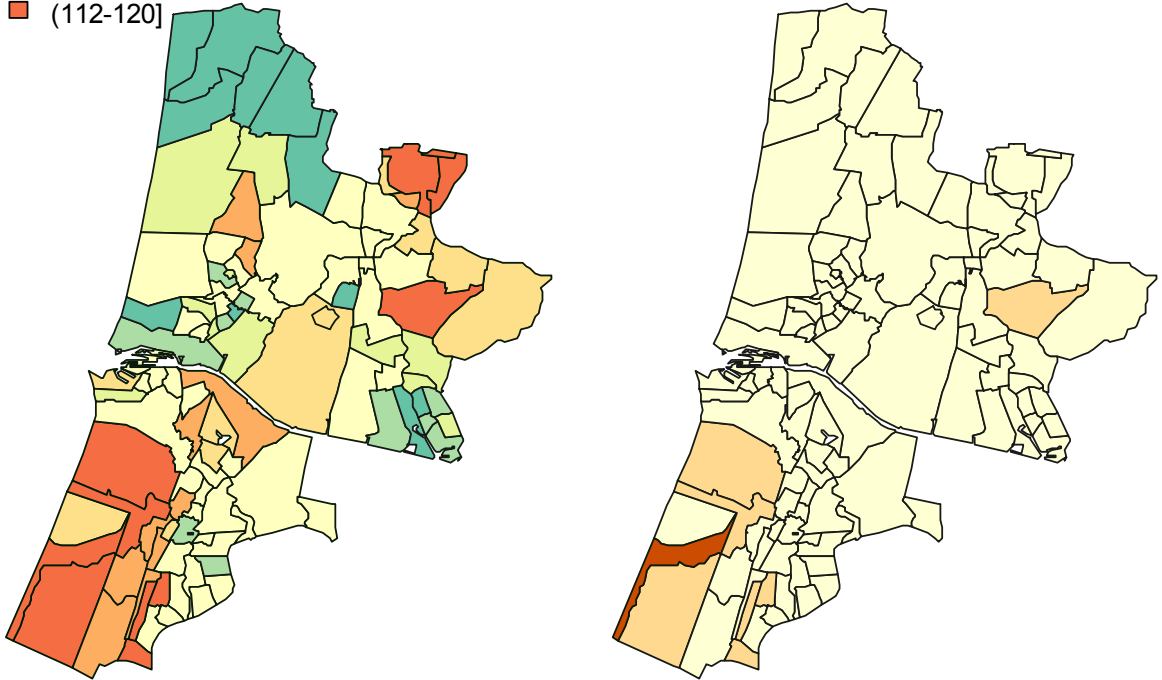
**PROSTAAT**

SIR in procenten

- [83,2-92,7]
- (92,7-94,7]
- (94,7-96,6]
- (96,6-104]
- (104-106]
- (106-112]
- (112-120]

Kans SIR > 100%

- [0-0,9]
- (0,9-0,95]
- (0,95-0,975]
- (0,975-1]



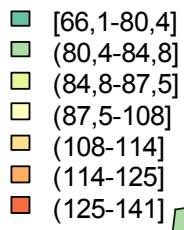
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100

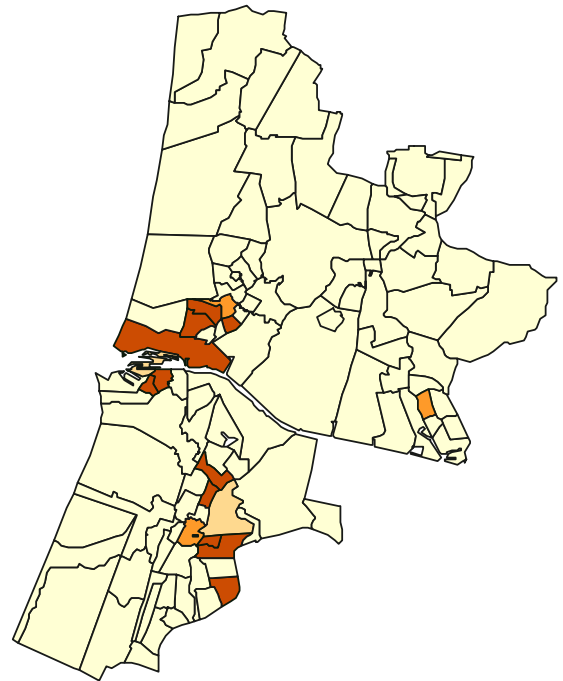
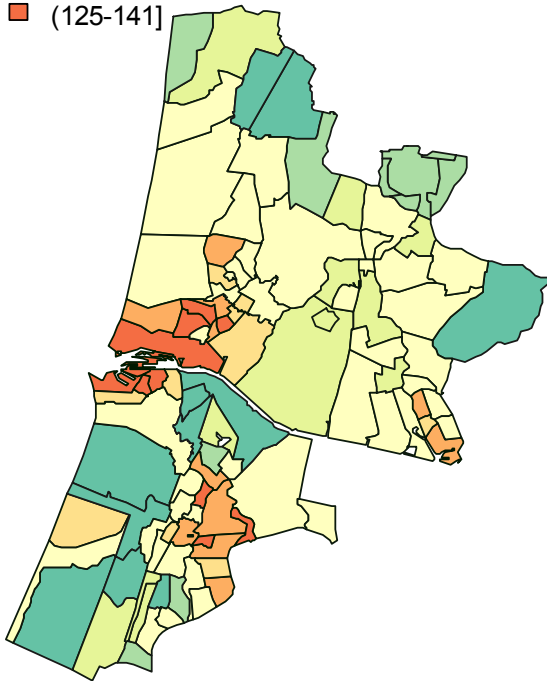
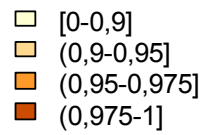
**Figuur 7. Incidenties van prostaatkanker (alleen mannen) (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

## LONGKANKER

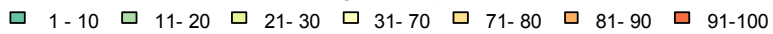
SIR in procenten



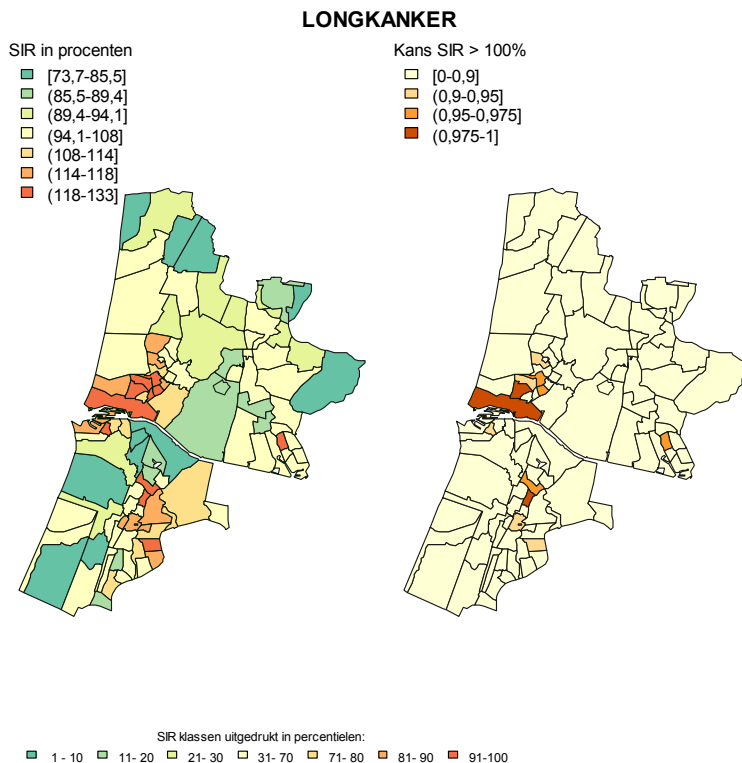
Kans SIR > 100%



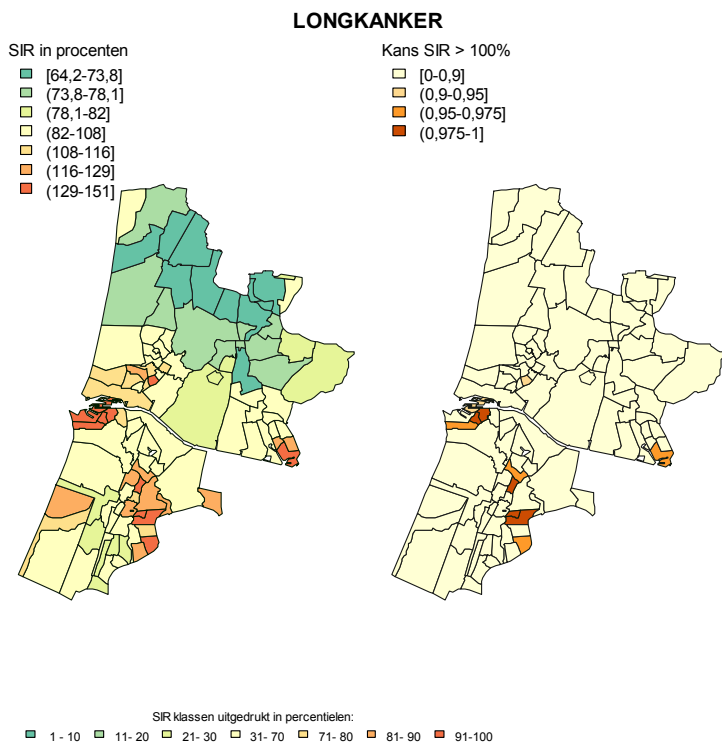
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur 8a. Incidenties van longkanker in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 8b. Incidenties van longkanker onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

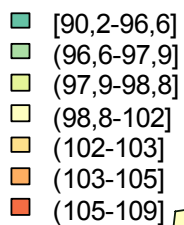


**Figuur 8c. Incidenties van longkanker onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

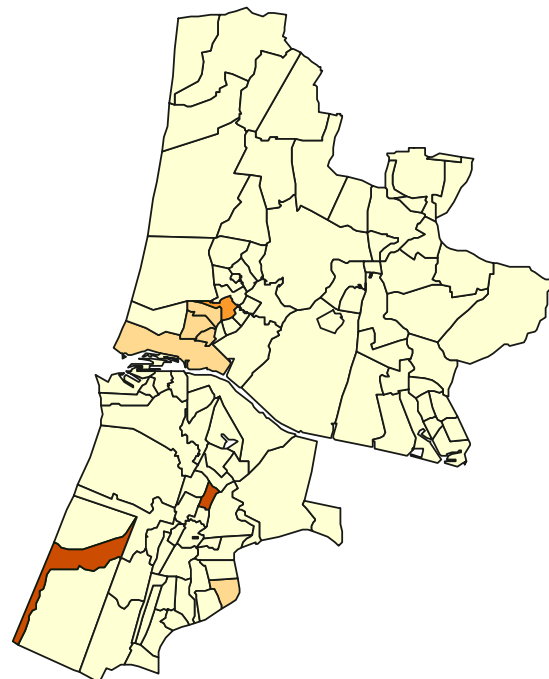
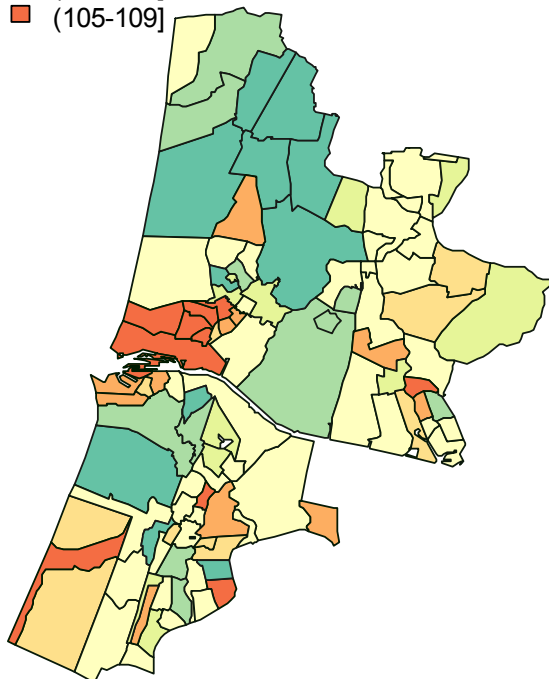
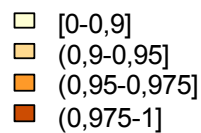


## TOTAAL KANKER

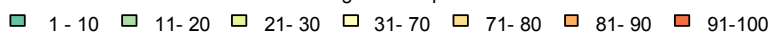
SIR in procenten



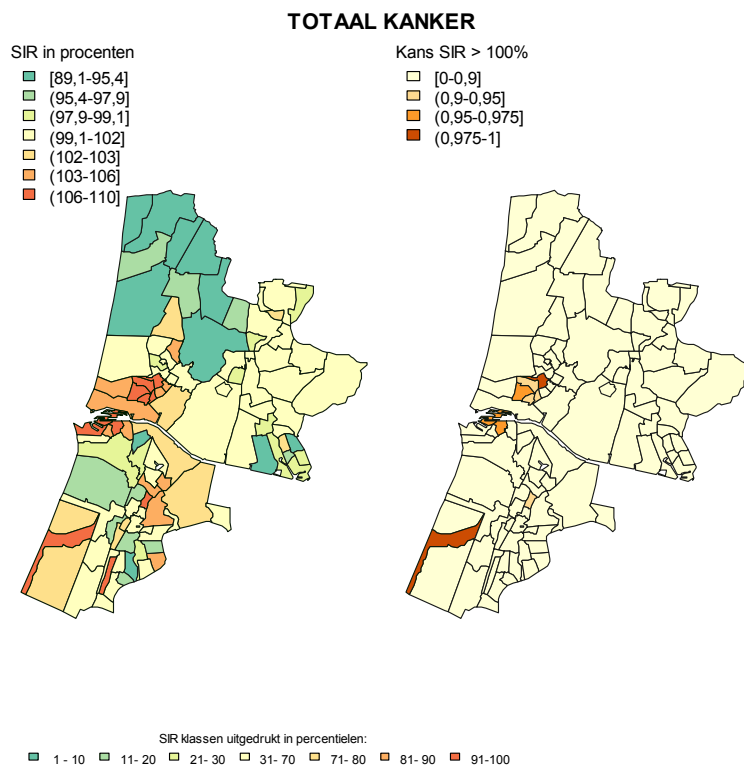
Kans SIR > 100%



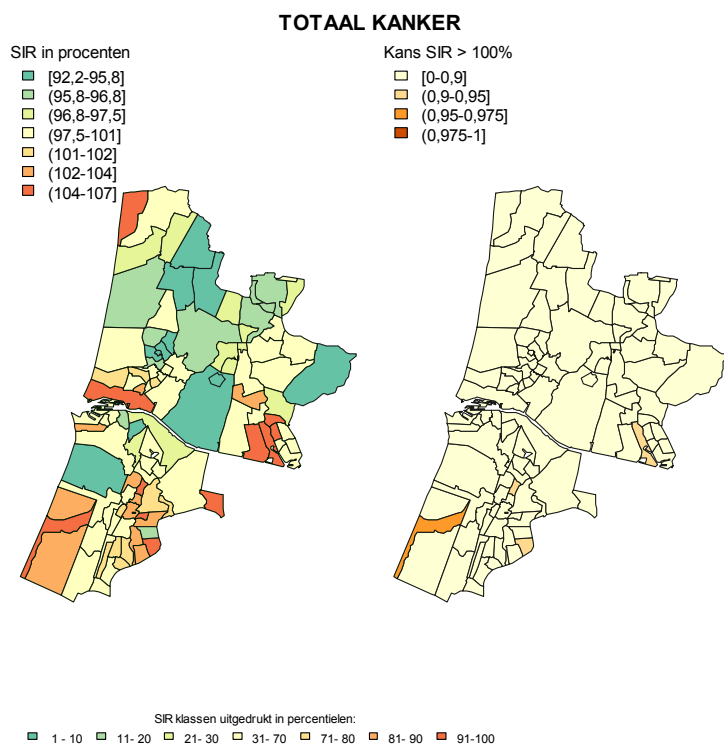
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur 9a. Incidenties van alle typen kanker tezamen, in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 9b. Incidenties van alle typen kanker tezamen, onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 9c. Incidenties van alle typen kanker tezamen, onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

**Tabel 5. Gemiddeld aantal inwoners (afgerond op tientallen) en aantal longkankergevallen naar geslacht in de periode 1995-2006 en Standardized Incidence Ratio (SIR, %) en 95 %-betrouwbaarheidsinterval (bthi) na correctie voor leeftijd en geslacht, in de postcodegebieden in de gemeenten Beverwijk en Velsen en in 10 overige postcodegebieden met de hoogste SIR (dit is dus een selectie van postcodegebieden uit Figuur 8)**

Gemeente Postcode	Mannen				Vrouwen				Totaal	
	Inwoners	Gevallen	SIR	(95% bthi)	Inwoners	Gevallen	SIR	(95% bthi)	SIR	(95% bthi)
<b>Beverwijk</b>										
1941	1560	23	118 ( 91 - 149 )		1770	11	112 ( 79 - 151 )		116 ( 91 - 143 )	
1942	1140	10	109 ( 78 - 145 )		1230	4	102 ( 66 - 144 )		104 ( 76 - 138 )	
1943	2620	40	129 ( 101 - 162 )*		2710	13	110 ( 76 - 150 )		128 ( 102 - 157 )*	
1944	3600	51	120 ( 96 - 147 )		3640	25	119 ( 89 - 159 )		126 ( 104 - 150 )*	
1945	3210	49	121 ( 98 - 149 )		3550	20	110 ( 81 - 145 )		119 ( 98 - 144 )	
1946	2100	27	115 ( 89 - 146 )		2250	9	103 ( 72 - 144 )		114 ( 88 - 142 )	
1947	1720	24	127 ( 96 - 164 )		1720	15	133 ( 91 - 189 )		141 ( 110 - 180 )*	
1948	540	2	110 ( 80 - 145 )		540	0	101 ( 68 - 142 )		108 ( 78 - 143 )	
1949	1120	15	117 ( 86 - 156 )		1060	6	110 ( 73 - 159 )		121 ( 90 - 156 )	
<b>Velsen</b>										
1951	2640	45	133 ( 106 - 167 )*		2590	12	109 ( 78 - 149 )		131 ( 106 - 161 )*	
1971	4130	59	113 ( 90 - 139 )		4270	23	108 ( 78 - 146 )		112 ( 92 - 135 )	
1972	4020	57	112 ( 91 - 137 )		4240	35	143 ( 108 - 187 )*		125 ( 104 - 149 )*	
1973	2560	46	119 ( 94 - 147 )		2660	24	144 ( 104 - 192 )*		133 ( 107 - 162 )*	
1974	2850	29	100 ( 77 - 127 )		3000	22	139 ( 98 - 189 )		113 ( 89 - 141 )	
1975	1120	14	114 ( 84 - 152 )		1170	10	140 ( 94 - 201 )		127 ( 95 - 165 )	
1976	170	5	117 ( 82 - 164 )		140	0	133 ( 82 - 203 )		129 ( 88 - 181 )	
1981	980	7	85 ( 64 - 110 )		980	2	87 ( 58 - 122 )		79 ( 59 - 103 )	
1985	1510	8	74 ( 52 - 96 )		1750	5	85 ( 56 - 120 )		66 ( 48 - 87 )	
1991	7910	39	89 ( 69 - 110 )		7910	17	86 ( 60 - 117 )		86 ( 68 - 105 )	
2071	3410	23	76 ( 58 - 94 )		3520	15	91 ( 65 - 122 )		74 ( 58 - 92 )	
2082	1500	18	94 ( 73 - 117 )		1640	8	107 ( 78 - 141 )		94 ( 73 - 116 )	
<b>Haarlem</b>										
2022	3990	54	128 ( 102 - 160 )*		4140	28	138 ( 100 - 184 )*		139 ( 113 - 169 )*	
2025	4310	67	119 ( 98 - 146 )		4680	35	125 ( 96 - 162 )		124 ( 104 - 147 )*	
2032	3480	46	116 ( 92 - 144 )		3670	32	150 ( 109 - 202 )*		131 ( 106 - 159 )*	
2033	6210	74	112 ( 92 - 134 )		6550	45	133 ( 104 - 168 )*		121 ( 103 - 141 )*	
2035	3110	42	118 ( 92 - 149 )		3570	16	109 ( 76 - 148 )		113 ( 89 - 138 )	
2037	3810	50	115 ( 90 - 143 )		4150	32	134 ( 97 - 178 )		122 ( 100 - 147 )*	
<b>Haarlemmerliede en Spaarnwoude</b>										
1165	1190	11	96 ( 65 - 138 )		1250	9	126 ( 71 - 202 )		105 ( 71 - 147 )	
2065	170	4	114 ( 80 - 162 )		160	2	123 ( 74 - 196 )		127 ( 85 - 183 )	
<b>Heemskerk</b>										
1964	3740	60	118 ( 95 - 144 )		4100	21	95 ( 69 - 127 )		114 ( 93 - 136 )	
1968	170	8	118 ( 86 - 163 )		170	1	87 ( 58 - 125 )		114 ( 84 - 156 )	

\*) SIR is statistisch significant groter dan 100%

**Tabel 6. Gemiddeld aantal inwoners (afgerond op tientallen) en totaal aantal kankergevallen naar geslacht in de periode 1995-2006 en Standardized Incidence Ratio (SIR, %) en 95 %-betrouwbaarheidsinterval (bthi) na correctie voor leeftijd en geslacht, in de postcodegebieden in de gemeenten Beverwijk en Velsen en in 10 overige postcodegebieden met de hoogste SIR (dit is dus een selectie van postcodegebieden uit Figuur 9)**

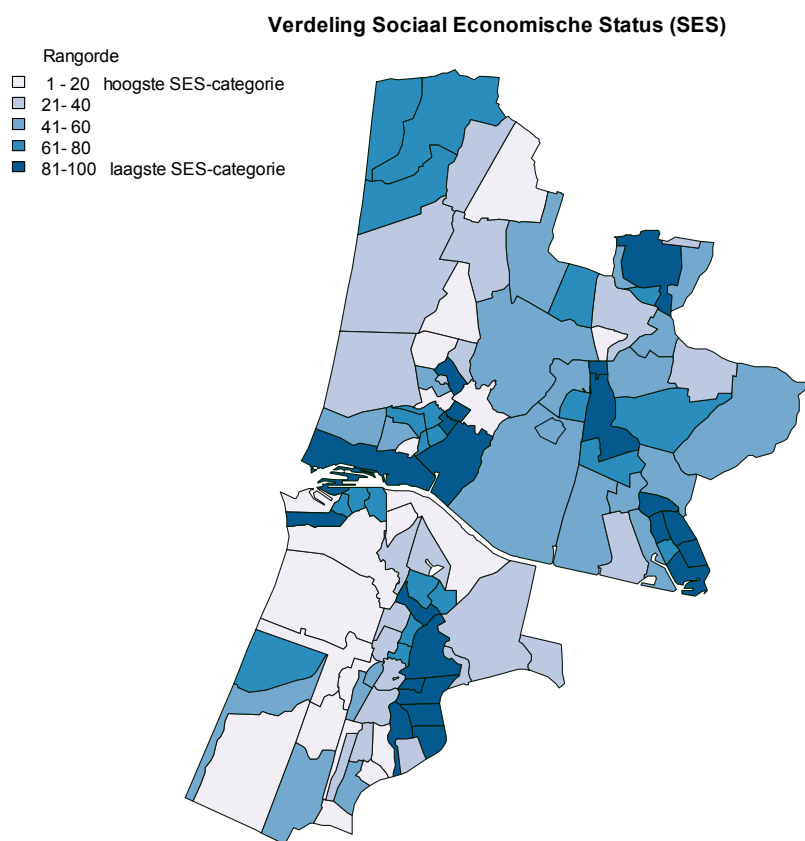
Gemeente Postcode	Mannen				Vrouwen				Totaal	
	Inwoners	Gevallen	SIR	(95% bthi)	Inwoners	Gevallen	SIR	(95% bthi)	SIR	(95% bthi)
<b>Beverwijk</b>										
1941	1560	134	107 ( 97 - 117 )		1770	138	100 ( 92 - 109 )		103 ( 95 - 111 )	
1942	1140	94	108 ( 98 - 121 )		1230	87	103 ( 93 - 113 )		107 ( 98 - 117 )	
1943	2620	193	109 ( 99 - 119 )		2710	142	100 ( 91 - 109 )		105 ( 98 - 113 )	
1944	3600	263	106 ( 98 - 115 )		3640	231	102 ( 94 - 111 )		105 ( 99 - 112 )	
1945	3210	271	109 ( 101 - 119 )*		3550	233	100 ( 93 - 108 )		106 ( 99 - 113 )	
1946	2100	148	105 ( 96 - 116 )		2250	117	99 ( 90 - 108 )		103 ( 96 - 111 )	
1947	1720	101	105 ( 95 - 116 )		1720	93	102 ( 93 - 112 )		105 ( 97 - 113 )	
1948	540	13	102 ( 92 - 113 )		540	16	99 ( 91 - 109 )		101 ( 92 - 110 )	
1949	1120	84	105 ( 94 - 117 )		1060	72	102 ( 93 - 113 )		106 ( 97 - 115 )	
<b>Velsen</b>										
1951	2640	171	105 ( 95 - 114 )		2590	174	104 ( 96 - 114 )		106 ( 98 - 114 )	
1971	4130	289	103 ( 95 - 112 )		4270	240	97 ( 88 - 104 )		100 ( 93 - 106 )	
1972	4020	326	107 ( 99 - 117 )		4240	277	100 ( 92 - 107 )		104 ( 98 - 110 )	
1973	2560	212	104 ( 95 - 114 )		2660	182	100 ( 92 - 109 )		102 ( 95 - 109 )	
1974	2850	186	102 ( 92 - 112 )		3000	195	103 ( 95 - 113 )		104 ( 96 - 112 )	
1975	1120	102	110 ( 99 - 123 )		1170	73	99 ( 90 - 109 )		105 ( 96 - 115 )	
1976	170	20	107 ( 95 - 121 )		140	8	100 ( 90 - 112 )		104 ( 94 - 115 )	
1981	980	92	103 ( 93 - 113 )		980	61	97 ( 88 - 106 )		100 ( 92 - 108 )	
1985	1510	120	95 ( 86 - 105 )		1750	135	95 ( 86 - 103 )		92 ( 85 - 100 )	
1991	7910	280	100 ( 92 - 108 )		7910	277	98 ( 90 - 106 )		99 ( 92 - 105 )	
2071	3410	250	99 ( 91 - 107 )		3520	220	97 ( 89 - 105 )		97 ( 91 - 104 )	
2082	1500	113	98 ( 89 - 107 )		1640	119	99 ( 92 - 107 )		98 ( 91 - 105 )	
<b>Haarlem</b>										
2022	3990	252	107 ( 99 - 118 )		4140	245	106 ( 98 - 115 )		108 ( 101 - 116 )*	
2025	4310	314	105 ( 97 - 114 )		4680	281	99 ( 92 - 106 )		101 ( 95 - 107 )	
2037	3810	269	103 ( 94 - 112 )		4150	283	106 ( 98 - 116 )		105 ( 98 - 113 )	
<b>Haarlemmerliede en Spaarnwoude</b>										
1165	1190	80	102 ( 89 - 116 )		1250	88	106 ( 93 - 121 )		105 ( 94 - 116 )	
<b>Heemstede</b>										
2105	1980	189	106 ( 96 - 117 )		2060	164	101 ( 93 - 111 )		103 ( 96 - 111 )	
<b>Zaanstad</b>										
1502	3370	281	102 ( 94 - 112 )		3940	315	105 ( 97 - 114 )		104 ( 98 - 111 )	
1506	5670	324	98 ( 91 - 106 )		5690	344	105 ( 98 - 114 )		103 ( 97 - 109 )	
1507	5960	160	94 ( 85 - 103 )		5970	236	106 ( 97 - 116 )		101 ( 93 - 108 )	
1508	2250	123	101 ( 92 - 110 )		2240	123	105 ( 96 - 115 )		105 ( 97 - 114 )	
<b>Zandvoort</b>										
2042	3870	376	110 ( 101 - 119 )*		4270	366	107 ( 99 - 115 )		109 ( 102 - 116 )*	

\*) SIR is statistisch significant groter dan 100%

## 3.3 De invloed van SES op het optreden van kanker

### 3.3.1 Geografisch beeld van SES

Figuur 10 geeft een geografisch beeld van de SES-rangorde per postcodegebied zoals die in het gehele onderzoeksgebied voorkomt. Ten behoeve van het kaartje is de SES-rangorde in vijf klassen ingedeeld op basis van de verdeling in Nederland. De gemiddelde SES in het gehele onderzoeksgebied ligt iets hoger (rangorde 42) dan het gemiddelde in Nederland (rangorde 50). Echter, binnen het onderzoeksgebied is sprake van een grote heterogeniteit, met in het algemeen een hogere SES-rangorde (lagere sociaaleconomische status) in postcodegebieden in de IJmond en in stedelijke gebieden als Haarlem en Zaanstad.

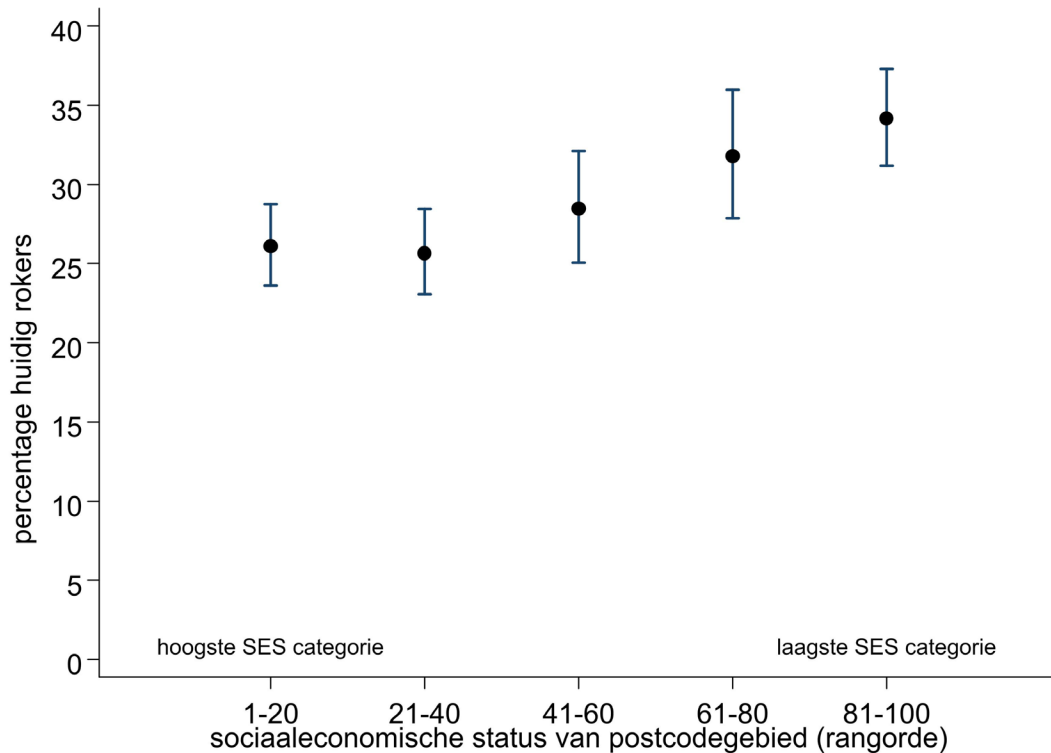


Figuur 10. Geografische weergave van de SES-rangorde per viercijferig postcodegebied

### 3.3.2 Relatie tussen SES en roken

Uit onderzoek blijkt dat de totale en gezonde levensverwachting in Nederland toeneemt met het opleidingsniveau (CBS, 2008). Mensen met een hogere opleiding leven langer dan mensen met een lagere opleiding en brengen ook een groter gedeelte van hun leven in goede gezondheid door. Ook blijkt dat mensen in de lagere SES-categorieën vaker roken dan mensen in de hogere SES-categorieën. Om dit te staven is door ons op basis van informatie uit enkele vragenlijstonderzoeken, uitgevoerd in de regio Schiphol in het afgelopen decennium (TNO-RIVM, 1998; Breugelmans et al., 2004; Houthuijs

en Van Wiechen, 2006), de relatie in kaart gebracht tussen het percentage rokers in een postcodegebied en de hierboven gepresenteerde SES-categorieën. Het resultaat is weergegeven in Figuur 11. Hieruit blijkt inderdaad dat het percentage rokers gerelateerd is aan de SES-rangorde van een postcodegebied.



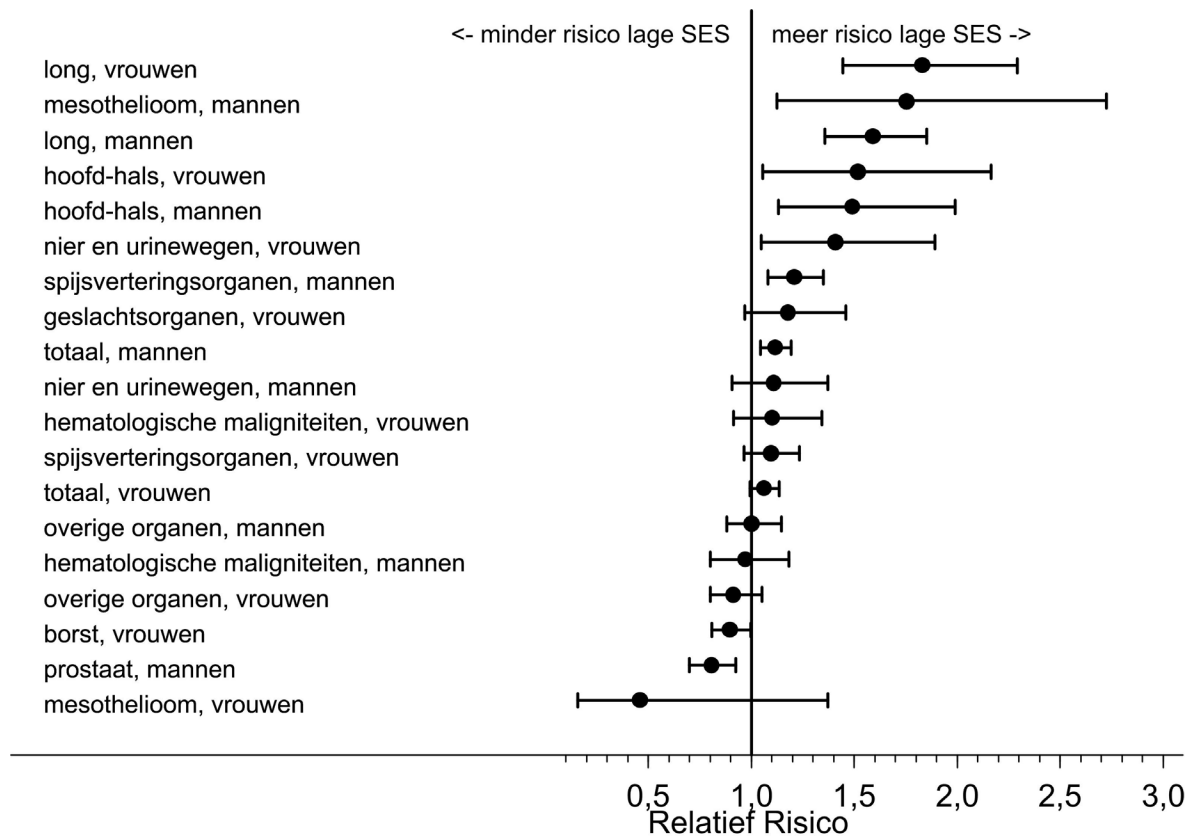
Figuur 11. Relatie tussen het percentage rokers en de SES-rangorde per viercijferig postcodegebied in een groot gebied rondom Schiphol

### 3.3.3 Samenhang tussen SES en kankerincidenties

Voor het onderzoek is de invloed van SES op de kankerincidenties geanalyseerd. Hiervoor is voor elk type kanker het Relatief Risico (RR) berekend van gebieden met SES-rangorde 100 (lage SES) ten opzichte van gebieden met SES-rangorde 1 (hoge SES). Dit RR geeft de maximale invloed van de SES-rangorde op het optreden van kanker weer. Het RR is een maat die de verhouding weergeeft van de kansen op een ziekte. Een RR van 1 geeft aan dat er geen verband is tussen de risicofactor (hier dus SES) en het optreden van de ziekte. Een RR van 2 betekent, in dit geval, dat het risico op een bepaald type kanker twee maal groter is in een postcodegebied met de laagste SES dan het risico in een postcodegebied met de hoogste SES.

Figuur 12 laat deze RR's zien per type kanker, per geslacht, in de laagste SES-categorie ten opzichte van de hoogste SES-categorie, gerangschikt naar hoogte van het risico. Hierin is te zien dat in een postcodegebied met lage SES de incidentie van longkanker met een factor anderhalf tot twee hoger is, bij mannen (RR=1,59) en bij vrouwen (RR=1,83). Bij borst- en prostaatkanker is het omgekeerde het geval. Daar is de incidentie lager in postcodegebieden met een lage SES (respectievelijk RR=0,90 en 0,81). Verder is de incidentie van mesotheliom bij mannen wel gerelateerd aan lage SES, maar bij vrouwen niet. Dit illustreert dat de SES-rangorde ook deels staat voor beroepsgerelateerde blootstelling; mesotheliom is sterk gerelateerd aan de blootstelling aan astbestvezels in de

arbeidsituatie in het verleden. De invloed van SES is dus het grootst voor de typen kanker die zijn gelokaliseerd in de longen, hoofd- en halsgebied en in nieren en urinewegen. Voor al deze typen kanker is roken een belangrijke risicofactor.



Figuur 12. Relatief Risico op kanker per type en per geslacht, gerelateerd aan SES op basis van gegevens uit het gehele onderzoeksgebied

### 3.3.4 Incidenties van longkanker na correctie voor SES

Omdat door verschillen in SES het optreden van bepaalde typen kanker wordt beïnvloed is ook gekeken naar de incidenties van longkanker op postcodeniveau ná correctie voor SES (zie Figuren 13a tot en met 13c). In feite geven deze kaartjes de SIRs weer wanneer er geen verschillen in SES tussen de postcodegebieden zouden zijn. Hieruit blijkt dat wanneer rekening wordt gehouden met deze invloed van SES de verschillen in longkankerincidenties tussen postcodegebieden kleiner worden. Er zijn echter nog wel postcodegebieden met longkankerincidenties die zowel boven als onder het gemiddelde van het onderzoeksgebied liggen. In de volgende paragraaf wordt bekeken of de longkankerverdeling in de kaart die overblijft na correctie voor SES samenhangt met de blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van Corus in het verleden. Het risico op longkanker wordt dan niet langer ten opzichte van het gemiddelde van het onderzoeksgebied uitgedrukt (zoals bij de SIR het geval is), maar ten opzichte van het optreden van longkanker in postcodegebieden waarin de bijdrage van Corus aan de lokale luchtverontreiniging afwezig of nihil was.

*De invloed van etniciteit op het optreden van longkanker*

Etniciteit kon worden meegenomen in de analyses als het percentage niet-westerse allochtonen per postcodegebied. Bij de eerste verkennende analyses bleek dat er geen samenhang was tussen etniciteit en het optreden van longkanker. Na correctie voor sociaaleconomische status, was voor mannen het RR 0,96 (95 % bthi 0,90-1,02) en voor vrouwen 1,01 (95 % bthi 0,91-1,10). Vanwege het ontbreken van samenhang is afgezien van opname van dit kenmerk in de verdere statistische analyses.

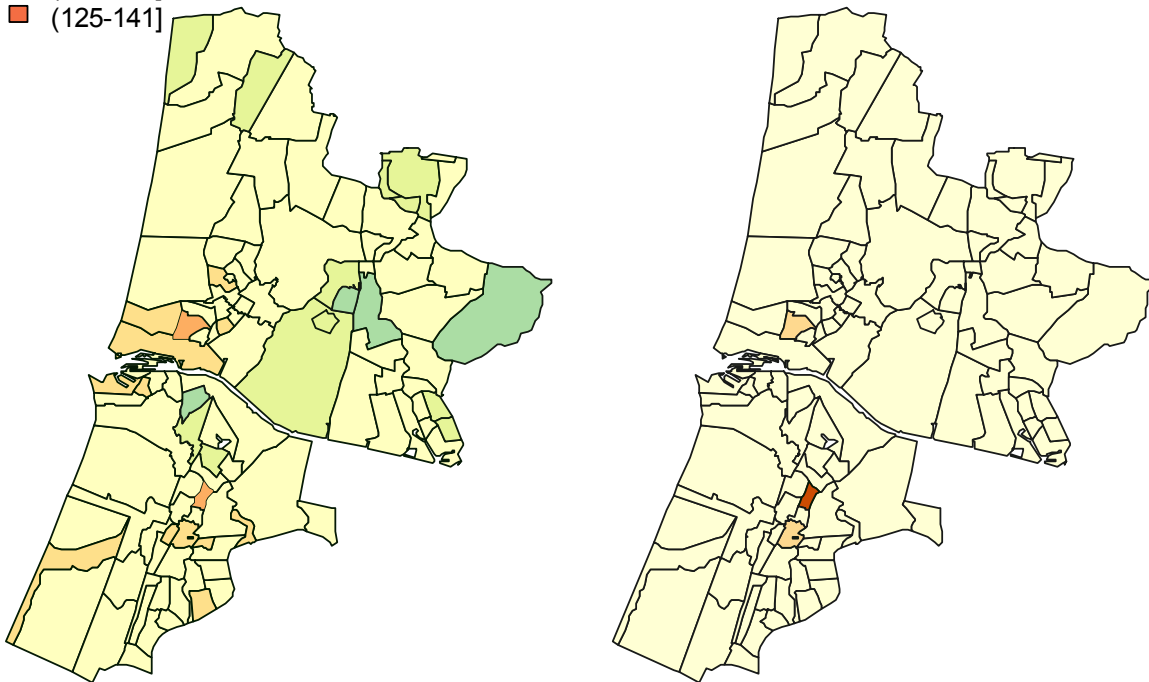
**LONGKANKER**

SIR in procenten

- [66,1-80,4]
- (80,4-84,8]
- (84,8-87,5]
- (87,5-108]
- (108-114]
- (114-125]
- (125-141]

Kans SIR > 100%

- [0-0,9]
- (0,9-0,95]
- (0,95-0,975]
- (0,975-1]

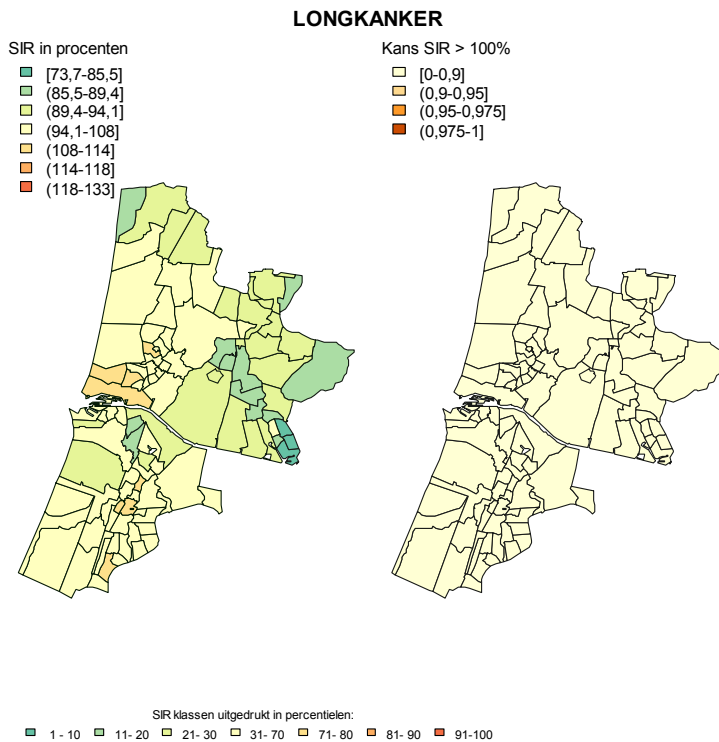


SIR klassen uitgedrukt in percentielen:

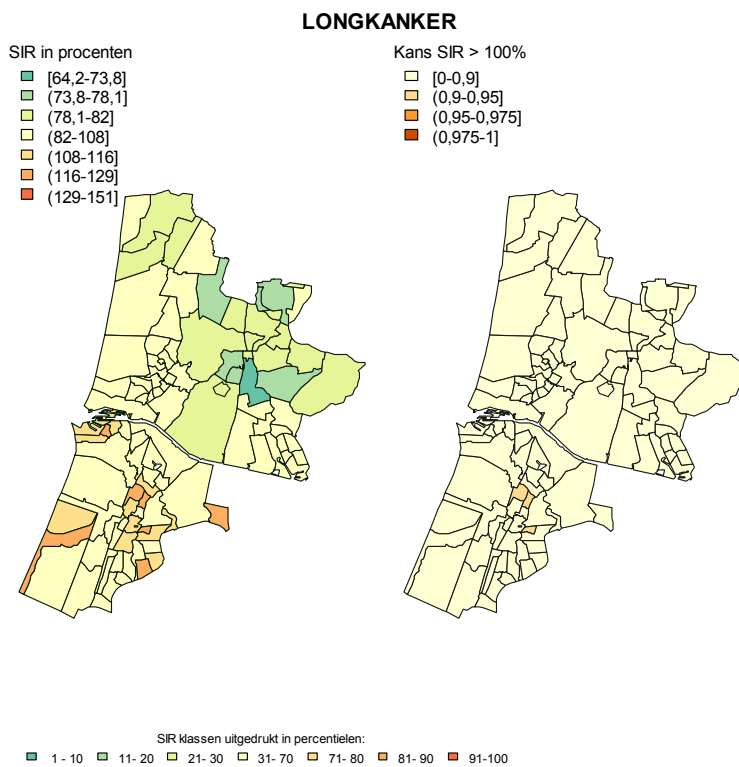
- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100

**Figuur 13a. Incidenties van longkanker in de totale bevolking, na correctie voor de invloed van verschillen in SES (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**





**Figuur 13b. Incidenties van longkanker onder mannen, na correctie voor de invloed van verschillen in SES (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur 13c. Incidenties van longkanker onder vrouwen, na correctie voor de invloed van verschillen in SES (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

### 3.4 De samenhang tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker

#### 3.4.1 De blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus

De huidige blootstelling aan milieufactoren rondom Corus is niet relevant voor het optreden van kanker in de onderzochte periode (1995-2006). Het kan immers jaren duren voordat kanker zich manifesteert. Daarom is voor de onderzoeksperiode 1995-2006 gekozen voor de blootstelling van vóór 1990. We hebben gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek naar de historische immissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009) waarin het geografisch verspreidingspatroon van de concentraties van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en van zware metalen in de periode 1950-2007 is vastgesteld. Van stoffen die ook tot een verhoogd risico op longkanker kunnen leiden, zoals fijn stof en chroom(VI), is in het onderzoek naar de historische immissies en depositie van Corus het historische verspreidingspatroon niet gemodelleerd. Voor fijn stof is depositie op de bodem niet relevant; historische concentraties worden aan de hand van metingen en berekeningen beschreven. Voor chroom(VI) lagen de historische emissies in dezelfde orde van grootte als de huidige emissies en deze voldoen aan de grenswaarden, zodat is afgezien van verdere modellering. Een koppeling met het geografisch patroon van kanker is voor fijn stof, en chroom(VI) daarom niet mogelijk. PAK en cadmium zijn als gidsstoffen voor de overige componenten gebruikt. Op de bevindingen over fijn stof, en chroom(VI) wordt in de discussie teruggekomen.

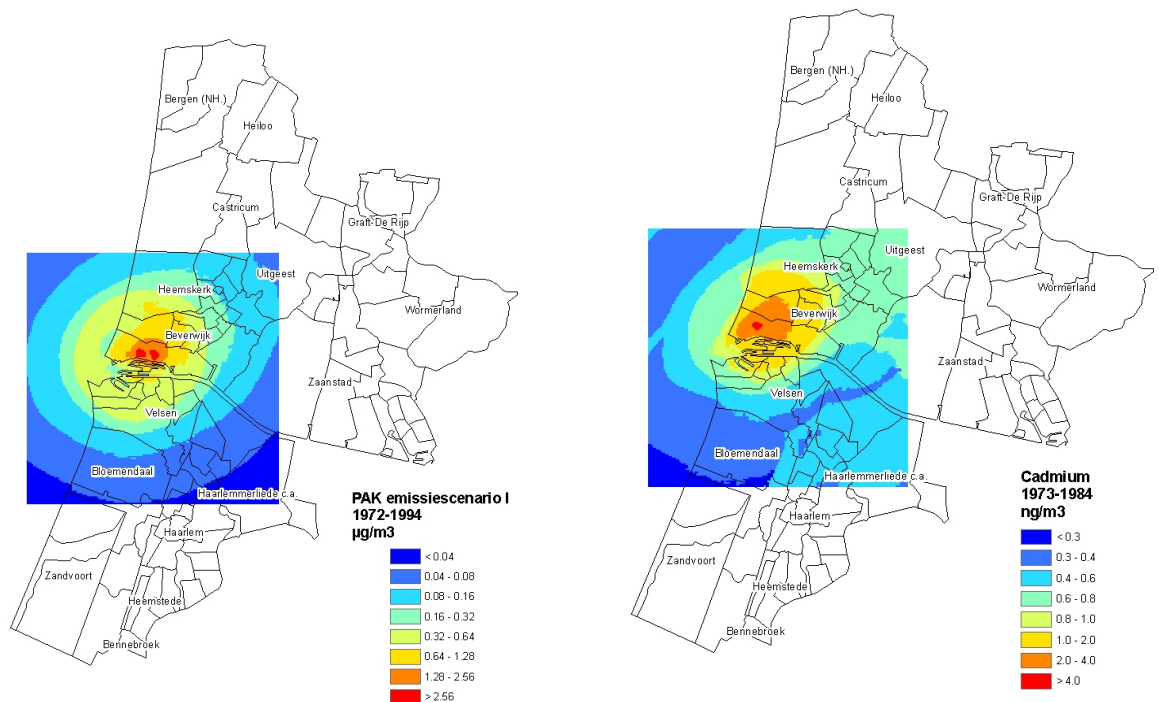
Zoals in paragraaf 2.2.3 beschreven, zijn de historische emissies ingedeeld in verschillende tijdvensters in de periode 1950-2007, zijn er twee verschillende emissiescenario's voor PAK, en zijn er twee metalen die relevant zijn voor dit onderzoek (cadmium en lood). Met al deze gegevens nam het aantal uit te voeren statistische analyses naar de samenhang tussen een mogelijke blootstellingsindicator en het optreden van longkanker sterk toe. Allereerst is gekeken naar de onderlinge samenhang tussen deze verschillende blootstellingsindicatoren in de 106 postcodegebieden. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in Bijlage 2.

Uit deze statistische analyses blijkt dat de onderlinge samenhang tussen de PAK concentraties in verschillende tijdvensters zeer hoog is; de rangorde in de 106 postcodegebieden (van lage naar hoge PAK concentraties) veranderde (vrijwel) niet wanneer deze was gebaseerd op de PAK emissies uit 1950-1959, uit 1960-1964 of uit een willekeurig ander tijdvenster. Dit geldt ook voor de twee verschillende emissiescenario's, omdat het verschil tussen de twee scenario's een vaste factor is. *De consequentie hiervan is dat het afdoende is om in de statistische analyses naar de samenhang tussen de blootstelling aan PAK en het optreden van kanker slechts één combinatie van tijdvenster en scenario te beschouwen.* Immers, het blootstellingscontrast (ofwel de rangorde in de blootstellingswaarden) in deze willekeurige combinatie is representatief voor het contrast in blootstelling dat in alle andere combinaties optreedt. Voor de analyses is gekozen voor het emissiescenario I in het tijdvenster 1972-1994. Dit scenario is (deels) gebaseerd op gegevens die in de emissieregistratie zijn vastgelegd en gaat vooraf aan de beschouwde periode voor het optreden van kanker (1995-2006). In dit scenario waren de emissies het langst constant (23 jaar).

Voor cadmium en lood geldt, evenals bij PAK, dat de concentraties van metalen in de verschillende tijdvensters onderling bijna perfect samenhangen. Ook hier heeft het daarom geen zin om in de statistische analyse verschillende tijdvensters te beschouwen, noch om cadmium en lood afzonderlijk te

bekijken. Er is voor gekozen om alleen voor cadmium één tijdvenster te beschouwen, namelijk de jaren 1973-1984. De statistische analyses met lood zijn achterwege gelaten omdat deze niets zouden toevoegen.

Het verspreidingspatroon van de emissies van PAK en cadmium in de omgeving van Corus is weergegeven in figuur 14; de patronen zijn afkomstig uit het rapport over de historische immissies en depositie in de omgeving van Corus (Lijzen, 2009).

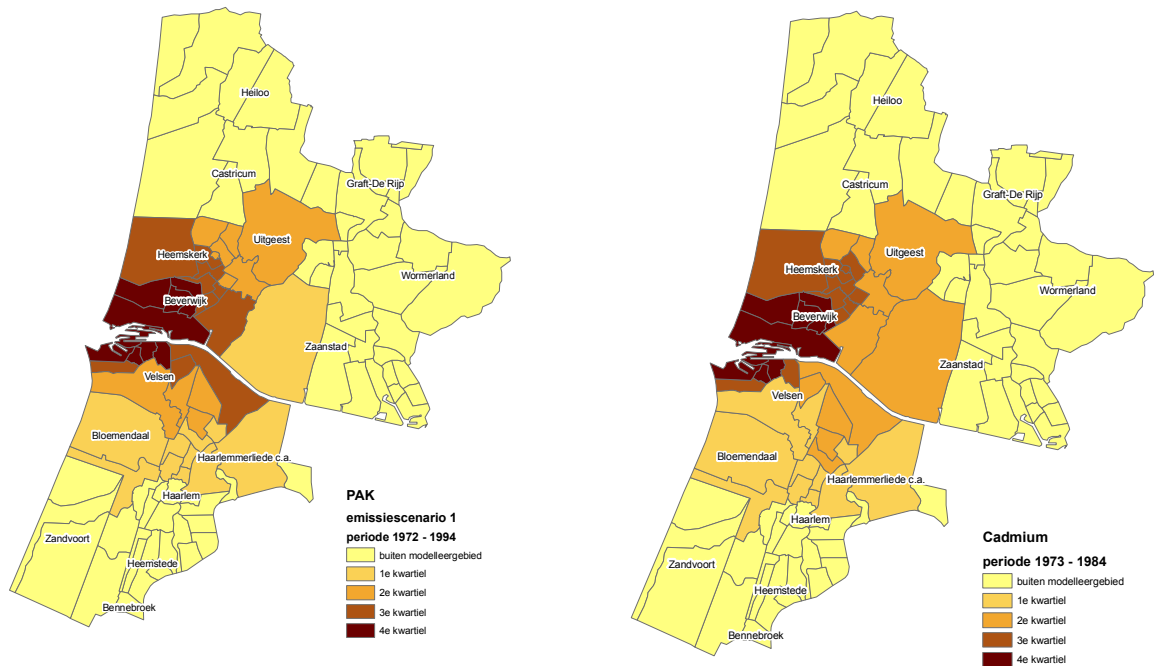


**Figuur 14. Concentraties PAK (1972-1994) en cadmium (1973-1984) afkomstig van Corus**

In Figuur 15 (linkerkaart) worden de gemiddelde concentraties PAK afkomstig van Corus *per postcodegebied* in het tijdvenster 1972-1994 geografisch weergegeven; 63 van de 106 postcodegebieden vallen buiten het gebied waar de bijdrage van de emissies van Corus aan de PAK concentraties is gemodelleerd. Er is aangenomen dat de emissies van Corus niet of nauwelijks hebben bijgedragen aan de PAK concentratie in deze gebieden. In de 43 postcodegebieden waar de PAK concentratie is gemodelleerd, bedraagt de gemiddelde bijdrage van Corus  $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (standaard deviatie  $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De maximale bijdrage van Corus is  $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Het *verspreidingspatroon* van de PAK concentraties uit het tijdvenster 1972-1994 over de postcodegebieden, zoals afgebeeld in Figuur 15, is dus representatief voor alle tijdvensters en voor beide emissiescenario's. Met andere woorden, wanneer was gekozen voor PAK-emissiescenario II in plaats van scenario I zou het linkerkaartje in Figuur 15 identiek zijn geweest. De *absolute concentraties* verschillen echter wel tussen de tijdvensters en tussen de emissiescenario's. Vandaar dat in Figuur 15

in de legenda niet de absolute concentraties PAK worden vermeld. In de figuur wordt zichtbaar wat de verdeling is van de postcodegebieden over de vijf blootstellingklassen (van laag naar hoog). De laagste klasse (de referentiegroep) wordt gevormd door de 63 postcodegebieden waarin de bijdrage van Corus aan de PAK concentratie nihil wordt verondersteld. De overige 43 postcodegebieden zijn in vier groepen van een (vrijwel) gelijk aantal postcodegebieden verdeeld. Het aantal inwoners per klasse varieert tussen de 46.000 en 73.000. De klassenindeling is in Bijlage 2 vermeld.



**Figuur 15. Gemiddelde concentraties PAK (1972-1994) en cadmium (1973-1984) afkomstig van Corus per viercijferig postcodegebied in vijf blootstellingklassen**

In Figuur 15 (rechterkaart) worden ook de gemiddelde cadmium concentraties afkomstig van Corus per postcodegebied weergegeven (tijdvenster 1973-1984). Ook hiervoor kon de bijdrage van de emissies van Corus in 43 van de 106 postcodegebieden worden gemodelleerd. Evenals voor PAK wordt voor de overige postcodegebieden, die buiten het modelleergebied liggen, verondersteld dat de emissies van Corus niet of nauwelijks hebben bijgedragen aan de concentraties cadmium. In de 43 postcodegebieden is de gemiddelde bijdrage aan cadmium afkomstig van Corus  $0,7 \text{ ng/m}^3$  (standaard deviatie  $0,4 \text{ ng/m}^3$ ). De maximale bijdrage van Corus is  $1,6 \text{ ng/m}^3$ . Ook hier zijn de postcodegebieden in vijf blootstellingklassen weergegeven.

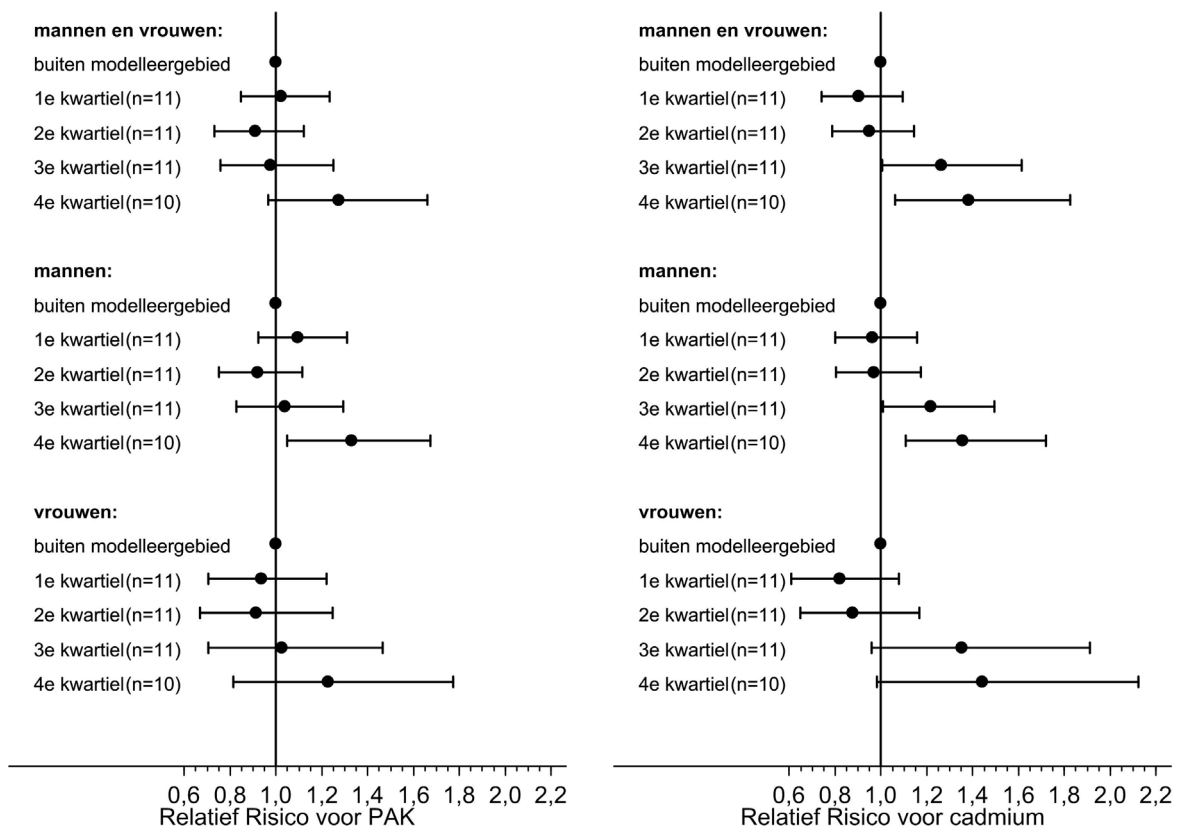
De correlatie coëfficiënt tussen de concentraties PAK in het tijdvenster 1972-1994 en de concentraties cadmium in het tijdvenster 1973-1984 in de 106 postcodegebieden is 0,90. Ook deze samenhang is zeer sterk. Daarom is het vrijwel niet mogelijk om de verspreiding van de verschillende luchtverontreinigingscomponenten uit de emissies van Corus over de regio afzonderlijk te beschouwen.

PAK en cadmium moeten dan ook gezien worden als gidsstoffen of indicatorcomponenten van Corus emissies.

### 3.4.2 De invloed van de blootstelling in het verleden op het optreden van longkanker

De resultaten met de indicatoren voor blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus (PAK en cadmium) worden hieronder beschreven.

In de statistische analyses is gekeken naar de invloed van de vier blootstellingklassen waarin de 43 postcodegebieden zijn verdeeld in 4 klassen (kwartielen, zoals afgebeeld Figuur 15). De kankerincidenties in deze klassen zijn in de vorm van een RR uitgedrukt ten opzichte van de incidentie in een referentiegroep. De referentiegroep bestaat uit de 63 postcodegebieden met nauwelijks tot geen bijdrage van de emissies van Corus aan de concentraties. Het RR op longkanker wordt in deze statistische analyses dus niet langer ten opzichte van het gemiddelde van het onderzoeksgebied uitgedrukt (zoals bij de SIR het geval is), maar ten opzichte van het optreden van longkanker in postcodegebieden waarin de bijdrage van Corus aan de lokale luchtverontreiniging afwezig of nihil was. In de analyses is gestandaardiseerd voor leeftijd en geslacht en wordt rekening gehouden met veranderingen in de incidentie over de jaren en met ruimtelijke afhankelijkheden (zie paragraaf 2.3). Dit is allereerst gedaan *zonder* correctie voor de invloed van SES. De resultaten zijn afzonderlijk voor zowel PAK en cadmium in figuur 16 weergegeven. De resultaten zijn uitgesplitst naar mannen en vrouwen samen en naar mannen en vrouwen afzonderlijk.



**Figuur 16. Relatief Risico op longkanker in postcodegebieden in vier blootstellingklassen ten opzichte van postcodegebieden waarin de concentraties nihil zijn (buiten modelleergebied), voor zowel de gemiddelde concentraties van PAK (1972-1994) en van cadmium (1973-1984), *zonder correctie voor SES***

Uit de resultaten voor PAK (Figuur 16, linkergrafiek) blijkt dat in de hoogst blootgestelde groep (4e kwartiel, 10 postcodegebieden) het RR voor het optreden van longkanker onder mannen en vrouwen samen 1,27 (95 % bthi=0,97 - 1,66) is. Voor mannen is het RR 1,33 (95 % bthi=1,05 - 1,67) en voor vrouwen 1,23 (95 % bthi=0,81 - 1,77). Het resultaat is alleen voor mannen statistisch significant verhoogd. De RR's op longkanker in de overige blootstellingklassen (1ste, 2de en 3de kwartiel) zijn niet verhoogd.

Voor cadmium (Figuur 16, rechtergrafiek) bedraagt het RR in de hoogste blootstellingklasse voor mannen en vrouwen samen 1,38 (95 % bthi=1,06 - 1,83), voor alleen mannen 1,36 (95 % bthi=1,11 - 1,72), en voor vrouwen 1,44 (95 % bthi=0,98 - 2,12). Deze resultaten zijn voor de totale populatie (mannen en vrouwen) en voor mannen afzonderlijk statistisch significant. Voor cadmium geldt dat ook de één na hoogste blootstellingklasse (3de kwartiel) verhoogd is. De RR's zijn respectievelijk 1,26, 1,22 en 1,35). In de 2 laagste blootstellingklassen (1ste en 2de kwartiel) is het risico niet verhoogd.

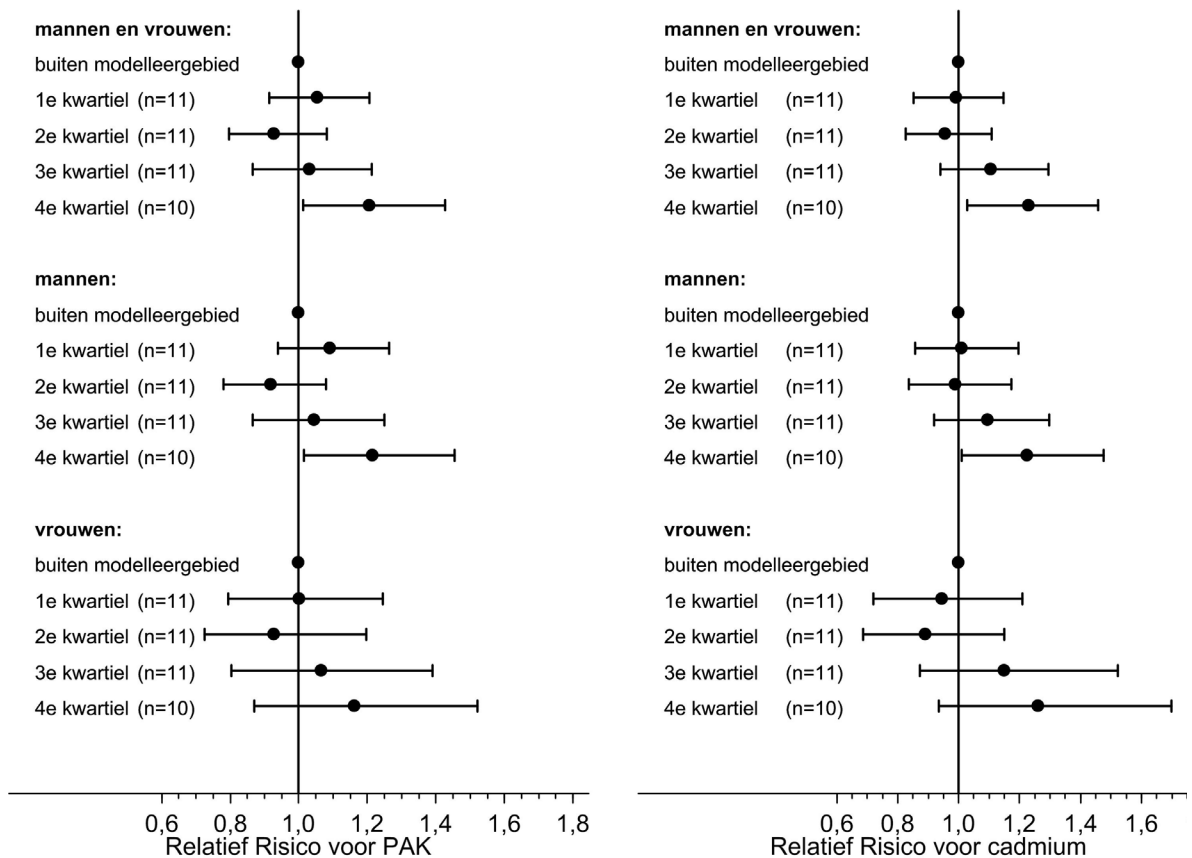
Een RR van 1,38 betekent dat er in de 10 postcodegebieden in de hoogste blootstellingklasse voor cadmium er gemiddeld een extra risico is van 38 % op het krijgen van longkanker ten opzichte van de referentiegroep. Voor PAK is dit extra risico in de hoogste klasse 27 % (RR = 1,27). Gemiddeld voor PAK en cadmium is het extra risico 33 %.

Op vergelijkbare wijze als in Figuur 16 zijn in Figuur 17 de resultaten weergegeven na correctie voor de invloed van SES.

Uit de resultaten voor PAK (Figuur 17, linkergrafiek) blijkt dat, na correctie voor SES, in de hoogst blootgestelde groep (4e kwartiel, 10 postcodegebieden) het RR voor het optreden van longkanker onder mannen en vrouwen samen daalt tot 1,21 (95 % bthi=1,01 - 1,43). Voor mannen is het RR 1,22 (95 % bthi=1,02 - 1,45) en voor vrouwen 1,16 (95 % bthi=0,87 - 1,52). De RR's op longkanker in de overige blootstellingklassen (1ste, 2de en 3de kwartiel) zijn niet of nauwelijks verhoogd.

Voor cadmium (Figuur 17, rechtergrafiek) bedraagt het RR in de hoogste blootstellingklasse voor mannen en vrouwen samen 1,23 (95 % bthi=1,03 - 1,46) na correctie voor de invloed van SES. Voor alleen mannen is dit 1,22 (95 % bthi=1,01 - 1,48), en voor vrouwen 1,26 (95 % bthi=0,94 - 1,70). Deze resultaten zijn voor de totale populatie (mannen en vrouwen) en voor alleen mannen statistisch significant. Voor cadmium geldt dat ook de één na hoogste blootstellingklasse (3de kwartiel) nog enigszins verhoogd is, maar niet statistisch significant (RR's respectievelijk 1,11, 1,09 en 1,15); in de 2 laagste blootstellingklassen (1ste en 2de kwartiel) is het risico niet verhoogd.

Uit deze resultaten blijkt dat het risico op longkanker na correctie voor SES vrijwel alleen in de hoogste blootstellingklasse is verhoogd. Het hierboven gevonden RR van gemiddeld 1,22 (1,21 voor PAK en 1,23 voor cadmium) voor de hoogste blootstellingcategorie geldt voor het gehele vierde kwartiel, dus de 10 postcodegebieden bij elkaar genomen (circa 45.000 inwoners). Een RR van 1,22 betekent dat er een extra risico is op het krijgen van longkanker van 22 % ten opzichte van de referentiegroep (de postcodegebieden buiten het modelleergebied). Het totaal aantal longkankergevallen in de hoogste blootstellingklasse is gemiddeld 39 per jaar.



**Figuur 17. Relatief Risico op longkanker in postcodegebieden in vier blootstellingklassen ten opzichte van postcodegebieden waarin de concentraties nihil zijn (buiten modelleergebied), voor zowel de gemiddelde concentraties van PAK (1972-1994) en van cadmium (1973-1984), gecorrigeerd voor SES**

Het extra risico houdt voor PAK in dat in het 4e kwartiel jaarlijks circa 7 nieuwe gevallen van longkanker extra optreden. Dit aantal kan variëren tussen de 1 en 13. Voor cadmium is het RR voor de hoogste blootstellingklasse vrijwel gelijk aan die van PAK; het betreft ook hier 7 extra gevallen per jaar. De onzekerheid over de getallen is iets kleiner dan voor PAK; het aantal kan variëren tussen de 1 en 12 per jaar.

Zoals eerder aangegeven is er een hoge onderlinge samenhang tussen de concentraties van PAK en van cadmium. Het verspreidingspatroon van één van beide stoffen is ook representatief voor het verspreidingspatroon van de andere stof. Daarom kunnen zowel PAK als cadmium worden beschouwd als een *indicator voor de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus*. Het is daarom ook niet verwonderlijk dat de RR's voor PAK en cadmium in Figuur 17 zo vergelijkbaar zijn. De consequentie hiervan is dat de genoemde 7 extra gevallen van longkanker per jaar voor PAK en cadmium niet bij elkaar mogen worden opgeteld. Beide cijfers zijn ieder voor zich een *indicatie* van de omvang van het aantal extra longkankergevallen dat optreedt in de 10 postcodegebieden in vergelijking met de referentiegebieden. Uit deze resultaten is dan ook niet zonder meer af te leiden welke stof (PAK, cadmium of een component die sterk met PAK en cadmium samenhangt) of welk tijdvenster in welke mate bijdraagt aan de verhoogde longkankerincidentie.

### 3.4.3 Gevoeligheidsanalyses

Het onderzoek is uitgevoerd met de best beschikbare gegevens. Door de lange latentietijd van longkanker zijn gegevens over individuele risicofactoren en over milieuomstandigheden van vóór de beschouwde onderzoeksperiode (1995-2006) relevant. Deze zijn niet of slechts in beperkte mate beschikbaar. In deze paragraaf proberen we inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van de blootstelling aan luchtverontreiniging van andere bronnen dan Corus op de resultaten gepresenteerd in Figuur 17. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat er in de hoogste blootstellingsgroep ook relatief veel uitstoot van wegverkeer voorkomt en van wegverkeer is bekend dat het ook tot een verhoogde kans op longkanker kan leiden. Daarom hebben we informatie verzameld over recente concentraties van luchtverontreiniging door bronnen in het onderzoeksgebied. Daarnaast zijn door GGD Kennemerland gegevens over rookgewoonten uit een nog lopend onderzoek ter beschikking gesteld. Ook op deze gegevens wordt hieronder ingegaan.

#### Luchtverontreiniging van andere bronnen

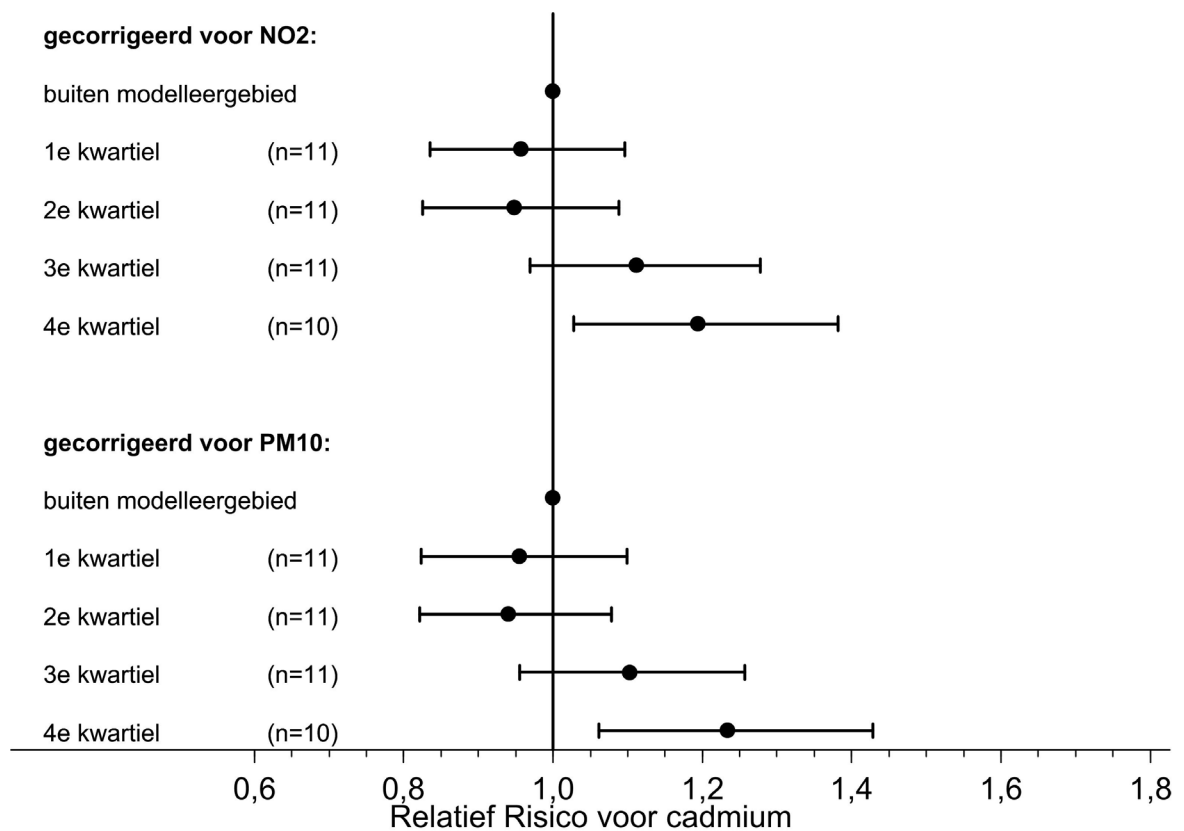
Internationaal wordt steeds meer gebruik gemaakt van ‘land use’ regressietechnieken om de geografische variatie in luchtkwaliteit op kleine schaal in beeld te brengen. Deze techniek combineert resultaten van ruimtelijk verspreide meetstations en geografische informatie over de omgeving in een statistisch model (Hoek et al., 2008; Fischer et al., 2009). Voordelen van deze techniek zijn dat er minder invoergegevens voor nodig zijn dan voor verspreidingsmodellen en dat er een directe koppeling met meetresultaten is.

Met gegevens uit het jaar 2001 uit het landelijk meetnet luchtverontreiniging, gegevens over landgebruik uit de CORINE Land Cover Map 2000 (waarin onderscheid wordt gemaakt naar bijv. stedelijk gebied, industrieterrein, haven, etcetera), informatie over verkeersintensiteiten uit het Nationaal Wegenbestand en gegevens over de bevolkingsdichtheid is voor stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>10</sub>) een statistisch model opgesteld (Vienneau et al., 2009). Met dit model zijn vervolgens op een gridgrootte van 100 bij 100 meter op basis van informatie over de omgeving de concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> voorspeld. Deze concentraties zijn vervolgens gekoppeld aan de zwaartepunten van de zes postcodegebieden in het onderzoeksgebied. Analoog aan de wijze waarop dit voor de historische concentraties is gedaan, is vervolgens per viercijferig postcodegebied een gemiddelde concentratie voor NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> berekend. Deze gemiddelde concentratie per postcodegebied is vervolgens toegevoegd aan de statistische modellen waarmee de samenhang is bekeken tussen de cadmiumconcentraties afkomstig van Corus in de periode 1973-1984 en de longkankerincidentie, gecorrigeerd voor SES. De statistische analyses zijn beperkt tot de groep mannen en vrouwen samen; de resultaten zijn vermeld in Figuur 18.

Het patroon van de resultaten in Figuur 18 is vrijwel identiek aan dat van het patroon voor cadmium in Figuur 17 voor mannen en vrouwen gezamenlijk. Na correctie voor SES en NO<sub>2</sub> is het RR voor de hoogste blootstellingklasse van cadmium 1,19 (95 % bthi 1,03 - 1,38). Na correctie voor SES en PM<sub>10</sub> is het RR 1,23 (95 % bthi 1,06 - 1,43). Deze resultaten zijn vergelijkbaar met het RR uit Figuur 17: 1,23 (95 % bthi=1,03 - 1,46). De correctie voor NO<sub>2</sub> leidt dus tot een geringe verlaging van het RR voor de hoogste blootstellingklasse. Na correctie voor PM<sub>10</sub> blijft het RR voor cadmium gelijk; het betrouwbaarheidsinterval van het RR van cadmium wordt zelfs iets kleiner.

Uit deze gevoeligheidsanalyse blijkt dat de huidige concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>, die mede afkomstig zijn van lokale bronnen zoals wegverkeer, huishoudens en industrieterreinen, niet van invloed zijn op het verhoogde RR in de tien postcodegebieden nabij Corus. In deze NO<sub>2</sub>- en PM<sub>10</sub>-concentraties is de huidige bijdrage van Corus aan de lokale leefomgeving deels meegenomen. De gebruikte onderliggende gegevens dateren uit het begin van deze eeuw, zodat niet kan worden uitgesloten dat lokale bronnen in een verder verleden (vóór 1990) een bijdrage hebben geleverd aan de aangetroffen verhoogde longkankerincidentie.





**Figuur 18. Relatief Risico op longkanker onder mannen en vrouwen samen in postcodegebieden in vier blootstellingklassen ten opzichte van postcodegebieden waarin de concentraties nihil zijn (buiten modelleergebied), voor de gemiddelde concentraties van cadmium (1973-1984), gecorrigeerd voor SES en voor de concentratie NO<sub>2</sub> (boven) en PM<sub>10</sub> (onder) in het postcodegebied**

### Rookgewoonten in de regio Kennemerland in 2007/2008

De beschikbare individuele gegevens van GGD Kennemerland over rookgewoonten onder ouderen in gemeenten dateerden uit 2007, dus van ná de beschouwde onderzoeksperiode (zie paragraaf 2.2.2). Tijdens de looptijd van dit onderzoek voerde de GGD een onderzoek onder volwassenen uit. GGD Kennemerland<sup>4</sup> heeft de geanonimiseerde gegevens over de rookgewoonten uit het onderzoek onder ouderen en de nog ruwe gegevens uit het lopende onderzoek (vroegtijdig) voor het RIVM beschikbaar gemaakt, zodat nader kon worden onderzocht of met SES adequaat voor rookgewoonten kan worden gecorrigeerd. Het kan zijn dat er na correctie voor SES nog een resteffect van roken in postcodegebieden overblijft, omdat er bijvoorbeeld vroeger meer en zwaarder werd gerookt dan wordt aangenomen met de variabele SES. Dit kan de aangetroffen samenhang tussen de historische blootstelling en de longkankerincidentie vertekenen. Dit wordt ook wel *residuele confounding* genoemd.

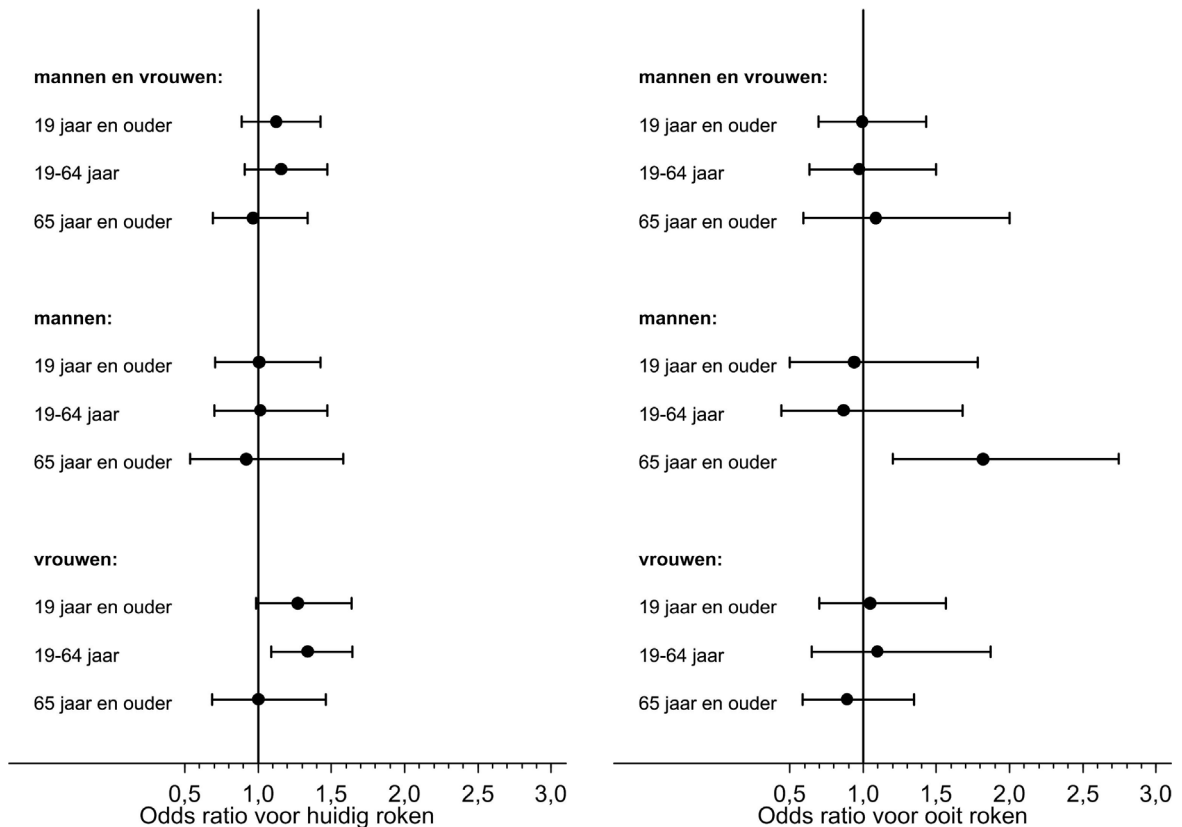
Over 67 van de 106 postcodegebieden in het onderzoeksgebied was informatie over rookgewoonten uit 2007 en 2008 beschikbaar. In Bijlage 3 wordt uitgebreider op de onderzoeksopzet van de GGD

<sup>4</sup> Met dank aan GGD Kennemerland, in het bijzonder aan de medewerkers van het cluster Epidemiologie, voor het beschikbaar stellen van de gegevens en de additionele informatie over de steekproeftrekking

onderzoeken, de gegevensverzameling, de respons en de onderlinge samenhang tussen rookgewoonten, SES en blootstelling ingegaan. Hieronder worden de belangrijkste resultaten beschreven.

Om te onderzoeken of er aanwijzingen zijn voor residuele confounding na correctie voor SES is gekeken naar de samenhang tussen de cadmiumblootstelling uit 1973-1984 en het gemiddeld percentage rokers in een postcodegebied in 2007/2008, na correctie voor de invloed van SES. De resultaten zijn opgesplitst naar geslacht, naar leeftijd en naar het type roker (huidige rokers en mensen die zeggen ooit gerookt te hebben).

De resultaten zijn weergegeven in Figuur 19. In deze figuur wordt het resultaat getoond van alleen de hoogste blootstellingklasse voor cadmium ten opzichte van de referentiecategorie (de postcodegebieden buiten het modelleergebied). De resultaten van de andere blootstellingklassen zijn uit oogpunt van leesbaarheid achterwege gelaten; in de statistische analyses is wel met deze klassen rekening gehouden. Het resultaat wordt weergegeven in de vorm van een odds ratio (OR). Gemakshalve (maar strikt genomen op basis van de definities onjuist) kan de odds ratio als een relatief risico worden beschouwd.



**Figuur 19. De kans op roken (uitgedrukt als odds ratio) in de hoogste blootstellingklasse voor cadmium (1973-1984) ten opzichte van postcodegebieden waarin de concentraties cadmium nihil zijn (buiten modelleergebied) opgesplitst naar mannen en vrouwen en naar leeftijd, gecorrigeerd voor SES en de andere blootstellingklassen**

Uit Figuur 19 blijkt dat voor vrouwen tussen de 19 en 64 jaar oud de OR voor het percentage huidige rokers in postcodegebieden met de hoogste cadmiumblootstelling 1,34 bedraagt (95 % bthi 1,09-1,64). In dit gebied wordt momenteel dus door vrouwen meer gerookt dan in de postcodegebieden buiten het modelleergebied (respectievelijk 28,3 % en 22,8 % na correctie voor SES). Deze verhoging beïnvloedt het percentage huidige rokers onder alle vrouwen (19 jaar en ouder): OR=1,27 (95 % bthi 0,98-1,64;

24,8 % versus 20,6 %). Ook het percentage huidige rokers onder mannen en vrouwen samen is licht verhoogd ten opzichte van de referentiegroep: 25,5 % versus 23,3 % (OR=1,12; 95 % bthi 0,89 – 1,43). Voor mannen van 65 jaar en ouder in de hoogste blootstellingklasse geldt dat zij vaker aangeven ooit gerookt te hebben: 88,8 % versus 81,3 % na correctie voor SES (OR 1,82, 95 % bthi 1,20-2,75). De OR's zijn over het algemeen omgeven met grote betrouwbaarheidsintervallen. Dit komt mede doordat de resultaten gebaseerd zijn op een steekproef.

In de postcodegebieden met een hoge cadmiumblootstelling werd dus in 2007 door meer mannen van 65 jaar en ouder aangegeven dat ze vroeger ooit rookten dan op grond van de SES-rangorde van het postcodegebied kon worden verwacht. Dit geldt eveneens voor het percentage vrouwen tussen de 19 en 65 jaar dat in 2008 aangaf te roken.

Alhoewel de resultaten gebaseerd zijn op gegevens die na de onderzoeksperiode (1995-2006) in een deel van het onderzoeksgebied zijn verzameld, en daarom niet representatief hoeven te zijn voor de rookgewoonten in het relevante tijdvenster (vóór 1990) in de betreffende postcodegebieden in het onderzoeksgebied, vormen de bevindingen een belangrijke aanwijzing dat in de hoogst belaste postcodegebieden nabij Corus residuele confounding na correctie voor SES kan optreden. Het is met deze gegevens niet mogelijk om een uitspraak te doen over de omvang van de mogelijke residuele confounding.

## 4 Discussie

### 4.1 Inleiding

In de gegeven tijd zijn in dit onderzoek de kankerincidenties in de IJmond en omstreken met de best beschikbare gegevens en methoden onderzocht. De incidenties van kanker zijn op een lager geografisch schaalniveau in beeld gebracht dan in het eerdere GGD-onderzoek. Zo is een nauwkeurig geografisch beeld verkregen van het optreden van kanker en met name longkanker in het onderzoeksgebied (106 postcodegebieden). Daarnaast is de invloed van roken op het optreden van longkanker in het onderzoeksgebied geanalyseerd met een indirecte indicator voor rookgedrag, namelijk sociaaleconomische status (SES). Geschikte gegevens over het rookgedrag in het verleden waren niet beschikbaar. Tevens is de mogelijke samenhang verkend tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker.

In dit hoofdstuk wordt allereerst een vergelijking gemaakt met de bevindingen van het GGD onderzoek en met resultaten van onderzoek dat elders op de wereld rond staal- of cokesfabrieken is uitgevoerd (paragraaf 4.2). In paragraaf 4.3 gaan we vervolgens in op de individuele risicofactoren die de kans op longkanker mede bepalen maar waarover in ons onderzoek geen of slechts beperkte informatie kon worden verzameld (roken, SES en beroepsgerelateerde blootstelling). Daarna komt in paragraaf 4.4 de rol van luchtverontreiniging van Corus aan bod. Tot slot staan we stil bij het ontwerp van het onderzoek en de consequenties daarvan voor de conclusies. Daarbij lopen we vooruit op de gevolgen van de bevindingen voor een eventueel vervolgonderzoek.

### 4.2 Vergelijking met bevindingen uit eerder onderzoek

#### 4.2.1 GGD-onderzoek

In dit onderzoek is niet precies dezelfde periode onderzocht als in het GGD-onderzoek (namelijk 1995-2006, in plaats van 1989-2003 in het GGD-onderzoek) omdat populatiegegevens op postcodeniveau pas vanaf 1995 beschikbaar waren.

Gezien de grote overlap in onderzoeksperiode is het niet verwonderlijk dat het beeld uit het eerdere GGD-rapport, dat er in de gemeente Beverwijk meer longkanker voorkomt, in dit onderzoek wordt bevestigd. Wij vinden ook verhoogde incidenties van longkanker in enkele postcodegebieden in de gemeente Velsen. Deze verhogingen zijn statistisch significant. Ook in enkele postcodegebieden in Haarlem worden statistisch significante verhogingen voor longkanker aangetroffen ten opzichte van het gemiddelde in het onderzoeksgebied. Voor mannen en vrouwen samen is de longkankerincidentie in het gehele onderzoeksgebied 5 % lager dan dat in Nederland. De gemiddelde SES van het gehele onderzoeksgebied is hoger dan het gemiddelde van Nederland, hetgeen een mogelijke verklaring voor het verschil in longkankerincidentie is. Vandaar dat er in ons onderzoek voor is gekozen regionale cijfers als uitgangspunt te nemen.

Voor andere typen kanker die zijn onderzocht, zijn op postcodeniveau geen statistisch significant verhoogde incidenties in de IJmond aangetroffen ten opzichte van het gemiddelde in het onderzoeksgebied. In gemeenten buiten de IJmond worden wel enkele verhogingen van andere vormen van kanker aangetroffen. Deze verhogingen zijn niet nader onderzocht omdat dit buiten de onderzoeksvraag valt.

## 4.2.2 Buitenlands onderzoek

Om de bevindingen uit ons onderzoek te kunnen staven, is in de literatuur gezocht of er eerder in het buitenland vergelijkbare onderzoeken naar longkanker zijn uitgevoerd, en zo ja, wat hiervan de resultaten waren. De bevindingen van het literatuuronderzoek zijn opgenomen in Bijlage 4. Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat, in vergelijking met epidemiologisch onderzoek elders, het onderzoek rond Corus relatief groot van opzet is. Ruim 4.000 longkankergevallen in een periode van 12 jaar waren in dit onderzoek betrokken. Daarvan traden er circa 450 op in de 10 postcodegebieden in de hoogste blootstellingklasse. Alleen in het onderzoek van Dolk et al. (1999) rond 22 cokesfabrieken in Groot-Brittannië waren meer (sterf)gevallen betrokken (bijna 19.000). In dat onderzoek werd een geringe verhoging (3 %) van de sterftkans binnen 2 kilometer afstand aangetroffen. Dit extra risico is kleiner dan in ons onderzoek is aangetroffen (22 %).

In de kleinere ecologische epidemiologische studies worden over het algemeen hogere relatieve risico's gerapporteerd dan die rond Corus. Echter het 95 % betrouwbaarheidsinterval van deze RR's is in deze onderzoeken groot, vanwege de kleine aantallen. In ons onderzoek is informatie uit nabij gelegen postcodegebieden gebruikt om de betrouwbaarheid van de schattingen te vergroten. Dit is niet het geval in de (oudere) buitenlandse studies. Deze ruimtelijke smoothing verklaart mede de lagere RR's die in ons onderzoek worden aangetroffen. In de oudere studies wordt ook niet gecorrigeerd voor een index voor SES. In één ecologische studie werd voor rookgewoonten gecorrigeerd. In die onderzoeken waar voor SES of roken wordt gecorrigeerd, leidt dit evenals in ons onderzoek tot een verkleining van het relatieve risico. Het is aannemelijk dat de kleinere aantallen, de toepassing van minder adequate statistische methoden en het ontbreken van een correctie voor SES de redenen zijn dat de RR's in de oudere studies hoger uitvallen.

In een aantal situaties is naar aanleiding van de aanwijzingen uit het ecologisch epidemiologisch onderzoek een patiënt-controle onderzoek uitgevoerd om beperkingen in het ecologisch onderzoek te ondervangen, zoals geen informatie over individuele risicofactoren zoals rookgewoonte, beroepsmatige blootstelling en woongeschiedenis (Lloyd et al., 1986; Band, 2004; Edwards et al., 2006). Alleen het onderzoek van Edwards et al. leverde informatie op over het risico op longkanker in relatie tot het wonen nabij een groot industrieel gebied (Teesside, Engeland) waarop ook staalfabrieken zijn gevestigd. Dit onderzoek vond plaats onder 204 vrouwen met longkanker en 339 controles. Na correctie voor mogelijke risicofactoren bedroeg het RR voor longkanker 1,83 (95 % bthi 0,82-4,08) voor 25 jaar of langer en 1,10 (95 % bthi 0,96 tot 1,26) voor 10 jaar woonachtig bij zware industrie. Ook voor dit onderzoek geldt dat het betrouwbaarheidsinterval groot is door het relatief geringe aantal longkankergevallen in de klasse met de langste woonduur (88 gevallen).

Uit deze literatuurbevindingen blijkt dat er ook in andere ecologisch epidemiologische onderzoeken aanwijzingen zijn gevonden voor een verhoogd risico op longkanker rondom grote staal- of cokesfabrieken. Er zijn ons echter geen grote studies rond deze bronnen bekend waarin de relatie tussen blootstelling en longkankerincidentie is bevestigd, rekening houdend met individuele risicofactoren.

## 4.3 Roken, sociaaleconomische status en beroepsgerelateerde blootstelling

### 4.3.1 Roken

Voor zover bekend zijn er geen betrouwbare gegevens over de rookgewoonten in het verleden beschikbaar van de postcodegebieden in het onderzoeksgebied. Cijfers over roken waren bij het RIVM alleen op GGD-regio beschikbaar (Gisbers en Frenken, 2008). Daarom hebben we in dit onderzoek

SES beschouwd als een indicator voor het percentage rokers. Bij de statistische analyses is de SES-variabele gebruikt, onder de aanname dat dit verband tussen SES en roken ook in het verleden aanwezig was. Vanaf 1994 waren voor viercijferige postcodegebieden vierjaarlijkse gegevens over SES beschikbaar bij het SCP. Over een periode van 12 jaar (1995-2006) was de SES-rangorde van de 106 postcodegebieden redelijk stabiel (correlatiecoëfficiënt van 0,87; een correlatiecoëfficiënt van 1,0 is perfect).

Met gegevens verzameld rond Schiphol is geverifieerd dat het percentage huidige rokers samenhangt met de SES-rangorde van een postcodegebied (Figuur 11). Daarnaast bleek dat de samenhang tussen de SES-rangorde en de kankerincidentie in het onderzoeksgebied het sterkst was voor de typen kanker die gelegen zijn in de longen, hoofd- en halsgebied en in de nieren en urinewegen (Figuur 12). Deze kankertypen zijn geassocieerd met roken.

SES is zodoende een *indirecte* indicator voor roken; het werkelijke rookgedrag wordt er mee benaderd. Desondanks kan SES onvolledig zijn in het corrigeren voor rookgewoonten in het verleden. Zo kan het zijn dat inwoners in postcodegebieden in de IJmond vroeger meer en zwaarder hebben gerookt dan verwacht op basis van de SES-rangorde van de postcodegebieden. Met het corrigeren voor SES kan er dan ondercorrectie hebben plaatsgevonden. Wanneer deze ondercorrectie samenhangt met de blootstelling, kan de ondercorrectie leiden tot vertekening van de samenhang tussen de historische blootstelling en de longkankerincidentie. Er is dan sprake van *residuele confounding*.

Met zeer recente en voorlopige gegevens beschikbaar gesteld door GGD Kennemerland is in een gedeelte van het onderzoeksgebied onderzocht of met SES adequaat voor rookgewoonten wordt gecorrigeerd. De zeggingskracht van de bevindingen is beperkt omdat ze zijn gebaseerd op gegevens die niet representatief hoeven te zijn voor de rookgewoonten in het relevante tijdvenster (vóór 1990). Niettemin gaven meer mannen van 65 jaar en ouder in de postcodegebieden met de hoogste historische blootstelling aan ooit te hebben gerookt dan op grond van de SES van het postcodegebied werd verwacht. Een vergelijkbaar resultaat werd gevonden voor het huidige rookgedrag van vrouwen tussen 19 en 65 jaar. Er kan dus sprake zijn van *residuele confounding*. Vanwege het ontbreken van gegevens uit het verleden over de rookgewoonten, kan de omvang van het effect van roken niet worden gekwantificeerd.

#### 4.3.2 Sociaaleconomische status

SES is in dit onderzoek primair gebruikt als indirecte indicator voor de rookgewoonten in het verleden van de populatie in een postcodegebied. De SES heeft echter meer dimensies. Het is bekend dat SES invloed heeft op de gezondheid van mensen, maar hoe deze invloed zich doet gelden is complex. Het Nationaal Kompas Volksgezondheid van het RIVM zegt hierover ondermeer het volgende (Van der Lucht, 2009):

*De minder goede gezondheid van mensen met een lage SES komt voor een deel door het verhoogd voorkomen van gezondheidsrisico's. Personen met een lage SES hebben een minder gezonde leefstijl: roken en drinken meer, eten minder groenten en fruit en bewegen minder. Ook zijn materiële omstandigheden (woon- en werkomstandigheden) vaak minder gunstig voor de gezondheid. Leefstijl en materiële omstandigheden hebben zowel zelfstandig als in combinatie een effect op de gezondheidsverschillen. Bij het gecombineerde effect moet leefstijl worden gezien als gevolg van de materiële omstandigheden. Gezondheidsverschillen zijn echter ook voor een deel het gevolg van gezondheidsselectie. Juist een slechtere gezondheidstoestand kan ertoe hebben geleid dat iemand tot een lagere SES-groep behoort. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat men door gezondheidsproblemen niet kan deelnemen aan het arbeidsproces. Tot slot blijft tot op heden een deel van de samenhang tussen SES en gezondheid onverklaard.*

Ons onderzoek kan geen uitsluitel geven over de precieze bijdrage van de afzonderlijke factoren van SES aan het optreden van longkanker. Wanneer in de statistische analyses rekening wordt gehouden met de invloed van SES, is het mogelijk dat er overcorrectie of ondercorrectie plaatsvindt. Hierdoor kan het eventuele effect van milieuomstandigheden respectievelijk worden onderschat of overschat.

### 4.3.3 Beroepsgerelateerde blootstelling

Effecten van beroepsgerelateerde blootstelling zijn in dit onderzoek niet onderzocht. Echter, als een beroepsgerelateerde blootstelling ten grondslag zou liggen aan de gevonden effecten, dan is de verwachting dat de samenhang tussen de historische emissies en longkanker vooral onder de mannen zou optreden. De resultaten van ons onderzoek laten zien dat de RR's tussen mannen en vrouwen nauwelijks verschillen, wat een beroepsgerelateerde blootstelling als oorzaak minder waarschijnlijk maakt.

#### *mesotheliom*

In het GGD-rapport werd voor mesotheliom een verhoging van 55 % ten opzichte van de gemiddelde incidentie in Nederland gerapporteerd. Ook in ons onderzoek wordt een dergelijke verhoging ten opzichte van het gemiddelde in Nederland gevonden. In het gehele onderzoeksgebied is de incidentie van mesotheliom bij mannen zeven keer hoger dan de incidentie bij vrouwen (zie Tabel 3). Dit wijst op een beroepsgerelateerde blootstelling. In 2005 is een onderzoek uitgevoerd naar de regionale spreiding van mesotheliom in de periode 1989-2002 in Nederland (Burdorf et al., 2005). Hierin werd, binnen het huidige onderzoeksgebied, bij mannen een verhoogd risico in de COROP-gebieden IJmond, Haarlem en Zaanstreek aangetroffen en voor vrouwen in Zaanstreek. De regionale spreiding in Nederland onder mannen valt volgens de auteurs samen met de bekende gebieden van asbestindustrieën met beroepsgroepen met de hoogste risico's op mesotheliom. De auteurs verwijzen naar Hoogovens (IJmond), een spoorwegwerkplaats (Haarlem) en een vloerbedekkingsbedrijf (Zaanstreek) als bronnen van asbestblootstelling.

## 4.4 Historische luchtverontreiniging

### 4.4.1 Samenhang tussen de historische luchtverontreinigingsindicatoren en longkanker

Uit de statistische analyses blijkt een samenhang tussen de gebruikte gidsstoffen (indicatoren) voor de historische luchtverontreiniging afkomstig van Corus (PAK en cadmium) en het optreden van longkanker na correctie voor de invloed van SES (Figuur 17). De samenhang is het sterkst en alleen statistisch significant in de hoogste blootstellingklasse, die 10 postcodegebieden rondom Corus omvat (circa 45.000 inwoners). Voor de gehele populatie (mannen en vrouwen samen) ligt het relatieve risico rond de 1,22. Dit betekent dat 22 % meer longkanker optreedt in de 10 hoogst blootgestelde postcodegebieden dan in de 63 postcodegebieden waarin de historische bijdrage van Corus te verwaarlozen is. Dit komt overeen met circa 7 extra gevallen van longkanker per jaar, van de in totaal circa 39 nieuwe gevallen van longkanker die jaarlijks in dit gebied optreden. Het aantal van 7 is met onzekerheid omgeven; het betrouwbaarheidsinterval ligt tussen 1 en 13 extra gevallen van longkanker.

### 4.4.2 Betekenis van betrouwbaarheidsintervallen

De RR's van de historische luchtverontreinigingsindicatoren hebben grote betrouwbaarheidsintervallen (95 % bthi). De betrouwbaarheidsintervallen zijn voor mannen kleiner dan voor vrouwen. De RR's voor vrouwen zijn niet statistisch significant, terwijl die voor mannen meestal net wel statistisch significant zijn. De grotere betrouwbaarheidsintervallen bij de vrouwen zijn waarschijnlijk het gevolg

van de lagere incidentie van longkanker onder vrouwen dan onder mannen (respectievelijk 30 versus 76 nieuwe gevallen per jaar per 100.000 inwoners, zie Tabel 3). Daardoor is het totaal aantal gevallen waarop de statistische analyses betrekking hebben voor vrouwen kleiner dan voor mannen (respectievelijk 1.388 versus 3.029 over de 12 jarige onderzoeksperiode, zie Tabel 2). Door dit verschil in aantallen kunnen RR's die vergelijkbaar zijn (namelijk ruim 1,2 voor zowel mannen als vrouwen) bij vrouwen niet statistisch significant zijn en bij mannen net wel.

#### 4.4.3 PAK en cadmium als indicatoren voor de historische luchtverontreiniging

De analyses zijn uitgevoerd met gemodelleerde concentraties van PAK uit de periode 1972-1994 en van cadmium uit de periode 1973-1984. De emissiegegevens die hiervoor zijn gebruikt kennen onzekerheden die doorwerken in onzekerheden over de concentraties op leefniveau. Er is daarom onzekerheid over de *absolute* hoogte van de concentraties PAK en cadmium in het verleden. Voor ons onderzoek vormt dit echter geen belemmering. Het verspreidingsmodel creëert immers geografische verschillen in concentraties van de blootstellingsindicator, waardoor postcodegebieden onderling in gemiddelde concentratie verschillen. De absolute hoogte van de concentraties is dus onzeker, maar het *contrast* in de concentraties niet. Juist van dit contrast in blootstelling is gebruik gemaakt door hiermee hoog en laag belaste postcodegebieden te identificeren.

De gemodelleerde historische concentraties PAK en cadmium in verschillende tijdvensters en in verschillende emissiescenario's (voor PAK) hangen onderling sterk samen. Dit geldt eveneens voor de loodconcentraties. Vanwege deze onderlinge samenhang kan uit de resultaten zelf niet worden afgeleid welke component of welk tijdvenster of scenario het meest relevant is geweest voor het verhoogde risico op longkanker. De gebruikte concentraties, evenals de verschillende tijdvensters en scenario's, moeten alle worden gezien als een *indicator* voor "de" blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus. Er zijn in het onderzoek geen andere bronnen van luchtverontreiniging uit het verleden in kaart gebracht. Hierbij moet dan met name gedacht worden aan andere bronnen nabij het industrieterrein van Corus en aan de scheepvaart. Uit een gevoeligheidsanalyse (Figuur 18) bleek dat recente NO<sub>2</sub>- en PM<sub>10</sub>-concentraties, die mede afkomstig zijn van lokale bronnen in de IJmond zoals wegverkeer, huishoudens en industrieterreinen, de aangetroffen verhoogde longkankerincidentie niet beïnvloeden. De gebruikte onderliggende gegevens dateren echter uit het begin van deze eeuw, zodat niet kan worden uitgesloten dat lokale bronnen in een verder verleden (vóór 1990) een bijdrage hebben geleverd aan de aangetroffen verhoogde longkankerincidentie. Wanneer luchtverontreiniging-componenten afkomstig van deze bronnen in het verleden sterk samenhangen met de historische concentraties PAK en cadmium afkomstig van Corus, dan kan niet worden uitgesloten dat zij hebben bijgedragen aan het aangetroffen verhoogde risico op longkanker.

PAK en cadmium zijn als gidsstoffen gebruikt voor de stoffen die ook tot een verhoogd risico op longkanker kunnen leiden (fijn stof en chroom(VI)) maar die voor het historische verspreidingspatroon rond Corus niet zijn gemodelleerd. In het rapport van Lijzen (2009) wordt nader op de historische concentraties van deze stoffen ingegaan. We gaan hieronder kort in op de bevindingen uit dit rapport en op de mogelijke consequenties voor de longkankerincidentie.

#### PAK

Uit de modellering van historische concentraties bleek dat er voor PAK wel een verhoogde blootstelling in het verleden is geweest, maar buiten het terrein van Corus was deze waarschijnlijk binnen het gestelde Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor levenslange blootstelling (één extra kanker geval per 100.000 inwoners).



### **Cadmium**

De concentraties van cadmium overschreden in de jaren tachtig binnen de grenzen van het Corusterrein de huidige grenswaarde van  $5 \text{ ng/m}^3$ . Buiten het terrein lagen de concentraties onder deze grenswaarde en is volgens de huidige inzichten het risico op longkanker kleiner dan het MTR.

### **Chroom(VI)**

Voor chroom(VI) lagen de historische emissies in dezelfde ordegrootte als de huidige emissies en deze voldoen aan de grenswaarden, zodat is afgezien van verdere modellering.

### **Fijn stof**

Voor fijn stof zijn in de rapportage van Lijzen (2009) historische concentraties aan de hand van metingen en berekeningen afgeleid. Op basis van de beperkte meetgegevens van fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ ) uit het verleden en de extrapolatie van de recente berekeningen met gegevens uit de emissieregistratie wordt geconcludeerd dat de  $\text{PM}_{10}$ -concentraties als gevolg van historische emissies door Corus tot overschrijding van de huidige jaargemiddelde grenswaarde voor  $\text{PM}_{10}$  van  $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  hebben geleid. In die tijd bestond deze grenswaarde echter niet. De exacte bijdrage van Corus in de jaren '80 is niet te bepalen. Op basis van historische metingen kan de bijdrage in de jaren tachtig in de ordegrootte van 15 tot  $30 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  zijn geweest in de directe bebouwde omgeving van Wijk aan Zee en IJmuiden. Voor longkanker is de kleinste fractie van fijn stof relevant ( $\text{PM}_{2,5}$ ). Voor  $\text{PM}_{2,5}$  is een historische concentratie van  $4\text{-}5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (range 2-9) in Wijk aan Zee en IJmuiden voor de jaren zeventig, tachtig en begin jaren negentig afgeleid.

In drie grootschalige Amerikaanse onderzoeken zijn relaties aangetroffen tussen het langdurig blootgesteld zijn aan deeltjesvormige luchtverontreiniging ( $\text{PM}_{10}$  en/of  $\text{PM}_{2,5}$ ) en het overlijden aan longkanker (Dockery et al., 1993; Pope et al., 1995; Abbey et al., 1999; McDonnell et al., 2000; Pope et al., 2002). De Wereldgezondheidsorganisatie (2006) omschreef deze studies als *"In general, the studies show a positive association between PM indicators and total and cause-specific mortality, including cardiovascular disease and lung cancer. In the major studies, the findings are statistically significant and robust to control for confounding, although the possibility of some confounding remains"*. Ook in Nederland is een relatie gevonden tussen langdurige blootstelling aan deeltjesvormige luchtverontreiniging (m.n. roetdeeltjes) en longkanker bij mensen die zelf niet rookten (Beelen et al., 2008). Bij ex- en huidige rokers werd geen verband gevonden tussen longkanker en deeltjesvormige luchtverontreiniging.

Gegevens uit het cohortonderzoek van Pope et al. (2002) worden veelal gebruikt om de omvang van het effect van lange termijn blootstelling aan fijn stof in een populatie te schatten (WHO, 2006). De samenhang tussen de over 21 jaar gemiddelde  $\text{PM}_{2,5}$ -concentraties en de sterfte aan longkanker onder circa 350.000 inwoners uit 61 steden in de periode 1982-1998 bedroeg in het onderzoek van Pope et al. 14 % extra per  $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . In dit onderzoek werd gecorrigeerd voor individuele risicofactoren. Op basis van informatie over de historische fijn stof bijdrage van Corus en dit extra risico uit de literatuur kan worden berekend dat in de ordegrootte van 6 % (range 3 % tot 12 %) extra longkanker in de directe omgeving van Corus kan worden verwacht. Belangrijke bronnen van onzekerheid bij de berekening van de 6 % zijn de vroegere concentratie van de kleinste fractie van het fijne stof en de toepassing van het Amerikaanse risico op de situatie rond Corus.

Het is onwaarschijnlijk dat de historische concentraties PAK en metalen afzonderlijk of gesommeerd een verhoogd risico op longkanker van 22 % kunnen verklaren. Kanttekening hierbij is dat er weinig kennis is over wat inademing van een combinatie van deze stoffen voor effect op longkanker kan hebben. Voor fijn stof geldt dus dat de blootstelling in het verleden een deel van het verhoogde relatieve risico zou kunnen verklaren. Het berekende percentage van 6 % is echter beduidend lager dan de aangetroffen verhoging van de incidentie van longkanker van 22 %.

De uiteenlopende resultaten van de risicoschatting voor fijn stof enerzijds en PAK, cadmium en chroom(VI) anderzijds zijn niet specifiek voor de situatie in de IJmond. Fijn stof is een mengsel van deeltjes van verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling. In fijn stof bevinden zich stoffen met kankerverwekkende eigenschappen, zoals PAK, cadmium, chroom(VI) en arseen. In eerder onderzoek (Röösli et al., 2003 en Harrison et al., 2004) is een verschil vastgesteld tussen de grootte van het berekende risico op longkanker door blootstelling aan fijn stof op basis van epidemiologisch onderzoek en dat door de som van de berekende risico's van de *afzonderlijke* kankerverwekkende stoffen in fijn stof op basis van toxicologisch en epidemiologisch onderzoek. Er zijn een aantal mogelijke verklaringen voor het uiteenlopen van deze schattingen. De precieze oorzaak is echter nog niet opgehelderd.

De *huidige* emissies van Corus zijn anders en over het algemeen lager dan die in het verleden (Schols, 2009). Gezien de lange tijd die verstrijkt tussen het ontstaan van longkanker en het manifest worden van de ziekte, zijn de resultaten uit het voorliggende onderzoek niet te vertalen naar toekomstige longkankerincidenties van de huidige blootstelling aan luchtverontreiniging in de IJmond. Dit kan wel met behulp van gegevens uit de literatuur, zie hiervoor het rapport van Schols (2009).

## 4.5 Onderzoeksopzet, consequenties en gevolgen voor mogelijk vervolgonderzoek

In de inleiding (hoofdstuk 1) is er gewezen op het feit dat de hier gebruikte onderzoeksmethode (ecologisch epidemiologisch onderzoek) het mogelijk maakt om in één keer van een omvangrijke populatie het optreden van longkanker geografisch in kaart te brengen en een mogelijke relatie met één of meerdere risicofactoren te signaleren. Een belangrijke beperking is dat er geen informatie beschikbaar is over individuele risicofactoren van de onderzochte populatie.

Het verhoogde relatieve risico op longkanker in de hoogste blootstellingklasse is een belangrijke aanwijzing dat de mogelijke blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus tot een verhoogde longkankerincidentie in de periode 1995-2006 heeft geleid. Echter, er bestaat onzekerheid of met de SES per postcodegebied voldoende is gecorrigeerd voor rookgewoonten in het verleden en er is gebrek aan goede informatie over de historische concentraties van fijn stof en andere componenten van andere bronnen van luchtverontreiniging in de IJmond. Daardoor kan niet worden uitgesloten dat deze andere factoren aan de verhoogde longkankerincidenties hebben bijgedragen. In dit onderzoek hebben we de bijdrage van deze factoren aan het optreden van longkanker niet kunnen vaststellen of zijn ze niet onderzocht. We kunnen daarom geen uitsluitsel geven over de precieze oorzaak van het verhoogd optreden van longkanker in de IJmond, noch over de bijdrage die de historische emissies van Corus aan de incidentie heeft geleverd.

In een epidemiologisch onderzoek met een individuele onderzoeksopzet zouden deze factoren verder kunnen worden onderzocht. Dan kan informatie worden verzameld over individuele leefstijlfactoren en woon- en werkomstandigheden. Een voorbeeld van een dergelijk onderzoek is een patiënt-controle onderzoek, waarin patiënten met in dit geval longkanker op individuele kenmerken kunnen worden vergeleken met personen die deze ziekte niet hebben (controles). Individuele risicofactoren uit het verleden (rookgewoonte, beroepsmatige blootstelling, woongeschiedenis en dergelijke) kunnen dan tijdens een interview of met een vragenlijst worden vastgelegd bij zowel de patiënten als bij de controles. Blootstelling aan luchtverontreiniging kan hierin worden meegenomen.

In Bijlage 5 is oriënterend uitgewerkt welke duur een dergelijk onderzoek zou moeten hebben om, als er sprake zou zijn van een effect, dit effect ook met een redelijke zekerheid te kunnen vaststellen. Wanneer we ervan uitgaan dat het in dit onderzoek aangetroffen relatieve risico op longkanker van 1,22 ook feitelijk aanwezig is, dan zou het patiënt-controle onderzoek tenminste 10 jaar moeten duren om voldoende patiënten met longkanker te kunnen werven (zie Bijlage 5). De looptijd kan worden bekort door inmiddels overleden patiënten met longkanker in het onderzoek te betrekken en relevante informatie bij hun naasten in te winnen.

## 5 Conclusie

In dit onderzoek is gekeken naar het optreden van kanker in de IJmond en omstreken. Tevens is onderzocht wat de invloed is van sociaaleconomische status (SES), als indirecte indicator voor rookgedrag, en wat de samenhang is tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus en het optreden van longkanker. Uit het onderzoek blijkt het volgende.

*In postcodegebieden van de gemeenten Beverwijk en Velsen zijn incidenties van longkanker verhoogd*  
 Voor de onderzochte typen kanker zijn geen statistisch significant verhoogde incidenties in postcodegebieden in de IJmond aangetroffen, met uitzondering van longkanker. Er is sprake van verhoogde incidenties van longkanker in bepaalde postcodegebieden in de gemeenten Beverwijk en Velsen. Het beeld uit het eerdere GGD-rapport wordt met dit onderzoek voor Beverwijk bevestigd. De in Beverwijk en Velsen aangetroffen verhoogde incidenties voor longkanker zijn niet uniek. Ook elders in het onderzoeksgebied (gemeente Haarlem) worden vergelijkbare verhogingen aangetroffen.

### *Samenhang met sociaaleconomische status*

In postcodegebieden met een lage SES treedt longkanker anderhalf tot tweemaal vaker op dan in postcodegebieden met een hoge SES. De meest waarschijnlijke oorzaak hiervan is het verschil in rookgedrag. Wanneer rekening wordt gehouden met deze invloed van SES, zijn de verschillen in longkankerincidentie tussen postcodegebieden kleiner. SES verklaart dus in belangrijke mate het verschil in longkankerincidenties tussen postcodegebieden.

### *Samenhang met luchtverontreiniging in het verleden*

In de delen van Beverwijk en Velsen (10 postcodegebieden, circa 45.000 inwoners) waar de niveaus van luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus het hoogst waren, komt longkanker circa 33 % vaker voor dan in gebieden waar de emissies van Corus niet of nauwelijks hebben bijgedragen aan de lokale luchtverontreiniging. Wanneer indirect voor roken wordt gecorrigeerd middels SES blijkt dat longkanker in dezelfde gebieden nog circa 22 % vaker voorkomt. Deze verhoging komt overeen met circa 7 extra gevallen van longkanker per jaar van de circa 39 nieuwe gevallen die hier jaarlijks optreden. Vanwege statistische onzekerheden in het onderzoek kan dit getal variëren van 1 tot 13.

### *Onzekerheid over de oorzaken van de verhoogde longkankerincidenties*

Met dit onderzoek is het niet mogelijk de 22 % extra gevallen van longkanker toe te schrijven aan de uitstoot van Corus. Er kunnen ook andere oorzaken zijn. Zo kunnen de bewoners vroeger juist in het hoogbelaste gebied meer hebben gerookt dan in dit onderzoek is aangenomen met de correctie voor SES. De correctie voor SES is dan onvoldoende geweest. De verhoging van 22 % kan dan (deels) een resteffect zijn van het onvoldoende corrigeren voor de rookgewoonten in het verleden.

Uit recente en voorlopige gegevens van de GGD over de *huidige* rookgewoonten in de IJmond blijkt dat in de tien betreffende postcodegebieden momenteel inderdaad meer wordt gerookt dan op grond van de SES van de postcodegebieden is te verwachten. Er zijn echter geen betrouwbare gegevens beschikbaar over de rookgewoonten in het verleden. Een betere, nauwkeuriger benadering van de invloed van roken dan die door SES was daarom niet mogelijk.

Er zijn nog meer onzekere factoren. Zo kan de invloed van andere milieueffecten die voor longkanker relevant zijn, met een correctie voor SES zijn weggevallen (overcorrectie). Ook kan het zo zijn dat de extra longkanker een relatie heeft met beroepsgerelateerde blootstelling in de Corusfabrieken; in de directe omgeving van Corus wonen ook veel (ex-)werknemers. Rondom het Corusterrein zijn ook andere bronnen van luchtverontreiniging, zoals andere industrie, de scheepvaart en het wegverkeer. In dit onderzoek was het niet mogelijk om de afzonderlijke bijdrage in het verleden van al deze bronnen te bepalen.

#### *De eventuele bijdrage van historische luchtverontreiniging*

Stoffen als PAK, cadmium, chroom(VI) en fijn stof kunnen bij inademing longkanker veroorzaken. Corus stoot deze stoffen uit, maar de gegevens over historische concentraties zijn beperkt en onzeker. De berekende of geschatte historische concentraties van PAK, cadmium en chroom(VI) zijn over het algemeen te laag om de extra longkankergevallen te kunnen verklaren. De fijn stof concentraties in de jaren zeventig en tachtig lagen boven de huidige grenswaarde voor fijn stof (PM<sub>10</sub>), maar dit kan de verhoging van 22 % slechts voor een deel verklaren. Met gegevens uit de wetenschappelijke literatuur kan worden berekend dat circa 6 % (met een spreiding van 3 % tot 12 %) extra gevallen van longkanker gerelateerd kan worden aan de fijn stof uitstoot van Corus uit die periode. Onbekend is of het inademen van een combinatie van alle genoemde stoffen nog een extra risico met zich mee kan brengen.

#### *Stellige conclusies zijn niet te trekken*

In de gegeven tijd zijn in dit onderzoek de kankerincidenties rond Corus met de best beschikbare gegevens en methoden onderzocht. Toch is het met de resultaten uit dit onderzoek niet mogelijk om een onomstotelijk antwoord te geven op de vraag of luchtverontreiniging door Corus in het verleden heeft bijgedragen aan het verhoogde risico op longkanker en zo ja, in welke mate. Er is een verhoogde longkankerincidentie in de IJmond gesignaleerd die deels samenhangt met het verspreidingspatroon van luchtverontreiniging in het verleden afkomstig van Corus. De verschillende onzekerheden in het onderzoek staan echter niet toe nu stellige conclusies te trekken over de oorzaak van deze verhoging. Evenmin zijn deze onzekerheden binnen enkele jaren weg te nemen.

## Literatuur

- Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen S, Beeson L, Yang JX (1999). Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am. J. Respir. Crit. Care Med* 159: 373-382
- Band P (2004). Assessment of environmental risk factors for breast, colon and lung cancer in Sydney, Nova Scotia. Executive Summary. Website Health Canada. Ottawa
- Beelen R, Hoek G, Brandt PA van den, Goldbohm RA, Fischer P, Schouten LJ, Armstrong B, Brunekreef B (2008). Long-term exposure to traffic-related air pollution and lung cancer risk. *Epidemiology* 19:702-10
- Beoordeling "Onderzoek naar metaalconcentraties in haren van kinderen in Beverwijk, Wijk aan Zee en De Rijp", Uitgevoerd door Stichting Los Amigos del Pilcomayo in samenwerking met de Radboud Universiteit Nijmegen (mei 2008). RIVM rapportnummer 609021074/2008. RIVM. Bilthoven
- Besag J, York J, and Mollie A (1991). Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Inst. Statist. Math*, 43(1):1-59
- Breugelmans O, C van Wiechen, I van Kamp, S Heisterkamp, D Houthuijs (2004). Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002. Publicatienummer: RIVM 630100001/2004, Bilthoven
- Bruggen M van (ed.) (2009). Wonen in de IJmond, ongezond? Onderzoek naar de uitstoot van Corus. RIVM rapport 601797002/2009. RIVM. Bilthoven
- Burdorf A, Siesling S, Sinninghe Damsté H. (2005). Regionale spreiding van het maligne mesothelioom in Nederland. Deel rapport 1. Erasmus Medisch Centrum, Integraal Kankercentrum Stedendriehoek Twente, Ziekenhuis Twenteborg. Rotterdam/Enschede. 2005
- CBS (2008). Gezondheid en zorg in cijfers 2008
- Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG, Jr., Speizer FE (1993). An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 329:1753-1759
- Dolk H, Thakrar B, Walls P, Landon M, Grundy C, Sáez Lloret I, Wilkinson P, Elliot P (1999). Mortality among residents near cokeworks in Great Britain. *Occup Environ Med* 56: 34-40
- Edwards R, Pless-Mulloli T, Howel D, Chadwick T, Bhopal R, Harrison R, Gribbin H (2006). Does living near heavy industry cause lung cancer in women? A case-control study using life grid interviews. *Thorax* 61: 1076-1082
- Elliott P, Wakefield JC, Best NG, Briggs DJ (2000). *Spatial Epidemiology; Methods and Applications*. Oxford, Oxford University Press, 2000
- Fischer P, Hoek G, Beelen R, Hoogh K de, Marra M, Briggs D (2009). Land use regression techniek in opkomst. *Milieu* 15 (3): 24-28

- Gelder BM van, Hoogenveen RT, Leent-Loenen HMJA van (2009). Wat zijn de mogelijke gezondheidsgevolgen van roken? In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. versie 3.17, 2 april 2009 <<http://www.nationaalkompas.nl>> RIVM. Bilthoven
- Giesbers H, Frenken F (2008). Rokers 2004-2007. In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationale Atlas Volksgezondheid. Versie 31 juli 2008 <<http://www.zorgatlas.nl>> RIVM Bilthoven
- Harrison RM, Smith DJT, Kibble AJ (2004). What is responsible for the carcinogenicity of PM2.5? *Occup Environ Med* 61: 799-805
- Heisterkamp SH, Doornbos G, Nagelkerke NJD (2000). Assessing health impact of environmental pollution sources using space-time models. *Statist Med* 19:2569-2578
- Hoek G, Beelen R, Hoogh K de, Vienneau D, Gulliver J, Fischer P, Briggs D (2008). A review of land-use regression models to assess spatial variation of outdoor air pollution. *Atmos Environ* 42: 7561-7578
- Houthuijs DJM, CMAG van Wiechen (2006). Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol. Publicatienummer: RIVM 630100003/2006, Bilthoven
- Hulpverleningsdienst Kennemerland (2007). Incidentie en prevalentie van kanker in de regio Kennemerland. GGD Kennemerland. Haarlem
- Inskip H, Beral V, Frase P, Haskey P (1983). Methods for age adjustment of rates. *Statistics in Medicine* 2, 483- 493
- Knol F (1998). Van hoog naar laag; van laag naar hoog, de sociaal-ruimtelijke ontwikkeling van wijken in de periode 1971-1995, SCP-Cahier 152. Elsevier Bedrijfsinformatie. Den Haag
- Lawson AB (2009). Bayesian disease mapping - Hierarchical modeling in spatial epidemiology. Chapman & Hall / CRC
- Llyod OL, Ireland E, Tyrrell H, Williams F (1986). Respiratory cancer in a Scottish industrial community: a retrospective case-control study. *Journal of the Society of Occupational Medicine* 36: 2-8
- Lucht F van der (2009). Sociaaleconomische gezondheidsverschillen samengevat. In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. versie 3.17, 2 april 2009, <http://www.nationaalkompas.nl>, RIVM, Bilthoven
- Lunn DJ, Thomas A, Best N, Spiegelhalter D (2000). WinBUGS – a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing*. 10, 325 – 337
- Lijzen J (ed.) (2009). Historische immissies en depositie in de omgeving van Corus. RIVM rapport 601797001/2009. RIVM. Bilthoven
- McDonnell WF, McDonelli F, Nishino-Ishikawa N, Petersen FF, Chen LH, Abbey DE (2000). Relationships of mortality with the fine and coarse fractions of long-term ambient PM<sub>10</sub> concentrations in nonsmokers. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 10: 427–436

- Poort E, Venemans A, Cluitmans R, Oosterlee A, Brinke J ten (2008). Ouderenonderzoek Kennemerland. GGD Kennemerland. Haarlem
- Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, Heath CW (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 151:669-674
- Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, et al. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 287:1132-1141
- R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- Röösli M, Künzli N, Schindler C, Theis G, Oglesby L, Mathys P, Camenzind M, Braun-Fahrländer C (2003). Single pollutant versus surrogate measure approaches: do single pollutants risk assessments underestimate the impact of air pollution on lung cancer risk? *JOEM* 45: 715-723
- Schols E (ed.) (2009). De invloed van Corus op de luchtkwaliteit in de leefomgeving. RIVM rapport 609021079/2009. RIVM. Bilthoven
- Stassen MJM, Preeker NL, Groenewoud H, Ragas AMJ, Smolders AJP (2008). Onderzoek naar metaalconcentraties in haren van kinderen uit Beverwijk, Wijk aan Zee en de Rijk. LAMPI-rapport nr.01/08
- TNO-PG en RIVM (1998). Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. Publicatienummers: TNO-PG: 98.039; RIVM: 441520010. Leiden/Bilthoven, oktober 1998
- Vienneau D, Hoogh K de, Beelen R, Fischer P, Hoek G, Briggs D (2009). Comparison of land use regression models between Great Britain and the Netherlands. Submitted
- Visser O, Wijnen JH van, Leeuwen van FE (2004). Residential traffic density and cancer incidence in Amsterdam, 1989-1997. *Cancer Causes and Control* 15: 331-339
- Wereldgezondheidsorganisatie (2006). Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO Regional Office for Europe. Kopenhagen
- Zandwijk N van (NKI), Leeuwen FE van (NKI) (2008). Longkanker samengevat. In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. 19 augustus 2008, <http://www.nationaalkompas.nl>, Bilthoven, RIVM

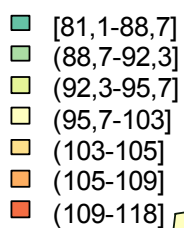




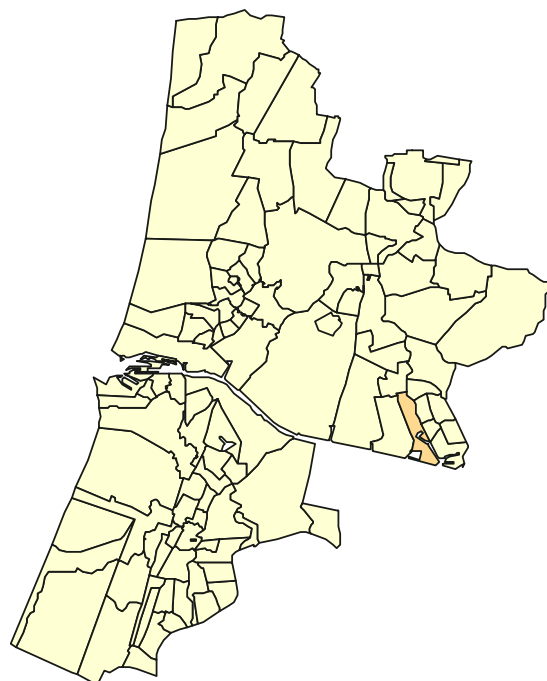
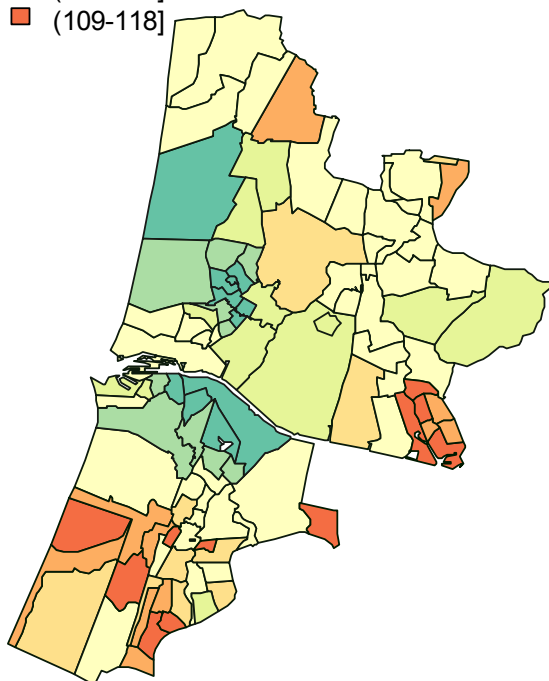
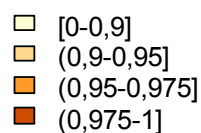
## Bijlage 1. Geografische weergave van kankerincidenties van de minder frequent optredende typen kanker uit Tabel 2

### GESLACHTSORGANEN

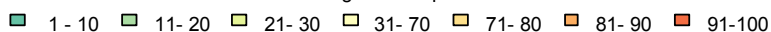
SIR in procenten



Kans SIR > 100%

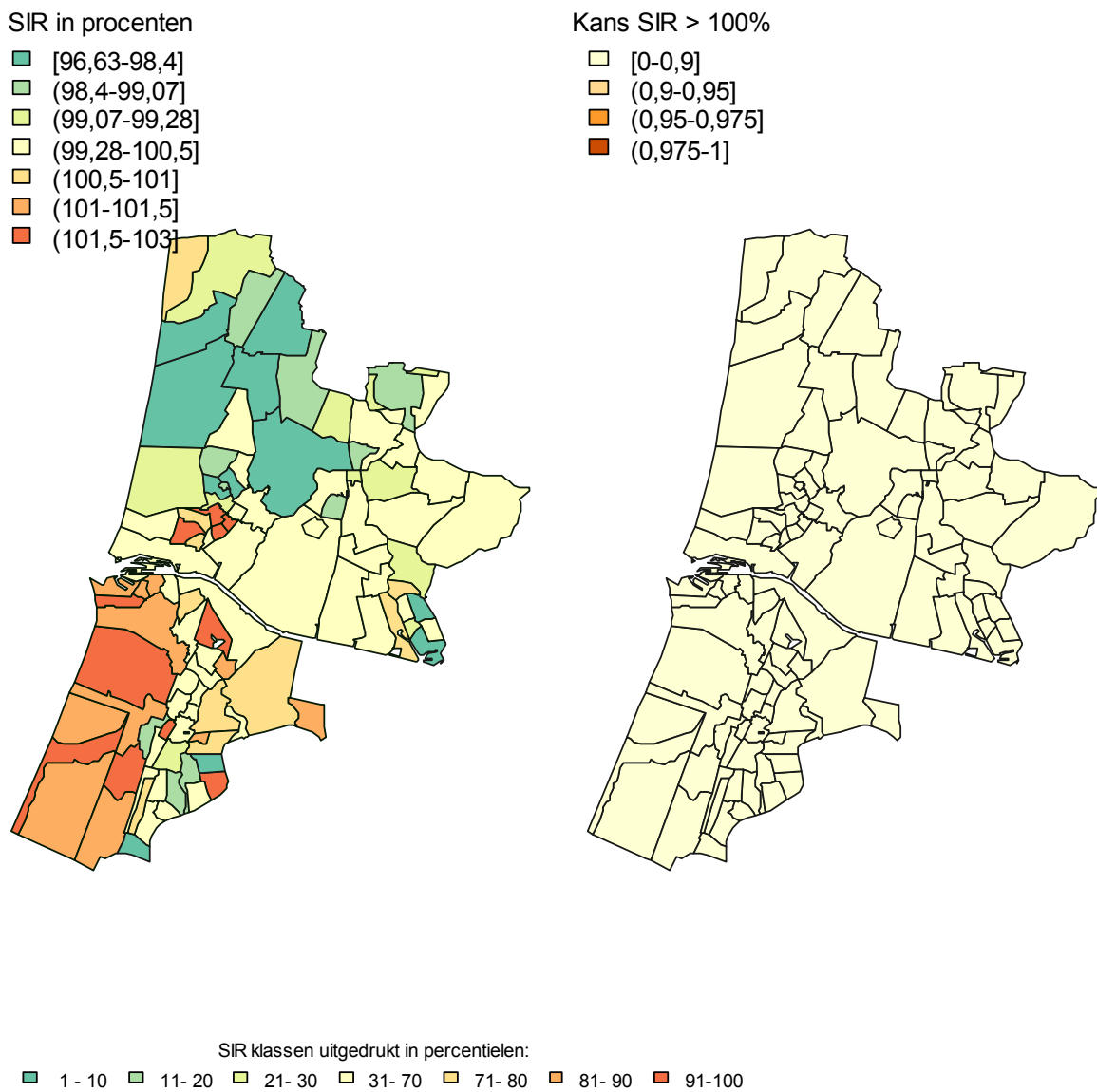


SIR klassen uitgedrukt in percentielen:

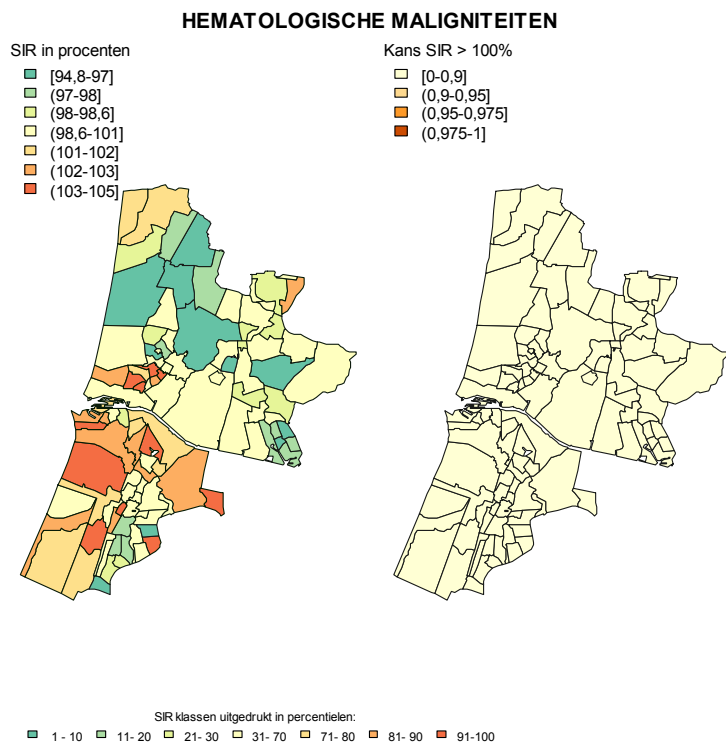


Figuur B1. Incidenties van kanker aan de geslachtsorganen, alleen vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)

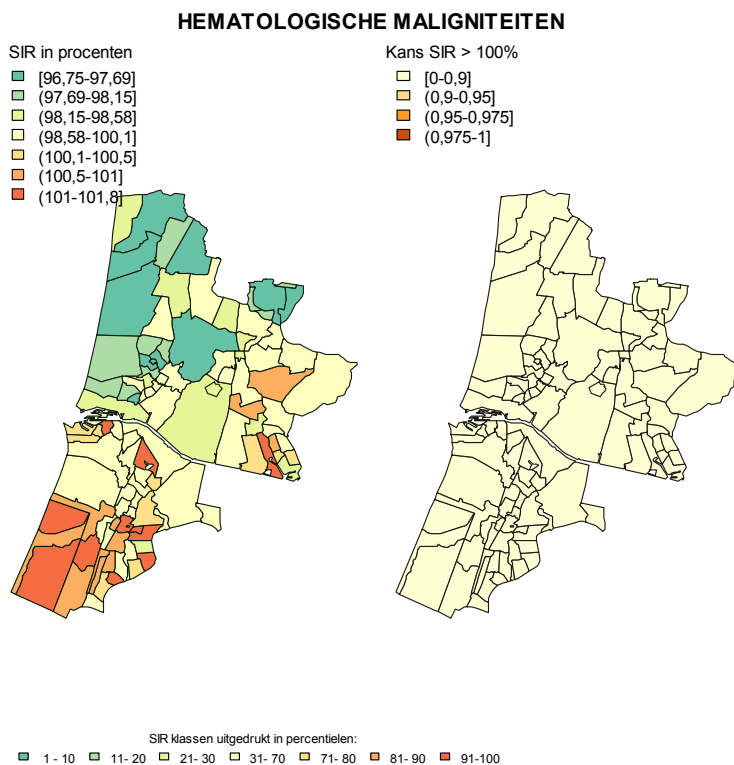
## HEMATOLOGISCHE MALIGNITEITEN



**Figuur B2a. Incidenties van hematologische maligniteiten, in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



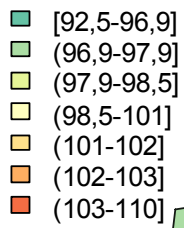
**Figuur B2b. Incidenties van hematologische maligniteiten onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



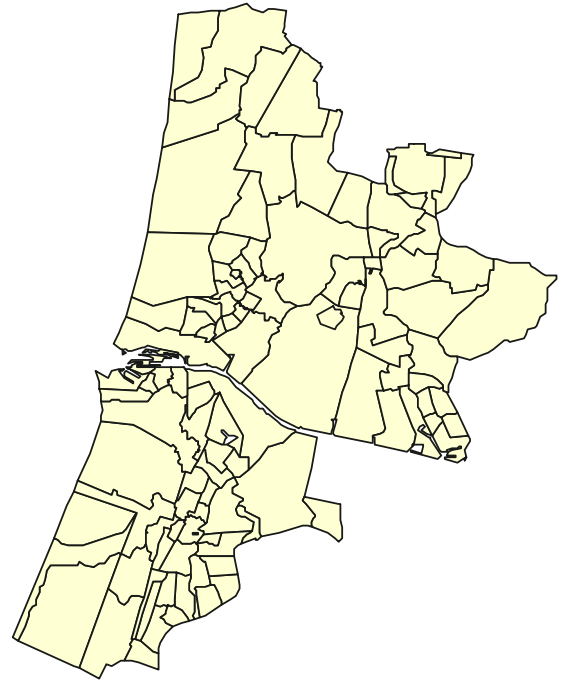
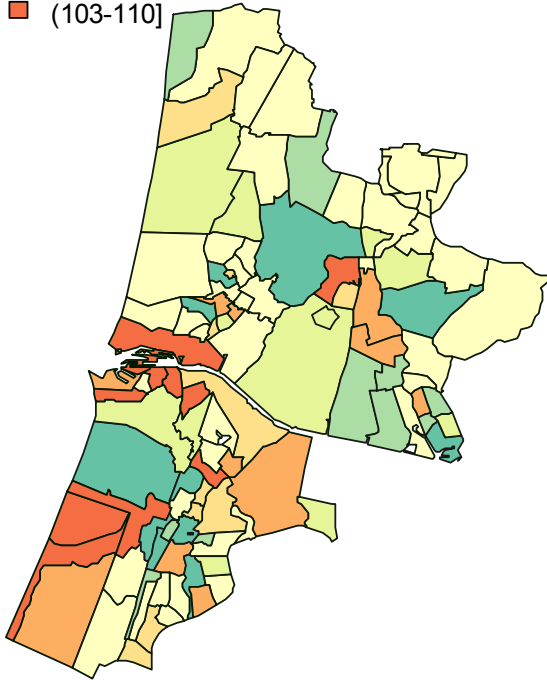
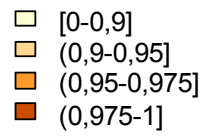
**Figuur B2c. Incidenties van hematologische maligniteiten onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

## NIER- EN URINEWEGEN

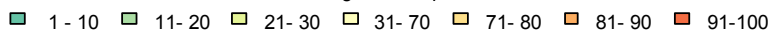
SIR in procenten



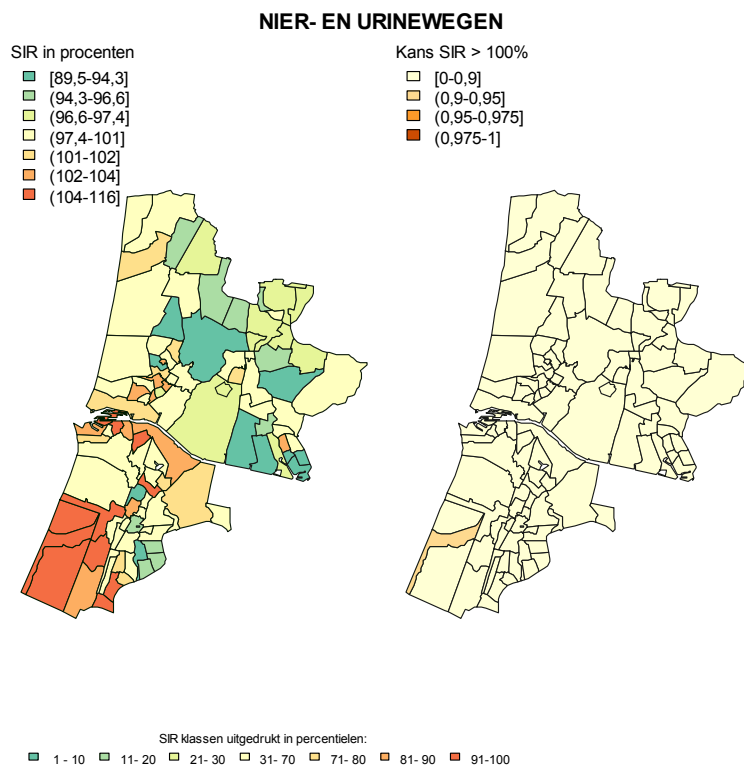
Kans SIR > 100%



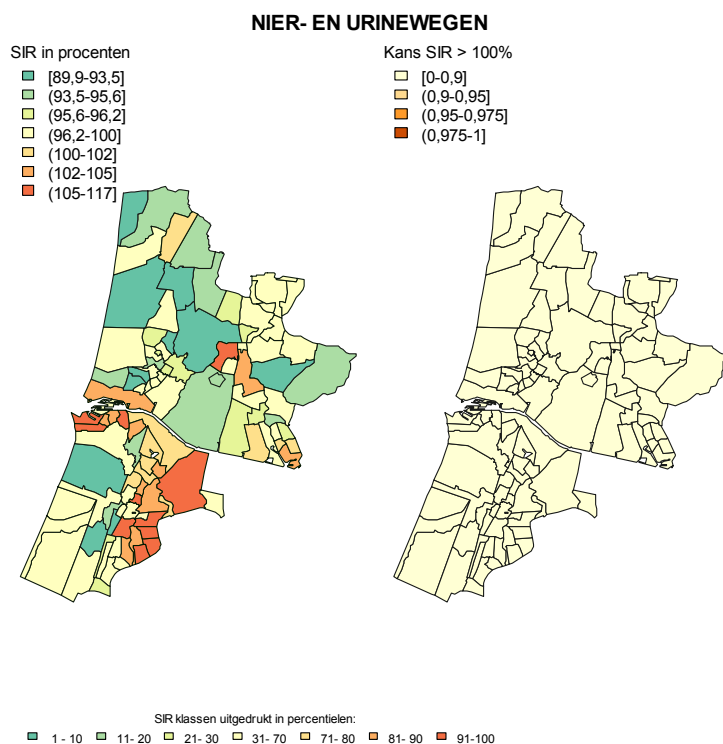
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur B3a. Incidenties van kanker aan nier- en urinewegen, in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



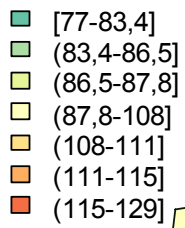
**Figuur B3b. Incidenties van kanker aan nier- en urinewegen onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



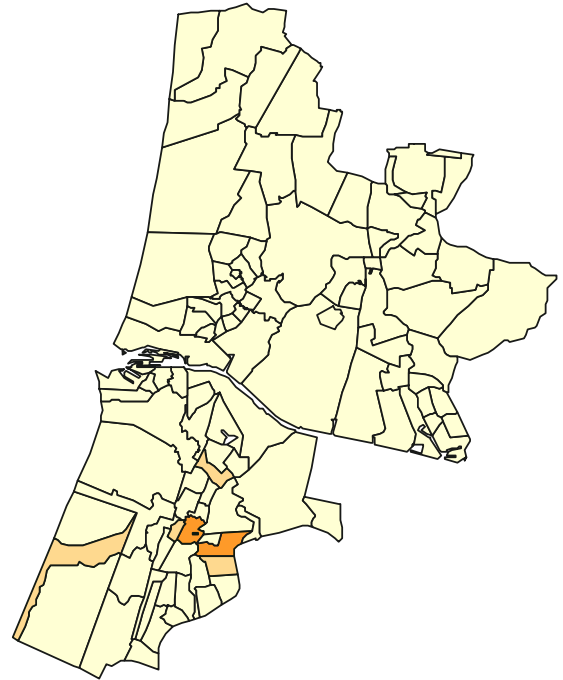
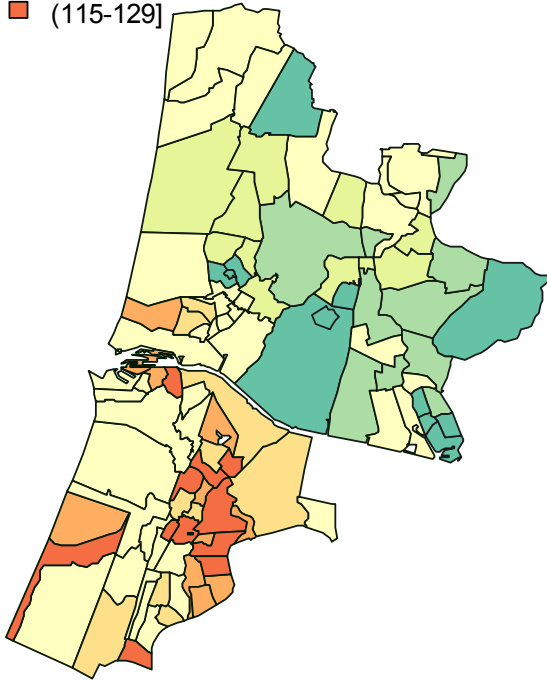
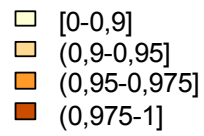
**Figuur B3c. Incidenties van kanker aan nier- en urinewegen onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

## HOOFD-HALS

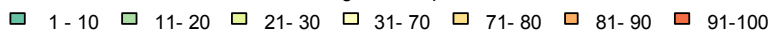
SIR in procenten



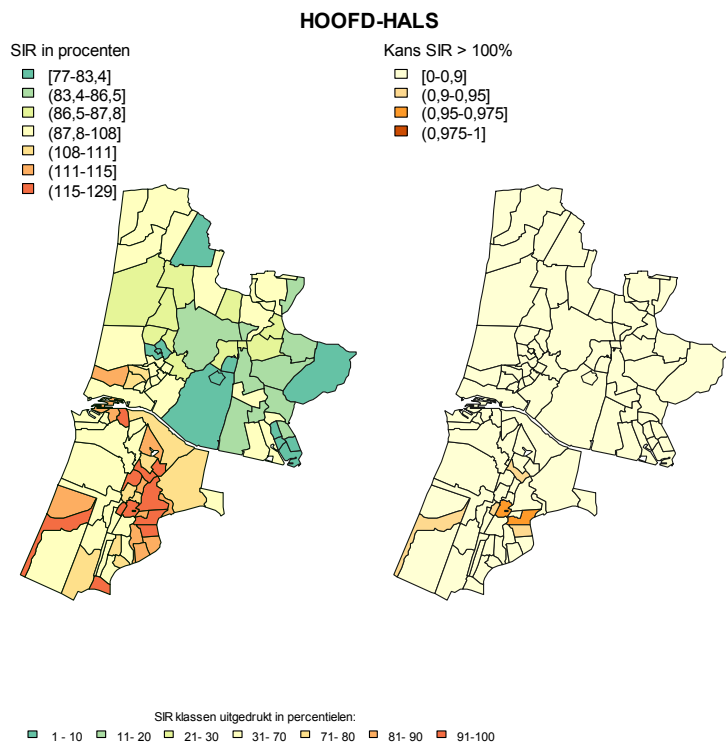
Kans SIR > 100%



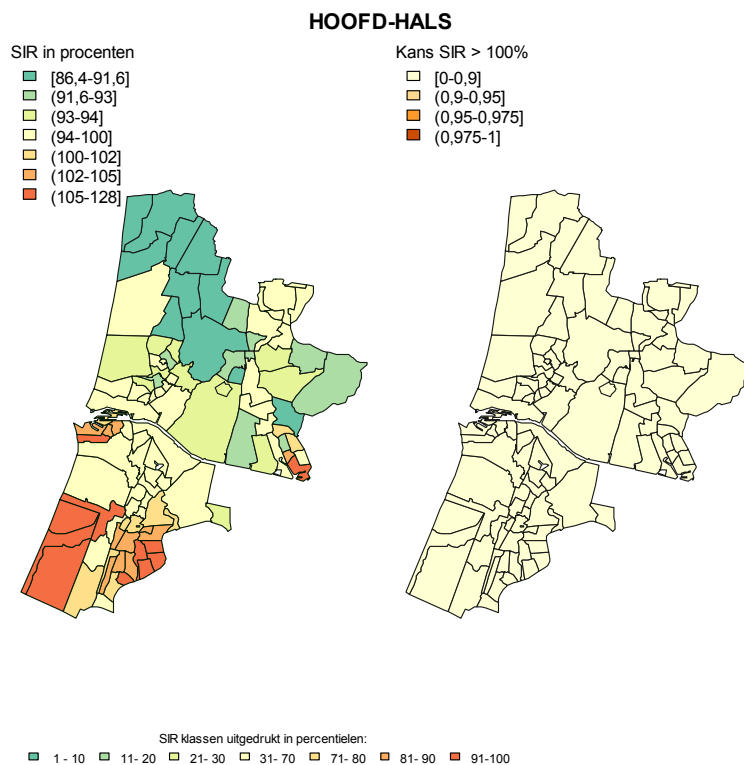
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur B4a.. Incidenties van kanker in het hoofd-hals gebied in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur B4b. Incidenties van kanker in het hoofd-hals gebied onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

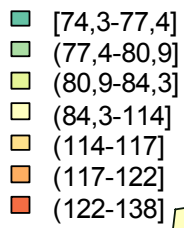


**Figuur B4c. Incidenties van kanker in het hoofd-hals gebied onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

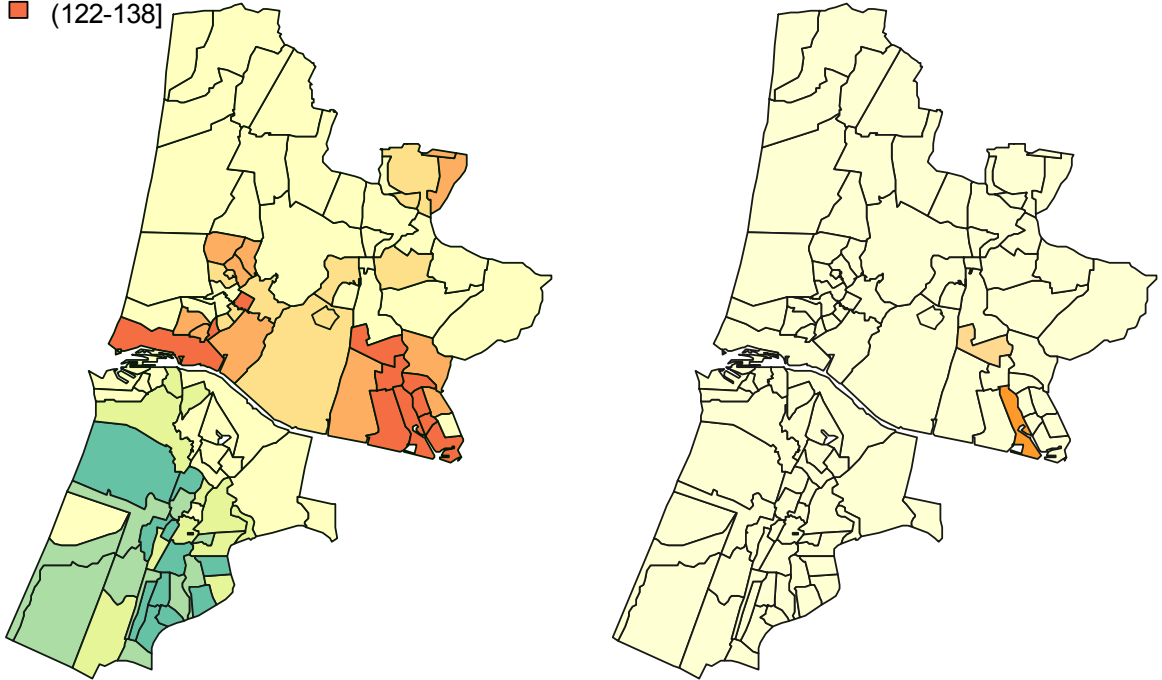
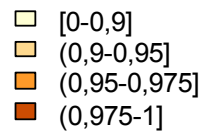


## MESOTHELIOOM

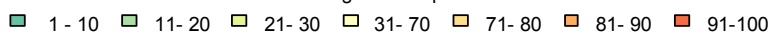
SIR in procenten



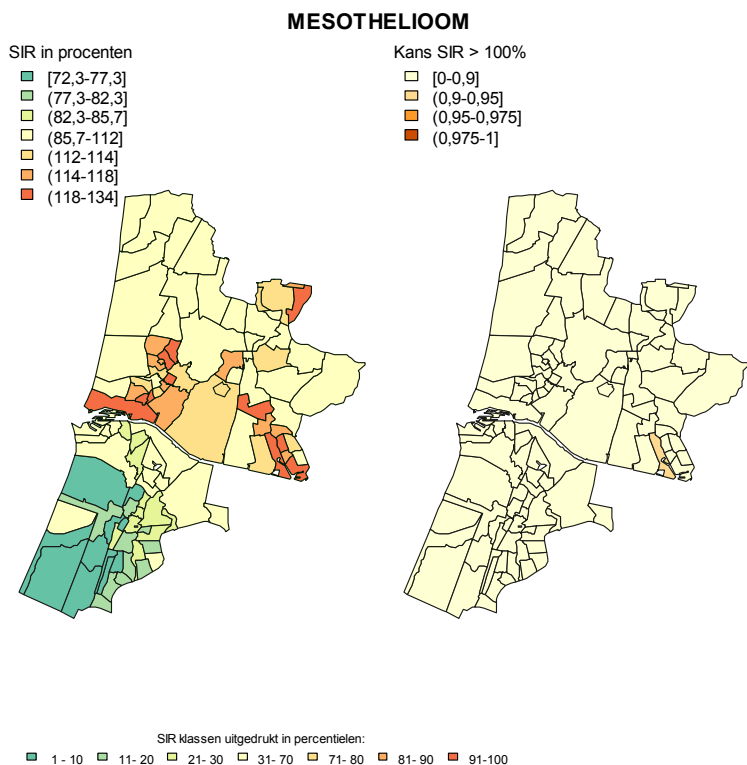
Kans SIR > 100%



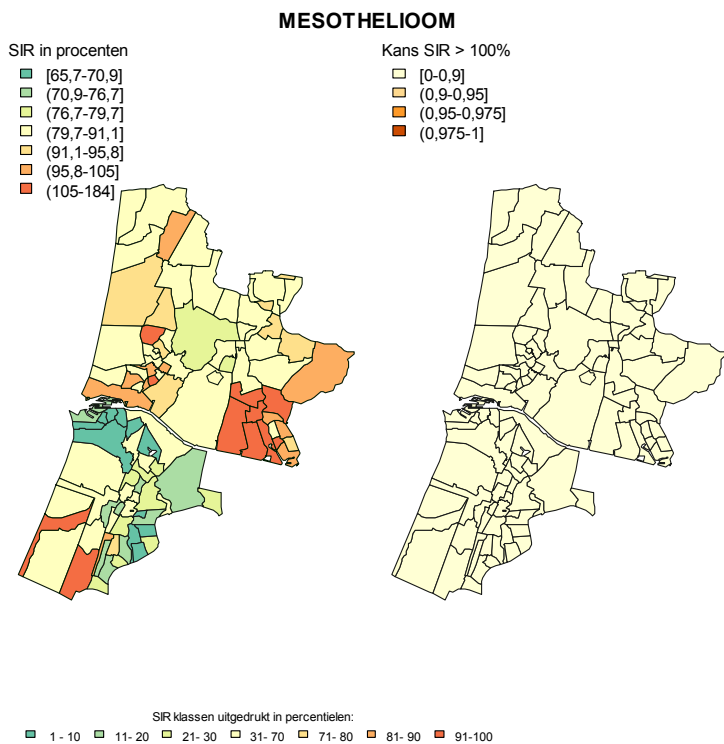
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur B5a.. Incidenties van mesotheliom in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



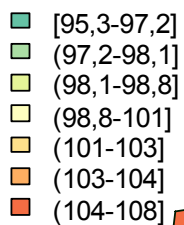
**Figuur B5b. Incidenties van mesotheliom onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



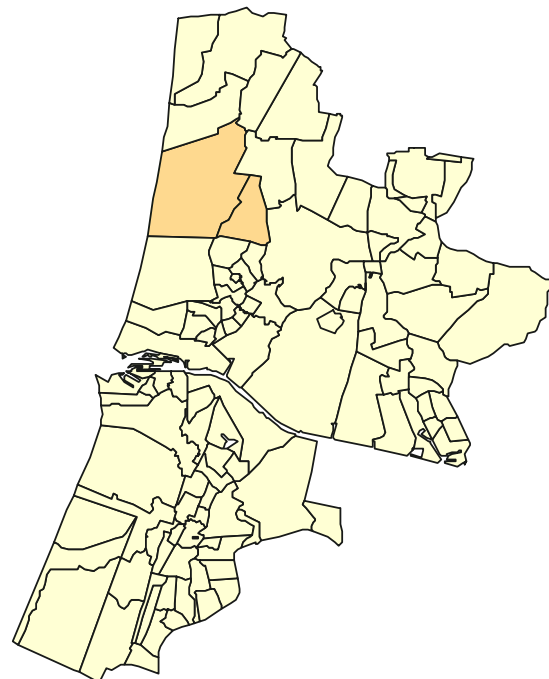
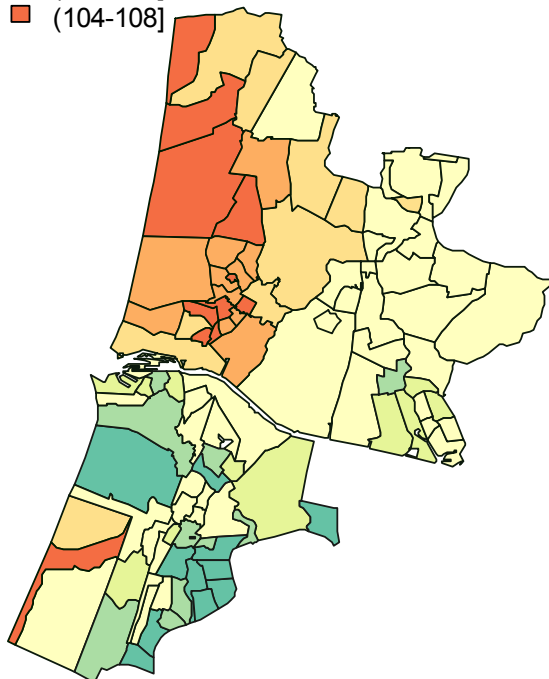
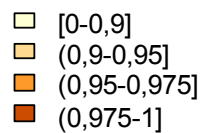
**Figuur B5c. Incidenties van mesotheliom onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

## OVERIGE ORGANEN

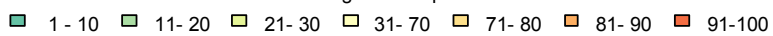
SIR in procenten



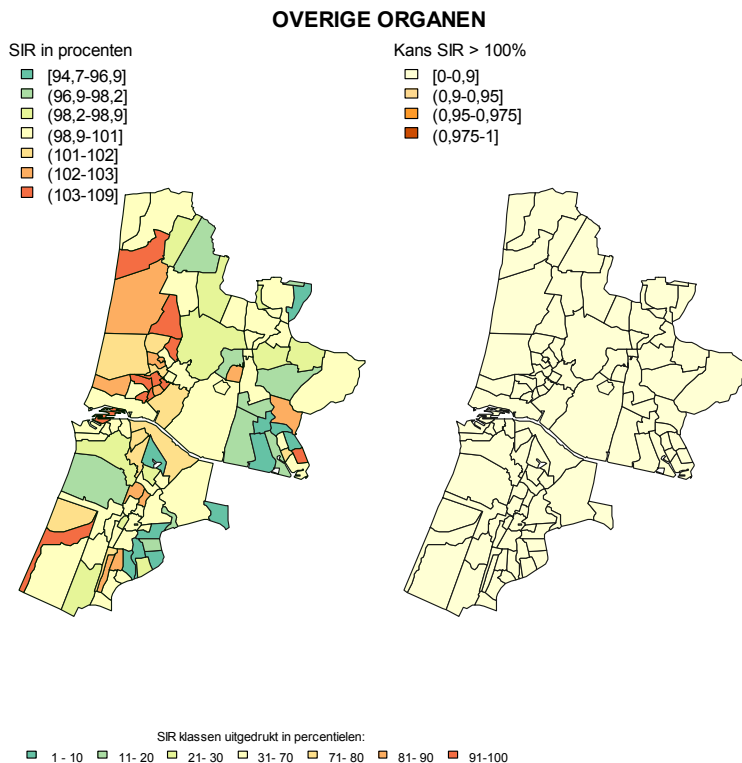
Kans SIR > 100%



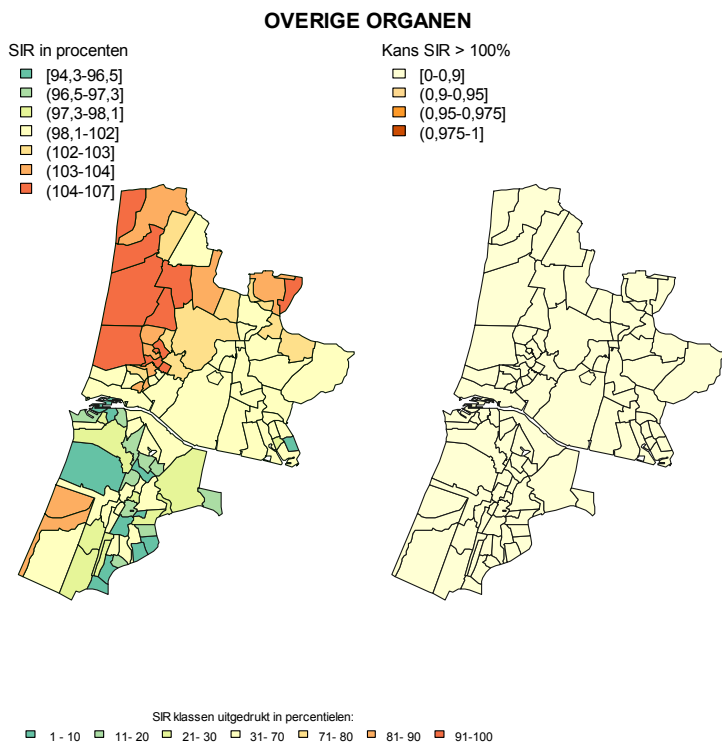
SIR klassen uitgedrukt in percentielen:



**Figuur B6a.. Incidenties van kanker in overige organen, in de totale bevolking (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur B6b. Incidenties van kanker in overige organen onder mannen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**



**Figuur B6c. Incidenties van kanker in overige organen onder vrouwen (links) en de kans dat de SIR statistisch significant is verhoogd (rechts)**

## Bijlage 2. Onderlinge samenhang historische concentraties PAK en zware metalen afkomstig van Corus

Zoals in paragraaf 2.2.3 beschreven, zijn in dit onderzoek de historische emissies ingedeeld in verschillende tijdvensters in de periode 1950-2007, is uitgegaan van twee verschillende emissiescenario's voor PAK, en zijn er twee metalen gehanteerd die relevant zijn voor dit onderzoek (cadmium en lood). Met al deze gegevens nam het aantal uit te voeren statistische analyses naar de samenhang tussen een mogelijke blootstellingsindicator en het optreden van longkanker sterk toe. Om dit aantal te beperken is allereerst gekeken naar de onderlinge samenhang tussen deze verschillende blootstellingsindicatoren in de 106 postcodegebieden.

In Tabel B1 is de correlatiecoëfficiënt vermeld van de gemiddelde PAK concentraties in de viercijferige postcodegebieden volgens scenario Emissie I uit de verschillende tijdvensters. Een correlatiecoëfficiënt is een maat voor de onderlinge samenhang; wanneer deze coëfficiënt 1 bedraagt, is de samenhang perfect.

**Tabel B1. Onderlinge samenhang tussen de gemiddelde blootstelling aan PAK uit verschillende perioden in de 106 postcodegebieden**

periode	1950-1959	1960-1964	1965-1971	1972-1994	1995-1997	1998-1999	2000-2007
1950-1959	1						
1960-1964	1	1					
1965-1971	1	1	1				
1972-1994	0,990	0,990	0,990	1			
1995-1997	0,990	0,990	0,990	1	1		
1998-1999	0,974	0,973	0,974	0,986	0,986	1	
2000-2007	0,974	0,973	0,974	0,986	0,986	1	1

Uit de tabel blijkt dat de onderlinge samenhang tussen de PAK concentratie in verschillende perioden zeer hoog is. Ook de correlatie tussen de concentraties PAK van de verschillende perioden van Emissiescenario I en Emissiescenario II is zeer hoog (allen groter dan 0,97) (niet in de tabel weergegeven).

Het logische gevolg hiervan is dat in de statistische analyses naar de samenhang tussen de blootstelling aan PAK en het optreden van kanker slechts één combinatie van periode en scenario kan worden beschouwd, omdat alle andere combinaties geen andere of aanvullende informatie zullen geven. Het blootstellingcontrast in deze combinatie is dan representatief voor het contrast dat in alle andere combinaties optreedt. Voor de analyses is gekozen voor het Emissiescenario I uit de periode 1972-1994 omdat dit scenario (deels) gebaseerd is op gegevens die in de Emissieregistratie zijn vastgelegd en omdat het vooraf gaat aan de beschouwde periode voor het optreden van kanker (1995-2006).

Voor cadmium en lood geldt evenals bij PAK dat de onderlinge samenhang tussen de concentraties metalen in verschillende tijdvensters onderling bijna perfect samenhangt. Voor lood was de laagste correlatiecoëfficiënt 0,91; voor cadmium 0,95. Ook voor de metalen geldt dat het geen meerwaarde heeft om in de statistische analyse verschillende perioden te beschouwen. Zodoende is ook voor cadmium en lood één periode beschouwd, namelijk de jaren 1973-1984.

In Tabel B2 wordt voor de 106 viercijferige postcodegebieden de correlatiecoëfficiënt vermeld tussen de PAK concentraties in de periode 1972-1994 en de metaalconcentraties in de periode 1973-1984.

**Tabel B2. Onderlinge samenhang tussen de gemiddelde blootstelling aan PAK, cadmium en lood in de 106 postcodegebieden**

	PAK 1972-1994	Cadmium 1973-1984	Lood 1973-1984
PAK 1972-1994	1		
Cadmium 1973-1984	0,903	1	
Lood 1973-1984	0,884	0,995	1

De samenhang tussen PAK en de beide metalen is circa 0,90, terwijl de samenhang tussen beide metalen onderling bijna perfect is. Daarom is van de metalen alleen cadmium in de verdere analyses beschouwd. Voor cadmium is gekozen omdat één van de mogelijke effecten van langdurige blootstelling aan cadmium een verhoging van het risico op longkanker is.

In Tabel B3 wordt de klassenindeling van de PAK concentratie weergegeven, die gehanteerd is bij de onderverdeling van de 43 postcodegebieden met een PAK bijdrage afkomstig van Corus over vier (vrijwel) gelijke groepen. In Tabel B4 is de indeling voor de cadmium concentratie weergegeven.

**Tabel B3. Klasse-indeling van de PAK concentraties in de 106 postcodegebieden in de periode 1972-1994**

Blootstellingklasse	Range van PAK concentraties in periode 1972-1994 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Postcodegebieden	Gemiddeld aantal inwoners (gemiddeld aantal nieuwe gevallen van longkanker per jaar)
4e kwartiel	0,426-0,636	1942, 1943, 1944, 1949, 1951, 1971, 1972, 1973, 1975 en 1976	46.931 (41)
3e kwartiel	0,169-0,390	1941, 1945, 1946, 1947, 1948, 1964, 1965, 1969, 1974, 1981 en 1985	45.911 (30)
2e kwartiel	0,055-0,159	1911, 1961, 1962, 1963, 1966, 1967, 1968, 1991, 2026, 2071 en 2082	63.508 (31)
1e kwartiel	0,032-0,052	1566, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2031, 2051, 2061, 2063 en 2064	72.962 (44)
Buiten modelleergebied	-	Overige 63 postcodegebieden	370.259 (221)

**Tabel B4. Klasse-indeling van de cadmium concentraties in de 106 postcodegebieden in de periode 1973-1984**

Blootstellingklasse	Range van cadmium concentratie in periode 1973-1984 (ng/m3)	Postcodegebieden	Gemiddeld aantal inwoners (gemiddeld aantal nieuwe gevallen van longkanker per jaar)
4e kwartiel	0,89-1,65	1941, 1942, 1943, 1944, 1949, 1951, 1972, 1973, 1975 en 1976	41.758 (37)
3e kwartiel	0,73-0,87	1945, 1946, 1947, 1961, 1962, 1964, 1965, 1966, 1969, 1971, en 1974	57.464 (42)
2e kwartiel	0,42-0,72	1566, 1911, 1948, 1963, 1967, 1968, 1981, 1985, 1991, 2025 en 2026	69.253 (32)
1e kwartiel	0,30-0,42	2021, 2022, 2023, 2024, 2031, 2051, 2061, 2063, 2064, 2071 en 2082	60.837 (37)
Buiten modelleergebied	-	Overige 63 postcodegebieden	370.259 (221)

## Bijlage 3. Rookgewoonten in de regio Kennemerland in 2007/2008

### Inleiding

GGD Kennemerland voerde in het najaar van 2007 een grootschalige gezondheidsenquête uit onder zelfstandig wonende ouderen vanaf 65 jaar in de 10 gemeenten van de regio Kennemerland (Poort et al., 2008). Dit waren destijds Bennebroek, Beverwijk, Bloemendaal, Haarlem, Haarlemmerliede-Spaarnwoude, Heemskerk, Heemstede, Uitgeest, Velsen en Zandvoort. Deze leeftijdsgroep is circa 17 % van alle inwoners van de regio; circa 93 % van de ouderen woont zelfstandig. Het doel van het onderzoek was om inzicht te krijgen in de gezondheidstoestand van ouderen, de factoren die de gezondheid beïnvloeden, het gebruik van en de behoefte aan (gezondheidszorg)voorzieningen en het identificeren van risicogroepen.

In het najaar van 2008 voerde de GGD een vergelijkbaar onderzoek uit onder volwassenen van 19 tot 65 jaar. De regio was inmiddels uitgebreid met de gemeente Haarlemmermeer. De resultaten van dit onderzoek zijn nog niet gerapporteerd; dit zal naar verwachting in het najaar van 2009 gebeuren. GGD Kennemerland<sup>5</sup> heeft ten behoeve van het kankerincidentieonderzoek enkele van de verzamelde gegevens vroegtijdig voor het RIVM geanonimiseerd beschikbaar gemaakt zodat kon worden onderzocht of er aanwijzingen zijn voor residuele confounding na correctie voor SES. Het begrip residuele confounding wordt later toegelicht.

### Opzet en gegevensverwerking van beide onderzoeken

Beide onderzoeken kennen een vergelijkbare opzet wat betreft de gegevensverzameling. De gezondheidsenquêtes worden gebruikt om richting te geven aan het lokale gezondheidsbeleid van een gemeente. Om deze reden is het streven representatieve gegevens voor een gemeente te verzamelen. De gemeenten met meer dan 10.000 inwoners van 65 jaar en ouder of van 19 tot 64 jaar zijn opgedeeld in respectievelijk vier “wijken” (Haarlem) en twee “wijken” (Velsen). De gemeente Haarlemmermeer is voor deze rapportage buiten beschouwing gelaten.

Via de gemeentelijke basisadministratie (GBA) is een aselechte steekproef getrokken. Per gemeente/wijk zijn vervolgens zes groepen gedefinieerd. Deze groepen zijn gebaseerd op geslacht en leeftijd (65-74, 75-84 en 85 jaar en ouder in het ouderenonderzoek en 19-34, 35-49 en 50-64 jaar in het onderzoek onder 19 tot 64 jarigen). Iedere unieke combinatie van gemeente, wijk, geslacht en leeftijdscategorie wordt een stratum genoemd. In ieder onderzoek zijn zodoende voor de gehele regio (uitgezonderd de gemeente Haarlemmermeer) in totaal 84 strata gedefinieerd. Op basis van de GBA is het aantal inwoners per stratum bekend.

De representativiteit van de verzamelde gegevens wordt in ieder onderzoek zo goed mogelijk geborgd door te kijken naar de verhouding van het aantal mensen dat uit een stratum respondeert en het aantal mensen dat – op basis van het GBA – tot het stratum behoort. Per respondent wordt op basis van deze verhouding een weegfactor berekend die weergeeft hoeveel mensen uit het stratum door de respondent wordt gerepresenteerd. Deze opzet leidt ertoe dat de informatie uit beide onderzoeken eenvoudig kan worden gecombineerd (168 strata), waardoor, naast voor de leeftijdsgroepen 19-64 jaar en 65 jaar en ouder, ook uitspraken kunnen worden gedaan over de leeftijdsgroep 19 jaar en ouder.

Door verschillen in respons, verschilt de weegfactor per stratum. In het ouderenonderzoek is de steekproefomvang relatief groter dan in het volwassenenonderzoek. Dit leidt ook tot verschillen in de

<sup>5</sup> Met dank aan de GGD Kennemerland, in het bijzonder aan de medewerkers van het cluster Epidemiologie, voor het beschikbaar stellen van de gegevens en de additionele informatie over de steekproeftrekking



weegfactoren. Bij de statistische analyses is hiermee rekening gehouden, evenals met het feit dat weegfactoren van verschillende omvang consequenties heeft voor de berekening van het betrouwbaarheidsinterval. Door het gebruik van strata is het betrouwbaarheidsinterval over het algemeen kleiner dan wanneer een volledig aselechte steekproef zou zijn uitgevoerd.

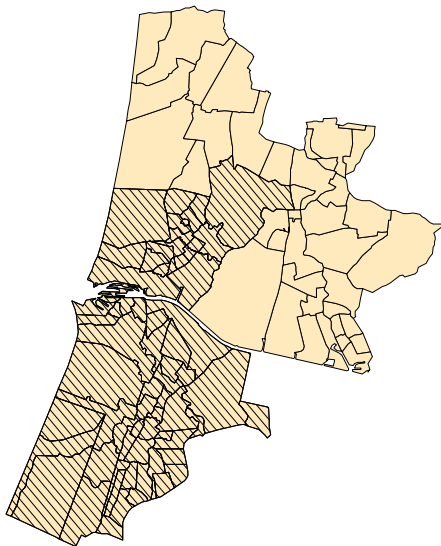
Op basis van de gegevens uit de vragenlijst kan zowel voor de inwoners van 65 jaar en ouder als voor de 19 tot 64 jarigen worden afgeleid of ze: a) nu roken en b) of ze ooit hebben gerookt. Per postcodegebied is het percentage “huidig rokers” en “ooit rokers” berekend. Bij de huidig rokende 19 tot 64 jarigen is ook gevraagd naar het aantal sigaretten of sigaren dat per week wordt gerookt. Deze informatie is niet gebruikt. Soms bestaat een gemeente uit één postcode; meestal liggen er meerdere viercijferige postcodegebieden in een gemeente of wijk. Aangenomen is dat de cijfers ook voor viercijfige postcodegebieden afzonderlijk representativiteit zijn, hoewel de opzet van beide onderzoeken gericht was op representativiteit per gemeente of wijk.

## Resultaten

### *Respons en onderzoeksgebied*

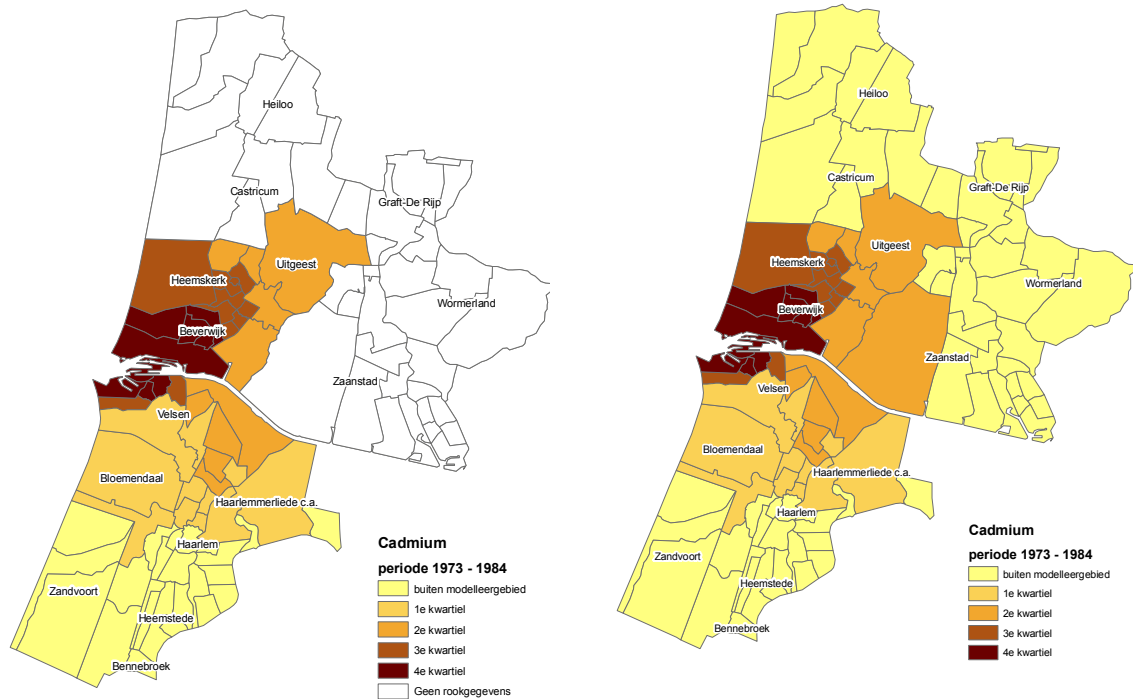
Van de 7.330 vragenlijsten die in 2007 onder de ouderen zijn verspreid, zijn er 5.691 geretourneerd (respons 78 %). De respons van het volwassenenonderzoek was gemiddeld 45 % (exclusief Haarlemmermeer). Uit de 10 gemeenten zijn 4.675 vragenlijsten teruggekomen.

Het gebied waarover wordt gerapporteerd is de regio Kennemerland. Dit is slechts een gedeelte van het onderzoeksgebied dat bij de start van in het kankerincidentieonderzoek werd gedefinieerd (zie Figuur B7). Het gearceerde gebied beslaat 67 van de 106 viercijferige postcodegebieden in het oorspronkelijke onderzoeksgebied. Zodoende waren er gemiddeld 177 respondenten per postcodegebied. Gemiddeld lagen er 5 postcodegebieden in een gemeente of wijk.



**Figuur B7. Het gebied waarover rookgegevens beschikbaar zijn en dat tot het onderzoeksgebied behoort**

In Figuur B8 zijn de 5 blootstellingscategorieën voor cadmium weergegeven. In het linkerdeel van de figuur zijn de postcodegebieden waarvoor geen rookgegevens beschikbaar zijn wit gekleurd. In het rechterdeel is de oorspronkelijke blootstellingverdeling weergegeven (zoals in Figuur 15 van het hoofdrapport is afgebeeld). Uit Figuur B8 wordt duidelijk dat er geen schattingen van de huidige rookgewoonten zijn in referentiegebieden (de postcodegebieden buiten het modelleergebied) ten noorden van het Noord-Zeekanaal.

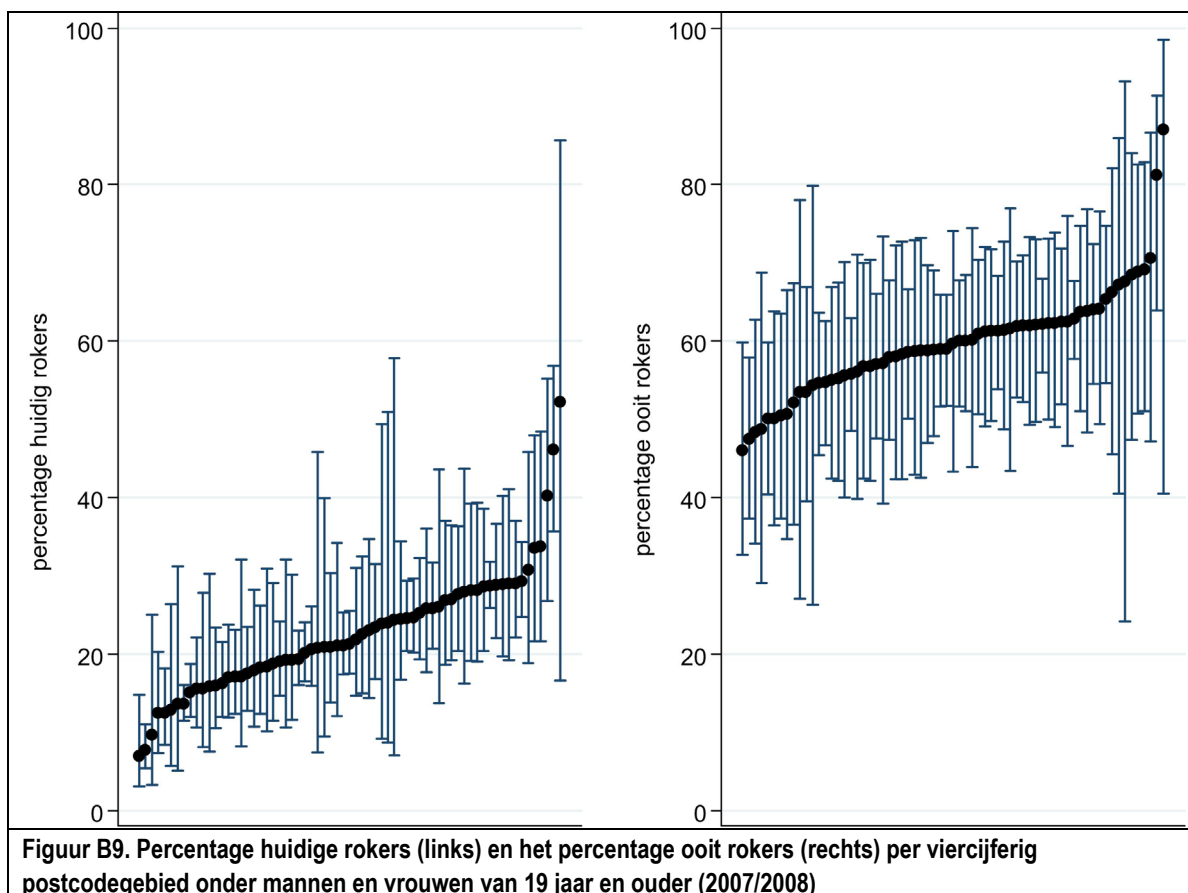


**Figuur B8. De blootstellingklassen voor cadmium met (links) en zonder (rechts) gegevens over roken uit 2007/2008**

***Prevalentie van huidig en ooit roken***

In Figuur B9 is het huidige percentage rokers onder mannen en vrouwen van 19 jaar en ouder in 2007/2008 per postcodegebied weergegeven. Tevens is het percentage mensen dat aangaf ooit te hebben gerookt in de figuur opgenomen. Het gemiddelde percentage huidig rokers bedraagt in de 67 postcodegebieden 23,0 % (95 % bthi 21,5-24,5); het gemiddelde percentage volwassenen en ouderen dat aangaf ooit te hebben gerookt bedraagt 58,6 (95 % bthi 55,9-61,4).

Uit Figuur B9 blijkt dat de betrouwbaarheidsintervallen van het percentage rokers per postcodegebied aanzienlijk zijn. Er is een grote mate van onzekerheid over het exacte percentage in een postcodegebied. In sommige postcodegebieden is het betrouwbaarheidsinterval relatief klein; in deze gebieden was de steekproef groot. Uit Figuur B9 blijkt ook dat er anno 2007/2008 aanzienlijke verschillen in rookgewoonten tussen 67 postcodegebieden bestaan.



***Samenhang tussen rookgewoonten, SES en cadmiumblootstelling***

In Tabel B6 is de samenhang weergegeven tussen het gemiddelde percentage rokers per postcodegebied, de SES rangorde en de cadmiumconcentratie uit de periode 1973-1984.

**Tabel B5: Correlatiecoëfficiënt tussen het percentage huidige rokers, het percentage ooit rokers, SES en cadmium (op postcodeniveau, mannen en vrouwen, 19 jaar en ouder)**

	Huidig roken	Ooit roken	SES-rangorde	cadmium
Huidig roken	1,00			
Ooit roken	0,46	1,00		
SES-rangorde	0,50	0,11	1,00	
cadmium	0,22	0,15	0,21	1,00

Er is een duidelijke samenhang tussen de SES-rangorde (uit 2006) en het percentage huidige rokers; de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,50. De samenhang tussen SES en het percentage ooit gerookt is aanmerkelijk lager (0,11). Er is een lichte samenhang tussen de cadmiumconcentratie in het verleden en het percentage huidige rokers in een postcodegebied. De correlatie bedraagt 0,22; dit is net niet statistisch significant ( $p=0,067$ ). De samenhang tussen cadmium en het percentage ooit gerookt is iets lager (0,15).

Voor mannen en vrouwen afzonderlijk (niet weergegeven in een tabel) bedraagt de correlatie tussen de SES-rangorde en het percentage huidige rokers 0,51 (mannen) en 0,69 (vrouwen). Voor het percentage rokers ooit is dat 0,24 (mannen) en -0,04 (vrouwen).

De samenhang tussen de cadmiumblootstelling en het percentage huidige rokers bedraagt 0,11 (mannen) en 0,24 (vrouwen); dat met het percentage ooit rokers 0,04 (mannen) en 0,07 (vrouwen). Uit deze opsomming blijkt dat er verschillen zijn tussen mannen en vrouwen wat betreft de samenhang van de rookgewoonten met SES en met de historische blootstelling aan cadmium. Voor vrouwen is de samenhang tussen de rookgewoonten en SES en de cadmiumblootstelling sterker dan voor mannen.

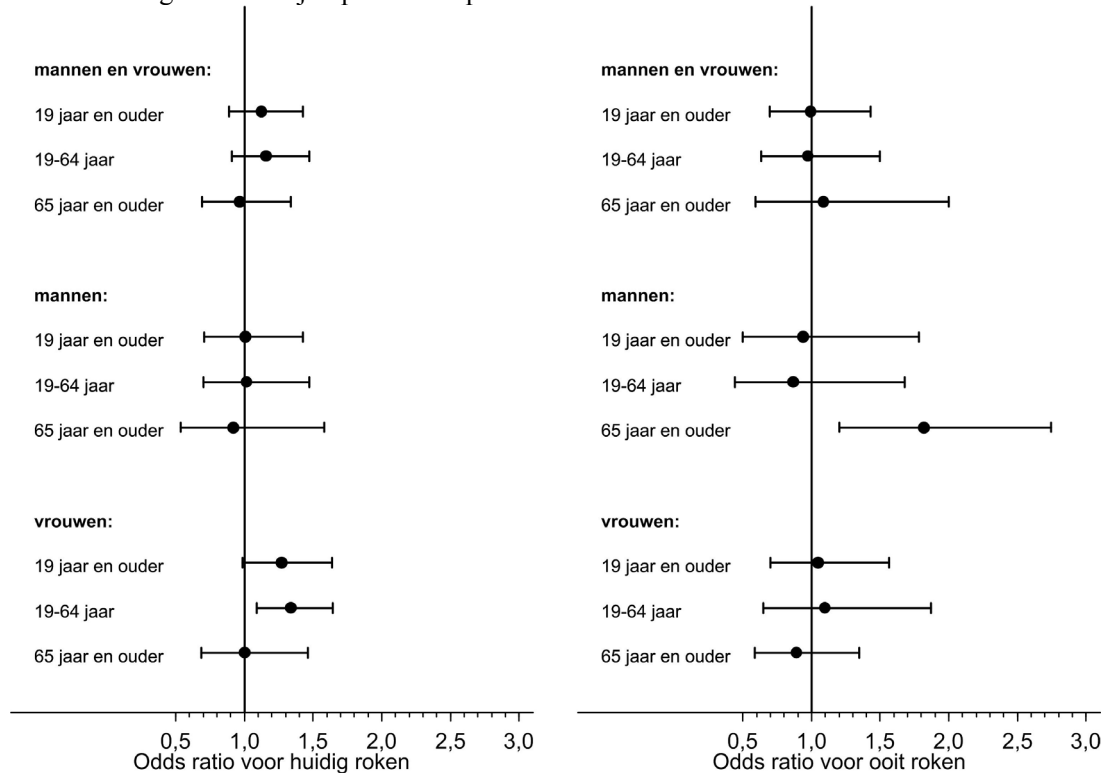
Wanneer de SES-rangorde een perfecte indicator is voor de rookgewoonte in een postcodegebied, is er na correctie voor SES geen samenhang tussen de cadmiumblootstelling en het percentage rokers. Uit de hierboven genoemde correlatiecoëfficiënten van circa 0,50 blijkt dat de samenhang tussen het percentage huidige rokers en SES niet perfect is. Dit betekent dat na correctie voor SES er nog een “resteffect” van roken in de postcodegebieden kan overblijven. Door dit resteffect kan, na correctie voor SES, de longkankerincidentie in dit postcodegebied onterecht toch nog voor een gedeelte aan andere factoren gerelateerd worden. Zolang dit resteffect van roken niet vaker voorkomt in postcodegebieden met een hoge cadmiumblootstelling dan in postcodegebieden in het referentiegebied, is het niet waarschijnlijk dat dit resteffect de samenhang tussen de cadmiumblootstelling en de longkankerincidentie vertekent. Is er na correctie voor SES wel een relatie tussen de cadmiumblootstelling en het resteffect van roken, dan kan de aangetroffen samenhang tussen de cadmiumblootstelling en de longkankerincidentie (mede) door dit resteffect van roken worden veroorzaakt. We duiden deze vertekening met “residuele confounding” aan.

Om te onderzoeken of er aanwijzingen zijn voor residuele confounding na correctie voor SES is gekeken naar de samenhang tussen de cadmiumblootstelling uit 1973-1984 en het gemiddeld percentage rokers in een postcodegebied in 2007/2008, na correctie voor de invloed van SES. Daar de samenhang tussen roken en SES bij mannen en vrouwen onderling verschillen, zijn de resultaten naar geslacht opgesplitst. Ook is onderscheid gemaakt tussen 19 tot 65 jarigen en mensen van 65 jaar en ouder, en tussen huidig en ooit rokers.

De resultaten worden weergegeven in Figuur B10. In deze figuur wordt alleen het resultaat van de hoogste blootstellingklasse voor cadmium ten opzichte van de referentiecategorie (de postcodegebieden buiten het modelleergebied) getoond. De resultaten van de andere blootstellingklassen zijn uit oogpunt van leesbaarheid achterwege gelaten; in de statistische analyses is wel met deze klassen rekening gehouden. Het resultaat wordt weergegeven in de vorm van een odds ratio (OR). Gemakshalve (maar strikt genomen op basis van de definities onjuist) kan de odds ratio als een relatief risico worden beschouwd.

Alhoewel uit Figuur B10 blijkt dat het merendeel van de OR's vrijwel 1 bedraagt (dit wil zeggen dat in deze gevallen er (vrijwel) geen verschil is in het percentage rokers in de postcodegebieden met een hoge cadmiumblootstelling ten opzichte van het percentage rokers in postcodegebieden buiten het modelleergebied, nadat voor de invloed van SES is gecorrigeerd) zijn er een aantal belangrijke uitzonderingen die van invloed zijn op de interpretatie van de resultaten van het onderzoek. Voor vrouwen tussen de 19 en 64 jaar oud bedraagt de OR voor het percentage huidige rokers in postcodegebieden met de hoogste cadmiumblootstelling 1,34 (95 % bthi 1,09-1,64). In dit gebied wordt momenteel dus meer gerookt dan in de postcodegebieden buiten het modelleergebied (respectievelijk 28,3 % en 22,8 % na correctie voor SES). Deze verhoging in de jongere leeftijdscategorie bepaalt met name ook de OR voor alle vrouwen (19 jaar en ouder): OR = 1,27 (95 % bthi 0,98-1,64; 24,8 % versus

20,6 %). Ook het percentage huidige rokers onder mannen en vrouwen samen is licht verhoogd ten opzichte van de referentiegroep: 25,5 % versus 23,3 % (OR=1,12; 95 % bthi 0,89 – 1,43). Voor mannen van 65 jaar en ouder in de hoogste blootstellingklasse geldt dat zij vaker aangeven ooit gerookt te hebben: 88,8 % versus 81,3 % na correctie voor SES (OR 1,82, 95 % bthi 1,20-2,75). De OR's zijn over het algemeen omgeven met grote betrouwbaarheidsintervallen. Dit komt mede doordat de resultaten gebaseerd zijn op een steekproef.



**Figuur B10. De kans op roken (uitgedrukt als odds ratio) in de hoogste blootstellingklasse voor cadmium (1973-1984) ten opzichte van postcodegebieden waarin de concentraties cadmium nihil zijn (buiten modelleergebied) opgesplitst naar mannen en vrouwen en naar leeftijd, gecorrigeerd voor SES en de andere blootstellingklassen**

In de postcodegebieden met een hoge cadmiumblootstelling werd dus in 2007 door meer mannen van 65 jaar en ouder aangeven dat ze vroeger ooit rookten dan op grond van de SES-rangorde van het postcodegebied kon worden verwacht. Dit geldt eveneens voor het percentage vrouwen tussen de 19 en 65 jaar dat in 2008 aangaf te roken. Alhoewel de resultaten gebaseerd zijn op gegevens die na de onderzoeksperiode (1995-2006) in een deel van het onderzoeksgebied zijn verzameld, en daarom niet representatief hoeven te zijn voor de rookgewoonten in het relevante tijdvenster (vóór 1990) in de betreffende postcodegebieden in het onderzoeksgebied, vormen de bevindingen een belangrijke aanwijzing dat in de hoogst belaste postcodegebieden nabij Corus residuele confounding na correctie voor SES kan optreden. Het is met deze gegevens niet mogelijk om een uitspraak te doen over de omvang van de mogelijke residuele confounding.

Poort E, Venemans A, Cluitmans R, Oosterlee A, Brinke J ten (2008). Ouderenonderzoek Kennemerland. GGD Kennemerland. Haarlem.

Brinke J ten, Mérelle S, Overberg R. Volwassenenonderzoek Kennemerland - concept (2009). GGD Kennemerland. Haarlem.

## Bijlage 4. Literatuuronderzoek

Om de bevindingen uit het onderzoek te kunnen staven, is in de internationale literatuur gezocht of er eerder vergelijkbare onderzoeken naar longkanker zijn uitgevoerd, en zo ja, wat hiervan de resultaten waren.

Een reeks van publicaties is verschenen over ecologisch epidemiologisch onderzoek naar de ontwikkeling van de longkankerincidentie in de periode 1961-1986 rond een staalgieterij in Armadale (Schotland). Bij het samenstellen van een kankeratlas voor Schotland bleek dat er in de periode tussen 1968 en 1974 een plotselinge toename van het aantal sterfgevallen aan longkanker was opgetreden (in totaal 53 gevallen in deze periode). De verhoging vond met name plaats onder omwonenden die, benedenwinds, nabij een staalgieterij woonden (Lloyd, 1978). Zo werden onder mannen in dit gebied 6 gevallen van longkankersterfte in 7 jaar verwacht, terwijl er 15 werden aangetroffen. Uit een patiënt-controle onderzoek bleek dat beroepsgebonden en sociaaleconomische factoren alsmede rookgewoonte geen goede verklaring voor de plotselinge toename waren (Lloyd et al., 1986). Als vermoedelijke oorzaak werd een verandering van het productieproces in het midden van de jaren zestig aangeduid. Na het nemen van maatregelen aan het einde van de zeventiger jaren om de uitstoot te verminderen, daalde de longkankerincidentie tussen 1983 en 1986 tot het niveau van vóór 1968 (Williams en Lloyd, 1988). Het aantal longkankergevallen dat in Armadale optrad was relatief klein van omvang; de gebruikte statistische methodieken waren indertijd hier niet op toegesneden. Niettemin bevestigde de toepassing van meer geavanceerde statistische methoden in later onderzoek de aanwezigheid van een longkankercluster (Lawson en Williams, 1994). Dezelfde groep Schotse onderzoekers voerden vergelijkbare ecologische onderzoeken als in Armadale uit in het nabij gelegen Bathgate waar eveneens een staalgieterij was gevestigd, alsmede in Kirkintilloch waar twee ijzergieterijen actief waren (geweest) (Lloyd et al., 1985 en Smith et al., 1987). In beide onderzoeken werd een verhoging van de incidentie van longkanker in die wijken gevonden die het meest blootgesteld waren aan de uitstoot van luchtverontreiniging van de gieterijen. Ook voor deze onderzoeken geldt dat het een relatief klein aantal observaties betreft.

In een patiënt-controle onderzoek in Pennsylvania (VS) onder 777 blanke mannen tussen de 39 en 70 jaar werd geen relatie tussen de afstand tot een staalbedrijf en het optreden van longkanker gevonden (Brown et al., 1984). In het onderzoek werd gecorrigeerd voor leeftijd, roken en beroep. Wel werd een relatie met longkanker gerapporteerd tussen de afstand tot een zinksmelter en met het wonen in gebieden met verhoogde bodemconcentraties arseen of cadmium afkomstig van de smelter. Het RR bedroeg circa 2. Het aantal mannen woonachtig in de hoogste blootstellingklasse was gering, zodat de resultaten met enige voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd.

Archer (1990) bestudeerde in een ecologisch onderzoek de ontwikkeling van de sterfte in longkanker in 3 gemeenten in Utah (VS) in de periode 1950-1987. Een staal- en cokesfabriek bevond zich sinds begin jaren veertig in de gemeente Utah, de gemeente Cache diende als controlegebied. Zowel in Utah als Cache woonden vrijwel uitsluitend Mormonen en het percentage rokers werd als laag aangemerkt. De gemeente Salt Lake, een typisch Amerikaanse urbane gemeente, was het tweede controlegebied. De longkankerincidentie was tussen 1950-1959 in Utah en Cache vrijwel gelijk. Vervolgens verdubbelde de incidentie in de gemeente Utah over de periode 1960-1987, terwijl die in Cache vrijwel constant bleef. De incidentie in Utah was lager dan in Salt Lake, waar meer werd gerookt en waar ook sprake was van stedelijke luchtverontreiniging. Archer (1990) schatte dat 30-40 % van de longkankersterfte in de gemeente Utah gerelateerd was aan luchtverontreiniging waaraan de staalfabriek een belangrijke bijdrage leverde. Blindauer et al (1993) voerden in hetzelfde gebied een vergelijkbaar onderzoek uit,

waarbij zij ondermeer een vorm van standaardisatie voor roken uitvoerden en meerdere controlegebieden in het onderzoek betrokken. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat er in de gemeente Utah meer werd gerookt dan in Cache. Er werd geen verschil gevonden in de longkankerincidentie onder mannen en onder vrouwelijke niet-rokers tussen de gemeente Utah en de overige controlegebieden. Wel was de incidentie onder rokende vrouwen verhoogd (RR 1,3; 95 % bthi 1,0-1,6). De bevindingen van de studies van Archer (1990) en Blindauer et al. (1993) zijn niet consistent en zijn gevoelig voor de manier waarop voor andere risicofactoren wordt gecorrigeerd en de wijze waarop controlegebieden worden samengesteld. (Pope, 1996)

Bhopal et al. (1994) voerden grootschalig onderzoek uit onder omwonenden van een cokes bedrijf aan de Zuid-Tyneside (Engeland). Ondermeer werd een ecologisch onderzoek uitgevoerd met gegevens uit de kankerregistratie over 1986-1989. In de hoogste blootstellingklasse werden 90 gevallen van longkanker aangetroffen, een niet-significante verhoging met 8 % ten opzichte van wat op basis van de leeftijd- en geslachttopbouw werd verwacht. Ook de mortaliteit uit de periode 1981-1989 week niet statistisch significant af van regionale cijfers.

In het wat zuidelijker gelegen Teesside (Engeland) zijn grote staal- en petrochemische complexen gevestigd. Hier werd een vergelijkbaar grootschalig onderzoek als op de Zuid-Tyneside uitgevoerd. Een ecologisch onderzoek naar sterftcijfers uit de periode 1981-1991 wees uit dat de longkankersterfte in verschillende blootstellingklassen hoger was dan het landelijke gemiddelde. Voor vrouwen onder de 65 jaar nam de sterfte door longkanker af bij toenemende afstand tot de industrie (Pless-Mulloli et al., 1998; Bhopal et al., 1998). De SIR in de drie bovenste blootstellingklassen (in totaal 136 longkankergevallen) was 169 (95 % bthi 116-222) ten opzichte van een controlegebied. Naar aanleiding van deze aanwijzing uit het ecologische onderzoek werd een patiënt-controle onderzoek uitgevoerd (Edwards et al., 2006). Tweehonderdvier vrouwen met longkanker en 339 controles werden voor dit onderzoek benaderd. Informatie werd ondermeer ingewonnen over woongeschiedenis, beroep en actief en passief roken. Uit het onderzoek kwam naar voren dat vrouwen die langer dan 25 jaar nabij zware industrie in Teesside woonden een RR van 2,13 (95 % bthi 1,34-3,38) op het ontwikkelen van longkanker hadden. Wanneer werd gecorrigeerd voor mogelijke risicofactoren was het RR 1,83 (95 % bthi 0,82-4,08) voor 25 jaar of meer en 1,10 (95 % bthi 0,96 tot 1,26) voor 10 jaar woonachtig bij zware industrie. Hoewel de betrouwbaarheidsintervallen groot zijn, werd geconcludeerd dat de resultaten overeen komen met het beeld dat de longkankerincidentie rond zware industrie zou kunnen zijn verhoogd.

In Sydney (Nova-Scotia, Canada) hebben verschillende onderzoeken plaatsgevonden naar de effecten op de gezondheid van een aanwezige cokesoven fabriek en een staalgieterij. De sterfte in Sydney was over een periode van 45 jaar verhoogd voor borst- en darmkanker ten opzichte van de regio. De sterfte voor longkanker was verhoogd ten opzichte van Canadese referentiecijfers (Band et al., 1999). Een ecologisch onderzoek naar de kankerincidentie tussen 1979-1997 wees eveneens uit dat verschillende kankertypen waren verhoogd (Guernsey et al., 2000). Een ecologisch vervolgonderzoek naar de sterfte door kanker tussen 1961 en 1988 binnen drie wijken in Sydney met een hoge, midden en lage blootstelling aan luchtverontreiniging van de bedrijven liet een verhoging van de longkankerincidentie onder mannen en vrouwen in de hoogste blootstellingklasse (circa 4.500 inwoners; 100 gevallen van longkanker in 28 jaar) zien (Band et al., 2003). De SMR (een soort van SIR) was 1,41 (95 % bthi 1,11-1,77) voor mannen en 1,76 (95 % bthi 1,13-2,63) voor vrouwen ten opzichte van de referentiecijfers uit Canada. Dit correspondeerde onder mannen en vrouwen samen met een extra sterfte door longkanker van 1,1 persoon per jaar. Naar aanleiding van de resultaten van deze verschillende ecologische onderzoeken werd een patiënt-controle onderzoek opgezet waarvoor over een periode van 2,5 jaar alle nieuwe gevallen van long- darm- of borstkanker in de regio werden uitgenodigd, zodat informatie over individuele risicofactoren (SES, woongeschiedenis, beroep,

rookgewoonte, alcohol, etcetera) kon worden ingewonnen (Band, 2004). Controles werden willekeurig uit de regio geselecteerd. Aan het onderzoek deden 89 mensen met darmkanker (respons 48 %), 48 met longkanker (26 %) en 117 vrouwen met borstkanker (54 %) mee. De controles bestonden uit 671 personen (60 %). De dataverzameling voor longkanker werd vanwege de onvoldoende deelname na het tweede jaar beëindigd. Voor borst- en darmkanker was er geen samenhang met de afstand tot de cokesovens en met de woonduur.

Dolk et al. (1999) onderzochten de sterftetekans tussen 1981-1992 van omwonenden rondom 22 cokesfabrieken in Engeland, Schotland en Wales (in totaal 18.973 overledenen). In dit ecologisch onderzoek werd een klein extra risico op sterfte aangetroffen (3 %, 95 % bthi 1-4 %) binnen 2 kilometer afstand, en een significante afname van het risico bij toenemende afstand tot een cokesfabriek na correctie voor sociaaleconomische status voor de wijk. Het extra risico binnen 2 km samenhangend met regio en vooral sociaaleconomische status was 12 % ten opzichte van landelijke cijfers. De onderzoekers concluderen dat een extra risico waarschijnlijk is in het licht van de wetenschappelijke evidentie over de effecten van luchtverontreiniging. Maar dat deze effecten overschaduwd worden door de effecten van sociaaleconomische status onder omwonenden van cokesfabrieken. Vertekening van de resultaten door over- of ondercorrectie door sociaaleconomische status is in het onderzoek niet uit te sluiten.

In Noord-Italië voerden Parodi et al. (2005) een ecologisch onderzoek uit rondom een cokesfabriek. In de periode 1986-1997 trad onder 158 mannen en 28 vrouwen longkanker op. Voor vrouwen woonachtig binnen 500 meter van de fabriek was de incidentie verhoogd ten opzichte van regionale cijfers (SIR=188 gebaseerd op 3 gevallen van longkanker). De SIR daalde tot 156 na correctie voor een index voor sociaaleconomische status voor de wijk. Er was een tendens dat de incidentie daalde naarmate vrouwen verder weg van de cokesfabriek woonden. Voor mannen woonachtig binnen 500 meter was de incidentie licht verhoogd ten opzichte van de regio (SIR=116, gebaseerd op 10 longkankergevallen); deze verhoging verdween na correctie voor een index voor sociaaleconomische status. Er was geen trend met afstand tot de fabriek aanwezig.

---

Archer V. Air pollution and fatal lung disease in three Utah countries (1990). Archives of Environmental Health 45: 325-334

Band PR, Camus M, Zielinski JM, Jiang H, McMullen E, Semenciw R (1999). Analysis of mortality ratios in Cape Breton Country and Sydney, Nova Scotia, 1951-1994. Report H46-2/99-26E. Minister of Public Works and Governmental Services Canada. Ottawa

Band PR, Camus M, Henry J, Zielinski J, Jiang H, Semenciw R, Dewar R (2003). Mortality rates within Sydney, Nova Scotia, by exposure areas to airborne coke ovens and steel mill emissions. 1961-1988. Health Canada. Ottawa

Band P (2004). Assessment of environmental risk factors for breast, colon and lung cancer in Sydney, Nova Scotia. Executive Summary. Website Health Canada. Ottawa

Blindauer K, Erickson L, Mcelwee N, Sorenson G, Gren LH, Lyon JL (1983). Age and smoking adjusted lung cancer incidence in a Utah county with a steel mill. Archives of Environmental Health 48: 184-190

Bhopal RS, Philimore P, Moffatt S, Foy C (1994). Is living near a coking works harmful to health? A study of industrial air pollution. J Epidemiol Community Health 48: 237-247

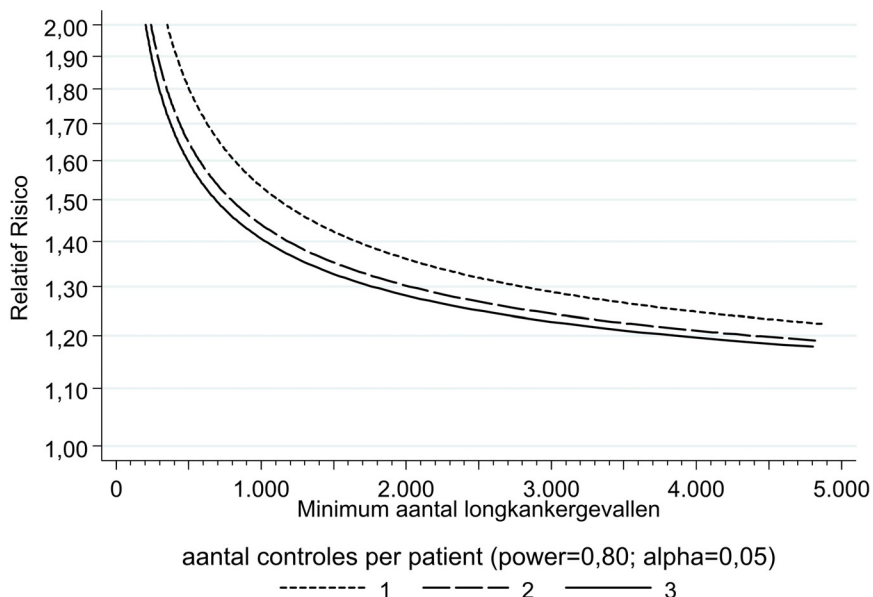


- Bhopal RS, Moffatt S, Pless-Mullolo T, Philimore P, Foy C, Dunn CE, Tate JA (1998). Does living near a constellation of petrochemical, steel and other industries impair health? *Occup Environ Med* 55: 812-822
- Brown LM, Pottern LM, Blot WJ (1984). Lung cancer in relation to environmental pollutants emitted from industrial sources. *Environmental Research* 34: 250-261
- Dolk H, Thakrar B, Walls P, Landon M, Grundy C, Sáez Lloret I, Wilkinson P, Elliot P (1999). Mortality among residents near cokeworks in Great Britain. *Occup Environ Med* 56: 34-40
- Edwards R, Pless-Mulloli T, Howel D, Chadwick T, Bhopal R, Harrison R, Gribbin H (2006). Does living near heavy industry cause lung cancer in women? A case-control study using life grid interviews. *Thorax* 61: 1076-1082
- Guernsey JR, Dewar R, Weerasinghe S, Kirkland S, Veugelers PJ (2000). Incidence of cancer in Sydney and Cape Breton Country, Nova Scotia 1979-1997. *Canadian Journal of Public Health* 91: 285-292
- Lawson AB, Williams FLR (1994). Armadale: a case-study in environmental epidemiology. *J. R. Statist. Soc. A* 157: 285-298
- Lloyd OL (1978). Respiratory-cancer clustering associated with localised industrial air pollution. *Lancet* 8059: 318-320
- Lloyd OL, Smith G, Lloyd MM, Holland Y, Gailey F (1985). Raised mortality from lung cancer and high sex ratios of births associated with industrial pollution. *Br J Ind Med* 42: 475-480
- Lloyd OL, Ireland E, Tyrrell H, Williams F (1986). Respiratory cancer in a Scottish industrial community: a retrospective case-control study. *Journal of the Society of Occupational Medicine* 36: 2-8
- Parodi S, Stagnaro E, Casella C, Puppo A, Daminelli E, Fontana V, Valerio F, Vercelli M (2005). Lung cancer in an urban area in North Italy near a coke oven plant. *Lung cancer* 47: 155-164
- Pless-Mulloli T, Phillimore P, Moffatt S, Bhopal R, Foy C, Dunn C, Tate J (1998). Lung cancer, proximity to industry, and poverty in Northeast England. *Environmental Health Perspectives* 106: 189-196
- Pope CA (1996). Particulate pollution and health: a review of the Utah valley experience. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology* 6: 23-34
- Smith GH, Williams FLR, Lloyd OL (1987). Respiratory cancer and air pollution from iron foundries in a Scottish town: an epidemiological and environmental study. *Br J Ind Med* 44: 795-802
- Williams FLR, Lloyd OL (1988). The epidemic of respiratory cancer in the town of Armadale: the use of long-term epidemiological surveillance to test a causal hypothesis. *Public Health* 102: 531-538

## Bijlage 5. Powerberekening voor patiënt-controle onderzoek

Om een indruk te krijgen van de benodigde omvang van een eventueel patiënt-controle onderzoek is een powerberekening uitgevoerd. Bij het ontwerpen van een onderzoek is het van belang dat het veronderstelde effect van een bepaalde blootstelling met het onderzoek kan worden opgepikt. Veelal wordt als eis gesteld dat de kans op het oppikken van een statistisch significant effect tenminste 80 % is. Dit wordt ook wel met power aangemerkt.

Voor de uitvoering van een patiënt-controle onderzoek is ervan uitgegaan dat het onderzoek plaats vindt in de 106 postcodegebieden waarvan 10 gebieden als hoog belast kunnen worden aangemerkt. In deze blootstellingklasse woont 8 % van de populatie in de 106 postcodegebieden. Per patiënt kan in principe meer dan 1 controle (willekeurig) uit de 106 postcodegebieden worden geselecteerd. Dit verhoogt de efficiëntie van het onderzoek; uiteraard nemen de kosten navenant toe. Vanuit statistisch oogpunt is het niet erg efficiënt meer dan 3 controles per patiënt in het onderzoek te betrekken. Het resultaat van de berekening is vermeld in onderstaande figuur.



**Figuur B11. Resultaat van de powerberekening**

Uit de figuur blijkt dat circa 350 gevallen van longkanker benodigd zijn, in combinatie met 1 controle, om een RR van 2 te detecteren. Bij 3 controles per patiënt daalt het aantal benodigde patiënten tot circa 200. Om een RR van 1,20 op te pikken, zijn circa 3.800 gevallen van longkanker nodig wanneer het aantal controles 3 per patiënt bedraagt.

Ervan uitgaande dat het RR in het patiënt-controle onderzoek gelijk is aan het RR dat in het ecologisch epidemiologisch onderzoek wordt vastgesteld (1,22), en dat de jaarlijkse incidentie gemiddeld 380 gevallen bedraagt, zou om de populatie voor het patiënt-controle onderzoek te kunnen rekruteren patiëntgegevens over een periode van tenminste 10 jaar beschikbaar moeten zijn (bij een respons van 100 %).

Newson R (2004). Generalised power calculations for generalized linear models and more. The Stata Journal 4: 379-401

## **Bijlage 6. Personen die hebben bijgedragen aan de Corus-rapportages**

Ameling, C.B.  
Bakker, J.  
Brand, E.  
Breugelmans, O.R.P.  
Bruggen, M. van  
Fischer, P.H.  
Groot, G.M. de  
Hogendoorn, E.A.  
Hoogerbrugge, R.  
Hollander, A.  
Houthuijs, D.J.M.  
Janssen, M.P.M.  
Janssen, P.J.C.M.  
Kasstele, J. van de  
Kliest, J.J.G.  
Lebret, E.  
Lijzen, J.P.A.  
Luijk, C.M. van  
Marra, M.  
Schols, E.  
Spijker, J.  
Visser, O. (IKA)  
Wesseling, J.P.  
Wiechen, C.M.A.G. van  
Wijnen, H.J. van  
Yzermans, J. (NIVEL)

**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)