



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

Gezondheid in de IJmond III: Monitoring incidentie medicijngebruik 2008-2019

RIVM-rapport 2022-0056
D. Houthuijs et al.



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

Gezondheid in de IJmond III: Monitoring incidentie medicijngebruik 2008-2019

RIVM-rapport 2022-0056

Colofon

© RIVM 2022

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.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2022-0056

D. Houthuijs (auteur), RIVM
W. de Vries (auteur), RIVM
J. Hoekstra (auteur), RIVM
R. Hoogerbrugge (auteur), RIVM

Contact:
Danny Houthuijs
Centrum voor Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid
info@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van Nationaal Stoffenbeleid ZZS.

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

Publiekssamenvatting

Gezondheid in de IJmond III: Monitoring incidentie medicijngebruik 2008-2019

Het RIVM heeft onderzoek gedaan naar de invloed van luchtkwaliteit in de IJmond op de gezondheid van bewoners in deze regio. Daartoe is onderzocht hoe vaak bewoners van de regio IJmond tussen 2008 en 2019 voor het eerst medicijnen hebben gekregen voor bepaalde aandoeningen. Het gaat om ziekten die te maken kunnen hebben met fijnstof en stikstofdioxiden in de lucht. Dat zijn hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk, diabetes, aandoeningen aan de luchtwegen bij kinderen en volwassenen, en de ziekte van Parkinson.

Tegelijkertijd is op woonadressen in de IJmond per jaar in kaart gebracht hoe hoog de concentraties fijnstof en stikstofdioxiden van het terrein van Tata Steel zijn. Woongebieden dicht bij het terrein zijn daarna vergeleken met gebieden die verder weg liggen, waar de luchtkwaliteit minder is beïnvloed door Tata Steel.

De tien postcodegebieden met de hoogste concentraties fijnstof liggen in Beverwijk en Velsen. Inwoners uit deze gebieden blijken 11 tot 16 procent vaker medicijnen te krijgen voor hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk en diabetes. Voor aandoeningen aan de luchtwegen bij volwassenen is dat 5 tot 10 procent vaker. Er zijn voor kinderen niet vaker medicijnen voor luchtwegaandoeningen voorgeschreven. Dat is ook niet het geval voor de ziekte van Parkinson.

Door de jaren heen lijken de verhogingen in het eerste medicatiegebruik in postcodegebieden met de hoogste concentraties wat af te nemen.

Dit blijkt uit de derde en laatste monitor van het RIVM naar de invloed van de luchtkwaliteit op de gezondheid. Deze gezondheidsmonitor maakt deel uit van een langetermijnonderzoek naar de gezondheid van bewoners van de IJmond. Dit onderzoek is in 2009 begonnen naar aanleiding van zorgen van omwonenden over de risico's van de uitstoot van luchtverontreiniging vanaf het Tata Steel-terrein.

Kernwoorden: luchtverontreiniging, IJmond, medicijngebruik

Synopsis

Health in the IJmond III : Monitoring medication use 2008-2019

RIVM has conducted research into the influence of air quality in the IJmond on the health of residents in this region. To this end, RIVM investigated how often residents of the IJmond region received medications for certain diseases for the first time between 2008 and 2019. These are diseases that may be related to particulate matter and nitrogen oxides in the air. These include cardiovascular diseases, high blood pressure, diabetes, respiratory diseases in children and adults, and Parkinson's disease.

At the same time, the concentrations of particulate matter and nitrogen dioxides from the Tata Steel site were mapped out each year at residential addresses in the IJmond. Residential areas close to the site were then compared with areas further away, where the air quality was less affected by Tata Steel.

The 10 postcode areas with the highest concentrations of particulate matter are in Beverwijk and Velsen. Residents in these areas appear to be 11 to 16% more likely to receive medications for cardiovascular diseases, high blood pressure and diabetes. Medications for respiratory diseases in adults were 5 to 10% more common. Medications for respiratory diseases were not prescribed more frequently for children. This was also not the case for Parkinson's disease. Over the years, the increases in the first use of medication in postcode areas with the highest concentrations seem to be decreasing somewhat.

This is evident from the third and final RIVM monitor on the influence of air quality on health. This health monitor forms part of a long-term study into the health of residents of the IJmond region. This study was initiated in 2009 in response to concerns from local residents about the risks of air pollution emissions from the Tata Steel site.

Keywords: air pollution, IJmond, medication use

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 17

- 1.1 Aanleiding en doel — 17
- 1.2 Centrale vraagstellingen van het medicatie-onderzoek — 18
- 1.3 Leeswijzer — 18

2 Methode — 21

- 2.1 Inleiding — 21
- 2.2 De aanloop van het monitoringsprogramma — 22
- 2.3 Onderzoeksgebied en periode — 23
- 2.4 Keuze van indicatoren voor gezondheid en voor luchtverontreiniging — 24
- 2.5 Medicatieverstrekking — 26
- 2.6 Indicatoren voor luchtverontreiniging — 27
- 2.7 Samenstelling van de onderzoekspopulatie — 30
- 2.8 Statistische analyses — 31

3 Luchtkwaliteit in de IJmond — 35

- 3.1 Inleiding — 35
- 3.2 Vijf blootstellingsgebieden, onveranderd in de tijd — 35
- 3.3 Verloop van de emissies van de basismetaalindustrie — 35
- 3.4 Verloop van de concentraties fijnstof en stikstofoxiden — 36
- 3.5 Samenvattend — 41

4 Medicatie voor hoge bloeddruk onder personen van twintig jaar en ouder — 43

- 4.1 Inleiding — 43
- 4.2 Beschrijving van de populatie — 43
- 4.3 Incidentie in het onderzoeksgebied — 43
- 4.4 Incidentie per blootstellingsgebied — 49
- 4.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein — 51
- 4.6 Veranderingen in RR's over de tijd — 53
- 4.7 Samenvattend — 55

5 Medicatie voor diabetes onder personen van twintig jaar en ouder — 57

- 5.1 Inleiding — 57
- 5.2 Beschrijving van de populatie — 57
- 5.3 Incidentie in het onderzoeksgebied — 57
- 5.4 Incidentie per blootstellingsgebied — 59
- 5.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein — 61
- 5.6 Verandering in RR's over de tijd — 63
- 5.7 Samenvattend — 64

6 Medicatie voor hartaandoeningen onder personen van veertig jaar en ouder — 65

- 6.1 Beschrijving van de populatie — 65

- 6.2 Incidentie in het onderzoeksgebied — 65
- 6.3 Incidentie per blootstellingsgebied — 67
- 6.4 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein — 69
- 6.5 Verandering in RR's over de tijd — 71
- 6.6 Samenvattend — 71

7 Medicatie voor luchtwegaandoeningen — 73

- 7.1 Inleiding — 73
- 7.2 Beschrijving van de populaties — 73
- 7.3 Incidentie in het onderzoeksgebied — 74
- 7.4 Incidentie per blootstellingsgebied — 81
- 7.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein — 86
- 7.6 Verandering in RR's over de tijd — 90
- 7.7 Samenvattend — 91

8 Medicatie voor de ziekte van Parkinson onder personen van veertig jaar en ouder — 93

- 8.1 Beschrijving populatie — 93
- 8.2 Incidentie in onderzoeksgebied — 93
- 8.3 Incidentie per blootstellingsgebied — 93
- 8.4 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein — 95
- 8.5 Verandering in RR's over de tijd — 97
- 8.6 Samenvattend — 97

9 Discussie — 99

- 9.1 Inleiding — 99
- 9.2 De bevindingen samengevat — 99
- 9.3 Verbeteringen in het monitoringsprogramma naar medicatie — 101
- 9.4 Sterke en zwakke punten van het onderzoek — 102
- 9.5 Samenhang met de bijdrage van het Tata Steel-terrein — 106

10 Conclusies — 113

11 Referenties — 115

Bijlage 1 Luchtkwaliteit — 119

Bijlage 2 Selectie en populatiekenmerken van de cohorten — 121

Bijlage 3 Relaties tussen de incidentie en de luchtkwaliteit — 129

Samenvatting

Inleiding

De staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu heeft in 2011 besloten om driemaal om de vier jaar te laten onderzoeken welke invloed de luchtkwaliteit in de IJmond heeft op de gezondheid van de bewoners. Deze gezondheidsmonitor IJmond is bedoeld om een zogeheten 'vinger aan de pols' te houden.

Het gezondheidsmonitorprogramma wordt uitgevoerd door het RIVM en GGD Kennemerland. Het RIVM onderzoekt het medicatiegebruik voor bepaalde aandoeningen en de samenhang met concentraties fijnstof en stikstofoxiden. GGD Kennemerland monitort namens de IJmondgemeenten gezondheid op basis van door bewoners zelf gerapporteerde chronische aandoeningen, ervaren gezondheid, hinder en bezorgdheid over de leefomgeving.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de derde en tevens laatste monitoringsronde van het medicatieonderzoek, waarin voor de gehele periode 2008-2019 gekeken is naar de medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes, voor hartaandoeningen, voor luchtwegaandoeningen, en voor de ziekte van Parkinson.

De vraagstellingen van het medicatieonderzoek zijn:

1. Wat is de samenhang tussen de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging en de medicatieverstrekking in de periode 2008-2019 in de IJmond?
2. Wat zijn de veranderingen in de medicatieverstrekking in relatie tot de veranderingen in de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging in deze periode?

De GGD Kennemerland heeft de resultaten van dit medicatieonderzoek, de gegevens uit de Gezondheidsmonitor (Oostvogels et al., 2022a) en hun onderlinge samenhang in een samenvattende rapportage beschreven (Oostvogels et al., 2022b).

Recent heeft het RIVM naar aanleiding van grafietregens in Wijk aan Zee een aantal andere onderzoeken in de regio uitgevoerd. Deze onderzoeken kennen een andere aanleiding en andere doelstellingen en zijn daarmee complementair aan het doel van de Gezondheidsmonitor IJmond. Deze monitor kijkt niet naar mogelijke gezondheidseffecten van grafietregens en de aanwezigheid van PAK's en lood in de lucht en op de grond, omdat deze onderwerpen in 2011 niet of nauwelijks speelden. Ook is het type onderzoek naar medicatiegebruik en naar zelf gerapporteerde gezondheid, waarvoor in 2011 is gekozen, niet geschikt om eventuele effecten van PAK's en lood bij omwonenden vast te stellen. Hiervoor zijn methoden nodig die geen deel uitmaakten van de opdrachtverlening voor de Gezondheidsmonitor IJmond in 2011.

Methode

Het onderzoeksgebied is gelijk aan het gebied dat in de eerste monitoringsronde is gedefinieerd (Ameling et al., 2014). Het omvat, naast de vier IJmondgemeenten Beverwijk, Velsen, Heemskerk en

Uitgeest, ook (delen van) veertien andere gemeenten. Het onderzoek is over de jaren 2008-2019 uitgevoerd, omdat voor deze periode met routinematig verzamelde gegevens de incidentie van de medicatieverstreking per kalenderjaar kon worden vastgesteld. Deze periode van twaalf jaar is onderverdeeld in drie perioden van vier jaar (2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019). De perioden sluiten aan bij de plaatsing van de doekfilterinstallaties voor de sinterfabriek (2011 en 2013) en bij het ritme van het vragenlijstonderzoek van GGD Kennemerland (2012, 2016 en 2020).

Er zijn in het onderzoek twee verschillende typen indicatoren voor de luchtverontreiniging in de IJmond gebruikt:

1. Gebieden met hoge en lage blootstelling aan fijnstof afkomstig van de basismetaalindustrie (vijf vaste blootstellingsgebieden zoals in de eerdere monitoringsronden zijn gebruikt op basis van de bijdrage van de basismetaalindustrie aan primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan 10 μm , PFS₁₀, in 2000).
2. De gemiddelde concentratiebijdragen op het woonadres van primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan 2,5 μm (PFS_{2,5}) en van stikstofoxiden (NO_x) afkomstig van het Tata Steel-terrein. De bewijslast voor risico's van fijnere stofdeeltjes is over het algemeen sterker dan voor grotere deeltjes, zodat voor de concentraties op het woonadres in de derde ronde van PFS₁₀ naar PFS_{2,5} is overgestapt.

In het onderzoek is gekeken naar medicatie voor chronische aandoeningen:

- hoge bloeddruk en diabetes onder inwoners van twintig jaar en ouder;
- hartaandoeningen en de ziekte van Parkinson onder inwoners van veertig jaar en ouder en
- luchtwegaandoeningen onder baby's, peuters en kleuters van nul tot en met vijf jaar, onder schoolkinderen en adolescenten van zes tot en met negentien jaar en onder inwoners van twintig jaar en ouder.

Het gaat daarbij om de eerste keer dat iemand medicatie voor een van die aandoeningen gebruikt (de incidentie). Op deze wijze kan zo goed mogelijk naar veranderingen in de gezondheidstoestand worden gekeken, omdat de kans klein is dat deelnemers die al medicatie voor een chronische aandoening gebruiken hiermee zullen stoppen. De informatie over de medicatiegroepen is afkomstig van het Zorginstituut Nederland.

De concentraties PFS_{2,5} en NO_x zijn berekend volgens de systematiek van de Grootschalige Concentratiekaarten Nederland (GCN). Bij berekening van de PFS_{2,5}-concentraties zijn niet alleen de emissies van Tata Steel gebruikt, maar ook van die van onderaannemers op het Tata Steel-terrein. Voor NO_x zijn de emissies van alle basismetaalindustriebedrijven in Nederland gebruikt. De gegevens zijn afkomstig uit de Emissieregistratie Voor de onderaannemers zijn de vergunde emissies fijnstof (PFS₁₀) gebruikt. De concentraties zijn voor het onderzoeksgebied op een grid van 1 bij 1 km volgens de laatste inzichten gemodelleerd, zodat er een consistente reeks van concentraties voor de periode 2005-2019 kon worden samengesteld. De concentratiebijdragen

op het woonadres zijn verkregen door interpolatie naar de x-y-coördinaat van het adres.

Uit gegevens van het CBS is een zogeheten administratief cohort samengesteld bestaande uit de inwoners op 1 januari 2008 in het onderzoeksgebied en op 1 januari van de daaropvolgende kalenderjaren ingestroomde personen. De deelnemers mochten in de twee jaar voor de start van hun deelname geen medicatie uit de desbetreffende medicatiegroep hebben gebruikt, zodat de incidentie (nieuwe gevallen van medicatiegebruik) kon worden vastgesteld. Deelnemers verlaten het cohort wanneer ze incident worden, overlijden, verhuizen naar een adres buiten het studiegebied, niet meer voldoen aan het leeftijds criterium of aan het einde van de onderzoeksperiode.

Voor beantwoording van de eerste vraagstelling zijn analyses naar de samenhang tussen de indicatoren voor de luchtverontreiniging en de incidentie van medicatieverstrekking over een periode van twaalf jaar uitgevoerd. Voor de tweede vraagstelling is onderzocht of de incidentie in de medicatieverstrekking in de verschillende blootstellingsgebieden gedurende de onderzoeksperiode verandert door veranderingen in de concentratiebijdragen afkomstig van het Tata Steel-terrein. De veranderingen in de medicatieverstrekking worden afgezet tegen de periode 2008-2011.

In de verschillende analyses is rekening gehouden met de leeftijd, het geslacht, de burgerlijke staat, de migratieachtergrond en het opleidingsniveau van de cohortdeelnemers. Ook is gecorrigeerd voor sociaaleconomische kenmerken van de buurt van het woonadres. De analyses zijn apart voor mannen en vrouwen gedaan. In de analyses met de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x afkomstig van het Tata Steel-terrein is gecorrigeerd voor de concentraties afkomstig van andere bronnen. De resultaten worden uitgedrukt als relatief risico (RR). Dit is de verhouding tussen de (absolute) kans op incidentie van medicatieverstrekking in de blootgestelde groep ten opzichte van de (absolute) kans op incidentie in de referentiegroep.

Resultaten

Luchtkwaliteit

De eerste indicator voor de luchtverontreiniging zijn vijf vaste blootstellingsgebieden. Gebied 1 heeft de laagste blootstelling en wordt als referentiegebied gebruikt. Gebied 5 kent de hoogste blootstelling. Dit laatste gebied bestaat uit tien postcodegebieden met in totaal circa 46.000 inwoners. Uit een vergelijking met de concentratiebijdragen op het woonadres blijkt dat de indeling in de vijf blootstellingsgebieden ook in de derde monitoringsronde nog steeds een goede indicatie is voor de blootstelling aan emissies van het Tata Steel-terrein.

De tweede indicator zijn jaarlijks op het woonadres gemodelleerde concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein. We hechten in dit rapport meer waarde aan de resultaten van de concentratiebijdragen op het woonadres dan aan de bevindingen verkregen met de blootstellingsgebieden. De concentraties op het woonadres doen meer recht aan de variatie die in de concentratiebijdragen gedurende de onderzoeksperiode en binnen de onderzoeksgebieden optreedt.

De concentratiebijdrage van het Tata Steel-terrein aan PFS_{2,5} is duidelijk verhoogd op de woonadressen in gebied 5 ten opzichte van referentiegebied 1 en in mindere mate in gebied 4. In gebied 5 is er in de gehele onderzoeksperiode sprake van een aanzienlijke variatie in de blootstelling op het woonadres. In de onderzoeksperiode, uitgezonderd in 2017 en 2018, bedroeg de gemodelleerde bijdrage van het Tata Steel-terrein aan PFS_{2,5} in dit gebied ten minste 2 µg/m³ voor de circa 460 omwonenden met de hoogste blootstelling (1% van alle bewoners in het gebied).

De bijdrage van het Tata Steel-terrein aan PFS_{2,5} is in de onderzoeksperiode geleidelijk gedaald, waardoor de verschillen tussen de gemiddelde concentratiebijdragen van de blootstellingsgebieden kleiner worden. In het meest belaste blootstellingsgebied daalde de concentratiebijdrage van 0,88 µg/m³ in 2005 naar 0,52 µg/m³ in 2019; de gemiddelde daling was 0,03 µg/m³ per jaar als gevolg van de afgenomen primaire fijnstofemissies. Er was geen duidelijke trendbreuk in de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} zichtbaar door de ingebruikname van de doekfilterinstallaties.

De concentraties NO_x van de basismetalaalindustrie zijn verhoogd in de gebieden 4 en 5. De concentratiebijdragen zijn ook geleidelijk gedaald, maar de verschillen tussen de diverse blootstellingsgebieden nemen relatief minder snel af dan voor PFS_{2,5} het geval is. In het meest belaste gebied daalde de concentratiebijdrage van 2,98 in 2005 naar 2,57 µg/m³ in 2019; de gemiddelde daling bedroeg 0,02 µg/m³ per jaar.

In het gehele onderzoeksgebied daalden de totale concentraties PM_{2,5} gemiddeld 0,48 µg/m³ en NO_x 1,1 µg/m³ per jaar. De concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein daalden ook, maar minder snel, zodat het aandeel van het Tata Steel-terrein in de totale concentratie PM_{2,5} in de loop van de tijd verhoudingsgewijs groter werd. In de totale concentratie PM_{2,5} nam het aandeel PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein van 5,4% in 2005 toe tot 5,7% in 2019. Voor NO_x steeg het aandeel van 8,5 naar 9,5%.

Samenhang tussen de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging en de incidentie van de medicatieverstrekking

Hoog versus laag belaste blootstellingsgebieden

Er was in de periode 2008-2019 een duidelijke samenhang tussen de incidentie voor medicatie voor hoge bloeddruk en voor hartaandoeningen en de blootstellingsgebieden; de incidentie neemt toe naarmate de blootstelling van de gebieden oploopt. Er was enige samenhang tussen de rangvolgorde van de blootstellingsgebieden en de incidentie voor medicatie voor diabetes en voor medicatie voor luchtwegaandoeningen bij personen van twintig jaar of ouder. Voor medicatie voor de ziekte van Parkinson werd geen samenhang gevonden, terwijl voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder kinderen, jongeren of jongvolwassenen over het algemeen een lagere incidentie werd gezien wanneer het gebied hoger was belast met emissies van het Tata Steel-terrein.

Concentratiebijdragen op het woonadres

De samenhang kon nauwkeuriger worden onderzocht met de concentratiebijdragen op het woonadres. De samenhang met de

incidentie van de medicatieverstrekking is beschreven als het relatief risico (RR) per $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein. Deze concentratiewaarde komt overeen met het verschil tussen de hoogste jaargemiddelde bijdrage in gebied 5 en de laagste jaargemiddelde bijdrage in gebied 1 gedurende de periode 2005-2019. Het RR geeft het relatieve verschil in incidentie weer tussen bewoners die wonen bij twee verschillende concentraties luchtverontreiniging die onderling $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uiteenlopen, hetgeen in dit geval ongeveer overeenkomt met het wonen in gebied 5 ten opzichte van het referentiegebied.

De toename in het RR bij een verandering van $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PFS_{2,5} is respectievelijk voor vrouwen en mannen 13% en 11% voor medicatie voor hoge bloeddruk, 16% en 15% voor medicatie voor diabetes, 16% en 14% voor medicatie voor hartaandoeningen en 5% en 10% voor medicatie voor luchtwegaandoeningen. Voor de samenhang met stikstofoxiden werden ongeveer dezelfde of net iets kleinere RR's gevonden, wanneer deze over een vergelijkbaar concentratietraject werden uitgedrukt. Eenvoudiger omschreven betekent dit dat in het meest belaste gebied in de periode 2008-2019 de gemiddelde incidentie voor medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen circa 15% hoger ligt dan in het referentiegebied, en voor medicatie voor luchtwegen circa 5-10%.

De hierboven beschreven effectgrootten zijn het gemiddelde extra risico dat in het meest belaste gebied ten opzichte van het laagst belaste gebied optreedt. Ook voor de tussenliggende gebieden is er enig risico, afhankelijk van de concentratiebijdrage op het woonadres; deze risico's zijn in de regel kleiner dan de hierboven genoemde verhogingen. De variatie in de blootstelling is in gebied 5 groot. Dit betekent dat het extra risico voor groepen inwoners in dit gebied groter of kleiner kan zijn dan hierboven vermeld.

Er werd over de periode 2008-2019 geen samenhang gevonden tussen de concentraties en de medicatie voor luchtwegaandoeningen bij personen onder de twintig jaar en voor de ziekte van Parkinson. Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder meisjes jonger dan zes jaar en voor de medicatie voor de ziekte van Parkinson onder vrouwen nam de incidentie af naarmate de concentratie stikstofoxide toenam.

Verandert de incidentie van de medicatieverstrekking in samenhang met veranderingen in de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging?

Een vraag van het monitoringsprogramma is of gedurende de onderzoeksperiode de verschillen in incidentie tussen de blootstellingsgebieden afnemen, omdat bij de start van het programma de verwachting was dat de bijdrage van het Tata Steel-terrein zou afnemen. De periode 2008-2011 is hierbij als referentie genomen; doekfilterinstallaties voor de sinterfabriek werden eind 2011 en eind 2013 geplaatst.

Er is gekeken naar het effect van de veranderingen in de emissies van het Tata Steel-terrein, waarbij rekening is gehouden met de relatief grote daling in de totale concentraties fijnstof en stikstofoxiden die van andere bronnen afkomstig zijn.

De verandering in het gebruik van medicatie voor hoge bloeddruk, diabetes en hartaandoeningen en luchtwegaandoeningen in de periode 2015-2019 ten opzichte van 2008-2011 kon niet nauwkeurig worden afgeleid uit de veranderingen in RR's van de blootstellingsgebieden, omdat deze omgeven zijn door relatief grote statistische onzekerheden. De veranderingen zijn daarom indirect afgeleid uit de concentraties op het woonadres die de blootstelling nauwkeuriger weergeven dan met de blootstellingsgebieden kan. Voor de periode 2008-2019 zijn er blootstellingresponsrelaties tussen de genoemde medicaties en de blootstelling op het woonadres afgeleid die de samenhang kwantitatief beschrijven. Deze blootstellingresponsrelaties zijn mede gebaseerd op de verandering die in de concentraties in de loop van de tijd optreden. Deze relaties zijn daarom gebruikt om het effect van de veranderende concentraties op de RR te berekenen. De verhogingen in het RR voor hoge bloeddruk, hartaandoeningen, diabetes in het meest belaste blootstellingsgebied in de periode 2016-2019 nemen met circa een kwart af ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 door een daling in de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein. Voor gebied 4 was de afname circa 17 procent.

De statistische onzekerheden in de berekende vermindering van de RR's op basis van de concentraties op de woonadressen zijn veel kleiner dan die op basis van de blootstellingsgebieden. Ook vielen deze onzekerheden ruim binnen de bandbreedte van de onzekerheden in de veranderingen in RR's van de blootstellingsgebieden. Zodoende lijken door de jaren heen de verhogingen in het eerste medicatiegebruik in postcodegebieden met de hoogste concentraties wat af te nemen. Uitzondering op het algemene beeld is dat het RR voor de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder mannen ouder dan twintig jaar in bepaalde blootstellingsgebieden in de loop der jaren is toegenomen.

Discussie

De studie kent een aantal sterke punten. Zo kon een grote onderzoeksgroep worden samengesteld, omdat alle inwoners in het onderzoeksgebied in principe in het onderzoek worden opgenomen. Daarnaast worden individuele gegevens gebruikt in plaats van gegevens die per postcodegebied geaggregeerd zijn, wordt door kennis over het adres rekening gehouden met verhuizen en is een koppeling tussen de medicatieverstrekking en de concentraties op het woonadres gelegd. Ook zijn individuen die nog niet eerder de medicatie hadden gebruikt in de tijd gevolgd om hun eerste gebruik (incidentie) te kunnen vaststellen. De (verbeterde) methoden uit de derde ronde konden met terugwerkende kracht voor de gehele onderzoeksperiode worden toegepast, zodat de veranderingen in de methodiek niet tot trendbreuken in de monitoring hebben geleid. De resultaten van het onderzoek zijn mede gebaseerd op gemodelleerde concentraties primair fijnstof en stikstofoxiden. De bevindingen zijn waarschijnlijk niet erg gevoelig voor eventuele onder- of overschattingen van de fijnstofemissies van het Tata Steel-terrein. Allereerst worden de RR's uitgedrukt over het concentratieverschil tussen de blootstellingsgebieden op basis van de gemiddelde concentraties op woonadressen. Dit concentratieverschil 'verandert' mee met eventuele onder- of overschattingen van de emissies, zodat het netto resultaat is dat de RR's niet of nauwelijks veranderen. Daarnaast is in het onderzoek ook gekeken naar relatieve verschillen in medicatiegebruik tussen het hoogst en laagst belaste gebied. Deze gebieden liggen geografisch vast;

zodoende kunnen resultaten niet beïnvloed worden door eventuele afwijkingen in de emissies. De resultaten verkregen met de blootstellingsgebieden zijn vergelijkbaar of kleiner dan de resultaten verkregen met de concentraties op het woonadres.

Zwakke punten zijn er ook. Het medicatieonderzoek kent als monitoringsinstrument een specifieke invalshoek. Het richt zich alleen op de effecten van lange-termijn-blootstelling aan luchtverontreiniging, in het bijzonder fijnstof. Door keuzen die bij de opdrachtverlening in 2011 zijn gemaakt uit voorliggende opties, kijkt de studie niet naar andere gezondheidseindpunten dan die met medicatieverstrekking kunnen worden onderzocht. Informatie over leefstijlfactoren is niet van de onderzoekdeelnemers bekend, zodat niet kan niet worden uitgesloten dat de grootte van de samenhang wordt overschat, omdat in het onderzoek niet voor deze factoren kan worden gecorrigeerd. Fijnstof en stikstofoxiden zijn bij de start van het programma als indicatoren voor andere luchtverontreinigingscomponenten gezien. Of dit het geval is, is onduidelijk, nu recent is gebleken dat er geen goed beeld is van de bronnen en bronsterkte van bijvoorbeeld PAK en zware metalen.

In kwalitatieve zin bevestigt het onderzoek de resultaten van Nivel-onderzoeken uit 2009 en 2021 waarin een verhoging van het aantal klachten voor hartaandoeningen, diabetes of COPD werd gezien. Er is een discrepantie als het gaat over de trend in klachten. De resultaten van dit onderzoek lijken te wijzen op een afname in de incidentie, terwijl het Nivel visueel voor een aantal klachten een toename waarnam. De discrepantie kan mogelijk verklaard worden door een aantal methodologische verschillen, samenhangend met het verkennend karakter van het Nivel-onderzoek.

De bevindingen wijzen erop dat een onderzoek naar medicatieverstrekking een geschikt instrument is om een 'vinger aan de pols' te houden om te bezien of er nog steeds verschillen tussen woongebieden optreden die samenhangen met emissies van het Tata Steel-terrein. De resultaten over de veranderingen in het RR als gevolg van veranderingen in de luchtverontreiniging wijzen erop dat medicatieonderzoek, ondanks de verbeteringen in de methodiek ten opzichte van de oorspronkelijke opzet, onvoldoende onderscheidingsvermogen heeft gehad om over perioden van vier jaar veranderingen in de RR van de blootstellingsgebieden nauwkeurig op te pikken. Alleen indirect, via toepassing van blootstellingresponsrelaties, kan een eventueel effect van de vermindering van de emissies worden geduid. De veel grotere dalingen in de totale concentraties PM_{2,5} en stikstofoxiden, waarmee in de analyses rekening is gehouden, hebben mogelijk de effecten van de daling van de emissies van het Tata Steel-terrein gedeeltelijk gemaskeerd. Mogelijk kunnen de veranderingen wel nauwkeuriger worden vastgesteld wanneer de dalingen in de concentratiebijdragen groter zijn en/of de veranderingen over een langere tijdsperiode worden gevolgd. In het rapport worden een aantal aandachtspunten voor eventuele toekomstige monitoringsactiviteiten opgesomd.

Conclusies

- De incidentie van medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 is gemiddeld 11 tot 16% en voor luchtwegaandoeningen 5 tot 10% verhoogd in de meest belaste woongebieden rondom Tata Steel ten opzichte van het referentiegebied.
- Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor een verhoogde incidentie voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder bewoners jonger dan twintig jaar in het onderzoeksgebied en voor medicatie voor de ziekte van Parkinson door de concentratiebijdrage van het Tata Steel-terrein aan primair fijnstof.
- De verandering in het gebruik van medicatie kon voor de periode 2008-2019 niet nauwkeurig worden bepaald uit de informatie over de blootstellingsgebieden en is daarom afgeleid uit de verkregen blootstellingresponsrelaties en de concentratie-afname van primair fijnstof afkomstig van het Tata Steel-terrein over de tijd. Door de jaren heen lijken de verhogingen in de incidentie van medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen in de *meest belaste* woongebieden rondom het Tata Steel-terrein met een kwart af te nemen. Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen is dit niet duidelijk.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In 2008 besteedde het actualiteitenprogramma *Zembla* aandacht aan de zorgen van omwonenden over de emissies afkomstig van Tata Steel (voorheen Corus en Hoogovens). De maatschappelijke onrust in 2008 en resultaten van de daaropvolgende onderzoeken van het RIVM en het NIVEL, samengevat in de publicatie 'Wonen in de IJmond, ongezond?' (van Bruggen, 2009), waren voor de minister van VROM in 2009 aanleiding om het RIVM te vragen om voorstellen te doen voor een doelmatige monitoring van de gezondheid in de IJmond, in overleg met GGD Kennemerland en andere betrokken partijen (Kamerstuk 22343, nr. 238, d.d. 9 oktober 2009).

In 2011 zijn opties beschreven voor verschillende, meer of minder uitgebreide, varianten voor het monitoringsprogramma, afhankelijk van de haalbaarheid en de noodzaak (van Wiechen et al., 2011). De staatssecretaris van IenM besloot vervolgens in 2011 om driemaal na te laten gaan welke invloed de luchtkwaliteit heeft op de gezondheid van inwoners van de IJmond. Ook besloot de staatssecretaris de frequentie van de monitoring (om de vier jaar) te koppelen aan de maatregelen die Tata Steel moest nemen om de emissie van stof door de sinterfabriek terug te dringen. Uit de opties in het rapport koos de staatssecretaris voor monitoring van medicatiegebruik op basis van apotheekgegevens, voor een ritme dat zou aansluiten bij de periodieke gezondheidsmonitor van GGD Kennemerland, en voor ondersteuning van GGD Kennemerland door het RIVM bij de uitvoering van het monitoringsprogramma (Kamerstuk 22343, nr. 259, d.d. 13 juli 2011).

Vervolgens is de Gezondheidsmonitor IJmond in 2012 opgestart. Het doel is om periodiek de gezondheidssituatie in de IJmond in kaart te brengen in samenhang met de lange-termijn-blootstelling aan luchtverontreiniging. De monitor is bedoeld om een zogeheten 'vinger aan de pols' te houden in de IJmond, en om zo nodig een signaal te kunnen afgeven wanneer de resultaten daartoe aanleiding geven, bijvoorbeeld voor nader onderzoek.

De monitor omvat twee deelopdrachten:

1. een inventarisatie van de luchtkwaliteit en een vragenlijstonderzoek over zelf gerapporteerde chronische aandoeningen, ervaren gezondheid, hinder en bezorgdheid over de leefomgeving door GGD Kennemerland in opdracht van de gemeenten in de regio Kennemerland;
2. een onderzoek naar medicatiegebruik met behulp van registratiegegevens door het RIVM in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W).

GGD en RIVM voerden in 2020 en 2021 de Gezondheidsmonitor IJmond voor de derde en laatste maal uit. Het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, gaat specifiek over de hierboven genoemde deelopdracht van het RIVM, vanaf nu 'het medicatie-onderzoek'

genoemd. Het rapport beschrijft de achtergrond van de resultaten die in de samenvattende rapportage van GGD Kennemerland over de Gezondheidsmonitor IJmond worden vermeld (Oostvogels et al., 2022b). Eerdere samenvattingen over de eerste en twee ronde van de Gezondheidsmonitor IJmond verschenen in 2014 en 2018 (zie Overberg et al., 2014 en Oosterlee et al., 2018).

De Gezondheidsmonitor IJmond en daarmee ook het medicatie-onderzoek is gericht op het in beeld brengen van de effecten door lange-termijn-blootstelling aan luchtverontreiniging. Recent heeft het RIVM naar aanleiding van grafietregens in Wijk aan Zee in opdracht van de provincie Noord-Holland en de IJmondgemeenten Heemskerk, Beverwijk en Velsen een aantal andere onderzoeken in de regio uitgevoerd. Het betrof onderzoek naar de samenstelling van het neergedaald stof en de bijbehorende risico's voor kinderen, een verkennend onderzoek naar acute klachten die bij de huisarts worden gemeld en een onderzoek naar de herkomst van neergedaald stof en van stoffen in de lucht (Geraets en Schulpen, 2019; Elberse et al., 2021; Mennen et al., 2021 en Elberse et al., 2022). Deze onderzoeken kennen een andere aanleiding en andere doelstellingen en zijn daarmee complementair aan het doel van de Gezondheidsmonitor IJmond.

1.2 Centrale vraagstellingen van het medicatie-onderzoek

Het doel van het medicatie-onderzoek is om periodiek de medicatieverstrekking in de IJmond in kaart te brengen in samenhang met de lange-termijn-blootstelling aan luchtverontreiniging. Het onderzoek richt zich op de effecten van langdurige blootstelling via inademing. Hiertoe wordt gekeken naar de uitgifte van medicatie voor luchtwegaandoeningen, voor hartziekten, voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor de ziekte van Parkinson. Er zijn twee typen indicatoren voor de luchtverontreiniging gebruikt: 1) vijf vaste blootstellingsgebieden die ook in de eerdere monitoringsronden zijn gebruikt, en 2) de concentraties op het woonadres van primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan $2,5 \mu\text{m}$ (PFS_{2,5}) en van stikstofdioxide van het Tata Steel-terrein.

In de derde monitoringsronde kijken we ook of zich veranderingen in de medicatieverstrekking in de tijd hebben voorgedaan door wijzingen in de emissies van het Tata Steel-terrein. Zo werden bijvoorbeeld doekfilters voor de sinterfabriek in het najaar van 2011 en van 2013 geïnstalleerd.

De volgende vraagstellingen zijn opgesteld naar aanleiding van de opdracht door de staatssecretaris van IenM in 2010:

1. Wat is de samenhang tussen de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging en de medicatieverstrekking in de gehele periode 2008-2019 in de IJmond?
2. Wat zijn de veranderingen in de medicatieverstrekking in relatie tot de veranderingen in de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging in deze periode?

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de achtergrond van het monitoringsprogramma en de toegepaste methoden. Hoofdstuk 3 beschrijft de luchtkwaliteit in de IJmond in de periode 2005-2019. In de hoofdstukken 4 tot en met 8

komen de resultaten van de verschillende medicatiegroepen aan bod: medicatie voor hoge bloeddruk (hoofdstuk 4), medicatie voor diabetes (hoofdstuk 5), medicatie voor hartaandoeningen (hoofdstuk 6), medicatie voor luchtwegaandoeningen (hoofdstuk 8) en medicatie voor de ziekte van Parkinson (hoofdstuk 8). In hoofdstuk 9 worden de resultaten bediscussieerd en het rapport wordt afgesloten met de conclusies (hoofdstuk 10).

2 Methode

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende methoden die in het onderzoek zijn toegepast. In deze inleiding geven we een samenvatting van de opzet van het onderzoek, waarbij voor een nadere uitwerking verwezen wordt naar de verschillende paragrafen in dit hoofdstuk.

In paragraaf 2.2 wordt de aanloop tot het monitoringsprogramma geschetst, waarin de keuze is gemaakt dit te richten op de effecten van langdurige blootstelling via inademing.

Het onderzoeksgebied is gelijk aan het gebied waarover in 2014 voor het eerst is gerapporteerd (Ameling et al., 2014). Het omvat, naast de vier IJmondgemeenten Beverwijk, Velsen, Heemskerk en Uitgeest, ook (delen van) andere gemeenten (zie Figuur 1).



Figuur 1 Onderzoekgebieden van het RIVM en GGD Kennemerland met de gemeenten die geheel of gedeeltelijk binnen het gebied vallen en de postcodegebieden (uit Ameling et al., 2015)

De onderzoeksperiode besloeg de jaren 2008-2019, omdat voor deze periode routinematig verzamelde gegevens beschikbaar waren. Er zijn drie tijdsperioden onderscheiden van elk vier jaar (2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019). Het onderzoeksgebied en de tijdsperioden worden in paragraaf 2.3 verduidelijkt.

In paragraaf 2.4 worden de keuzen voor de indicatoren voor de gezondheid en voor de luchtverontreiniging toegelicht. De volgende medicatiegroepen zijn in het onderzoek opgenomen: hoge bloeddruk, diabetes, hartaandoeningen, luchtwegaandoeningen en ziekte van Parkinson. Het gaat daarbij om de eerste keer dat iemand medicatie voor een van die aandoeningen gebruikt (de incidentie). In paragraaf 2.5 is informatie te vinden over deze medicaties, waarvan de gegevens afkomstig zijn van het Zorginstituut Nederland. Er worden in het onderzoek twee verschillende typen indicatoren voor de luchtverontreiniging in de IJmond gebruikt: 1) vijf vaste blootstellingsgebieden, en 2) de gemiddelde concentratiebijdragen op het woonadres aan primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan $2,5 \mu\text{m}$ (PFS_{2,5}) en aan stikstofdioxide van het Tata Steel-terrein. Deze indicatoren worden in paragraaf 2.6 besproken.

Uit gegevens van het CBS is een zogeheten administratief cohort samengesteld bestaande uit de inwoners op 1 januari 2008 in het onderzoeksgebied en op 1 januari van de daaropvolgende kalenderjaren ingestroomde personen (zie paragraaf 2.7). De deelnemers mochten in de twee jaar voor de start van hun deelname geen medicatie uit de desbetreffende medicatiegroep hebben gebruikt zodat de incidentie (nieuwe gevallen van medicatiegebruik) kon worden vastgesteld. De deelnemers moeten daarnaast aan andere criteria voldoen die in paragraaf 2.7 worden toegelicht.

Paragraaf 2.8 gaat in op statistische analyses. Voor beantwoording van de eerste vraagstelling zijn analyses naar de samenhang tussen de indicatoren voor de luchtverontreiniging en de incidentie van medicatieverstrekking over een periode van twaalf jaar uitgevoerd. Voor de tweede vraagstelling is onderzocht of de incidentie in de medicatieverstrekking in de verschillende blootstellingsgebieden gedurende de onderzoeksperiode verandert door veranderingen in de concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein. De veranderingen in de medicatieverstrekking worden afgezet tegen de periode 2008-2011. Hierbij is rekening gehouden met de leeftijd, het geslacht, de burgerlijke staat, de migratieachtergrond en het opleidingsniveau van de cohortdeelnemers. Ook is gecorrigeerd voor sociaaleconomische kenmerken van de buurt van het woonadres. In de analyses met de concentratiebijdragen aan primair fijnstof- of stikstofdioxide van het Tata Steel-terrein is gecorrigeerd voor de concentraties afkomstig van andere bronnen.

2.2 De aanloop van het monitoringsprogramma

De gedachte voor een monitoringsprogramma is gelegen in de resultaten van een drietal RIVM-onderzoeken en een NIVEL-onderzoek die in 2009 zijn gerapporteerd (Schols, 2009; Lijzen, 2009; van Wiechen, 2009 en Ten Veen et al., 2009). In 2008 werden voor de meeste stoffen rond het Tata Steel-terrein geen luchtkwaliteitsnormen overschreden, met uitzondering van fijnstof en benzo(a)pyreen. Daarnaast waren er voor enkele stoffen (chromium (VI), fluoriden, koolmonoxide, lood en etheen) overschrijdingen van de streefwaarden.

Bij het beschrijven van opties voor het monitoringsprogramma werd fijnstof als de belangrijkste risicofactor gezien waarvan bekend was dat de blootstelling kon leiden tot een toename van gezondheidseffecten, zoals

hart- en vaatziekten en luchtwegaandoeningen. Er zijn zodoende in 2010-2011 opties geïnventariseerd om indicatoren voor luchtwegaandoeningen en voor hart- en vaatziekten te monitoren, gebruikmakend van bestaande gezondheidsregistraties, en om daarnaast zelf informatie te verzamelen over luchtwegklachten, hinder en beleving met enquêtes en om eventueel longfunctiemetingen uit te voeren (van Wiechen et al., 2011). Van de gezondheidsregistraties werd het gebruik van medicatie op basis van apothekersgegevens, van sterftcijfers afkomstig van het CBS, van informatie over ziekenhuisopnamen uit de landelijke ziekenhuisinformatie en van gegevens uit de kankerregistratie als het meest geschikt gezien. Ook werd voorgesteld het monitoringsprogramma in te richten op de geleidelijke veranderingen in de milieubelasting als gevolg van eventuele wijzigingen in de emissies en de mogelijk daarmee samenhangende effecten op gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit die zich over een periode van een halfjaar tot enkele tientallen jaren kunnen voltrekken.

De staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu heeft in 2011 op basis van de voorliggende opties besloten de Gezondheidsmonitor IJmond te richten op medicatiegebruik (uit te voeren door het RIVM) en het verzamelen van informatie over zelf gerapporteerde gezondheid en beleving, de gezondheidsmonitor volwassenen en ouderen (door GGD Kennemerland).

2.3 Onderzoeksgebied en periode

Het onderzoeksgebied (zie Figuur 1 in paragraaf 2.1) is gelijk aan het gebied dat in de eerste en tweede ronde van het medicatieonderzoek is gebruikt. Voor de afbakening van het onderzoeksgebied golden twee uitgangspunten. Het voornaamste verspreidingsgebied van de emissies van de industrie in de IJmond moest binnen het onderzoeksgebied vallen. Verder moest er in het gebied voldoende contrast zijn in de blootstelling aan luchtverontreinigende stoffen. Het onderzoeksgebied omvatte, naast de vier IJmondgemeenten Beverwijk, Velsen, Heemskerk en Uitgeest, nog (delen van) veertien andere gemeenten.

Na de definitie van het onderzoeksgebied in 2014 is het aantal gemeenten teruggelopen. Met ingang van 2015 zijn de gemeenten Schermer, Graft-De Rijk en Alkmaar opgegaan in een nieuwe gemeente Alkmaar. De gemeente Haarlemmerliede en Spaarnwoude ging op 1 januari 2019 op in de gemeente Haarlemmermeer. En op 1 januari 2022 fuseerde de gemeente Beemster met de gemeente Purmerend.

Het gebied dat in de publicatie 'Wonen in de IJmond, ongezond?' uit 2009 is gebruikt, is in Figuur 1 aangegeven in lichtgeel. Dit gebied is voor het medicatieonderzoek in noordoostelijke richting uitgebreid. Het onderzoeksgebied van GGD Kennemerland verschilt van dat van het RIVM omdat het gebied samenvalt met het verzorgingsgebied van de GGD (rode lijn in Figuur 1). De overige gemeenten in het RIVM-onderzoeksgebied vallen in het verzorgingsgebied van GGD Zaanstreek-Waterland of GGD Hollands Noorden.

Het onderzoek is over de periode 2008-2019 uitgevoerd, omdat voor deze periode routinematig verzamelde gegevens over medicatieverstrekking (geaggregeerd per kalenderjaar) beschikbaar waren en daaruit nieuwe

gevallen van medicatieverstrekking (incidentie) konden worden afgeleid. Deze periode van twaalf jaar is onderverdeeld in drie perioden van vier jaar. De perioden sluiten aan bij de plaatsing van de doekfilterinstallaties voor de sinterfabriek en bij het ritme van het vragenlijstonderzoek van GGD Kennemerland (2012, 2016 en 2020):

- 2008-2011: de periode voor plaatsing van een doekfilterinstallatie voor de ruimte-ontstopping van de sinterfabriek (najaar 2011);
- 2012-2015: de periode waarin halverwege (november 2013) een doekfilterinstallatie voor rookgasreiniging van de sinterfabriek is geplaatst;
- 2016-2019: de periode na plaatsing van de doelfilters.

Het medicatiegebruik kon tussen deze drie perioden worden vergeleken, waarbij de periode 2008-2011 als referentieperiode is gebruikt. De perioden van monitoring zijn aangepast ten opzichte van perioden genoemd in de opdracht uit 2011, omdat de inwerking van de doekfilterinstallatie destijds pas in 2015 werd voorzien.

2.4 Keuze van indicatoren voor gezondheid en voor luchtverontreiniging

Voor het monitoringsprogramma is het van belang dat de geselecteerde gezondheidsindicatoren een relatie hebben met de blootstelling aan luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein. Dit betekent dat er een zekere bewijskracht moet zijn voor een oorzakelijk verband tussen de blootstelling en het gezondheidseffect. Bij de start van het programma was er aandacht voor de risico's van fijnstof voor de luchtwegen en het hart- en vaatstelsel (van Wiechen et al., 2011). Recent zijn er rapporten over de risico's van fijnstof, van ultrafijnstof (UFP), een onderdeel van fijnstof, en van stikstofoxiden (NO_x) verschenen, waarin ook aandacht is voor andere gezondheidseffecten. UFP (deeltjesgrootte kleiner dan 0,1 µm) wordt hier genoemd vanwege de verkennende metingen die in de IJmond hiernaar zijn verricht (Weijers en Vonk, 2020); NO_x wordt genoemd omdat dit in de vorige monitoringsronden ook als indicator voor de luchtverontreiniging is gebruikt.

In Tabel 1 zijn de bevindingen van de Amerikaanse *Environmental Protection Agency* over de bewijslast van NO_x (EPA, 2016) en fijnstof (EPA, 2019) en van de Gezondheidsraad over UFP (Gezondheidsraad, 2021) voor verschillende gezondheidseffecten samengevat.¹

¹ De drie rapporten hanteerden dezelfde methodiek om de sterkte van de bewijslast vast te stellen. Dit gebeurt op basis van een weging van:

- laten meerdere studies vergelijkbare resultaten zien? (consistentie);
- komt het bewijs van meerdere disciplines en/of van meerdere, samenhangende, indicatoren voor gezondheidsschade? (coherentie);
- is er een biologisch mechanisme dat plausibel is om de geobserveerde effecten te verklaren en zijn er studies die dit mechanisme onderbouwen? (biologische plausibiliteit);
- is er kans op vertekening van de bevindingen door bijvoorbeeld selectieve deelname, onzekerheid over de blootstelling, ontbreken van informatie over belangrijke andere oorzaken van de effecten? (onzekerheid)

Tabel 1 Beoordeling van de sterkte van de bewijskracht voor het oorzakelijk verband tussen blootstelling en de gezondheid voor PM_{2,5}, de fractie fijnstof tussen PM₁₀ en PM_{2,5} (PM_{10-2,5}), ultrafijnstof (UFP) en stikstofoxiden (NO_x) (EPA 2016 en 2019 en Gezondheidsraad, 2021)

Gezondheids-effect	PM_{2,5}	PM_{10-2,5}	UFP	NO_x
Luchtwegaandoeningen	Waarschijnlijk	Onvoldoende	Indicatief	Waarschijnlijk
Hart- en vaatziekten	Aangetoond	Indicatief	Indicatief	Indicatief
Metabole effecten	Indicatief	Indicatief	Onvoldoende	Indicatief
Neurologische effecten	Waarschijnlijk	Indicatief	Indicatief	-
Foetale groei en ontwikkeling	Indicatief	Onvoldoende	Indicatief	Indicatief/ Onvoldoende
Kanker	Waarschijnlijk	Indicatief	Onvoldoende	Indicatief
Sterfte	Aangetoond	Indicatief	Onvoldoende	Indicatief

Keuze indicatoren gezondheid

Uit Tabel 1 blijkt allereerst dat, naast de luchtwegen en het hart- en vaatstelsel, ook andere organen schade kunnen ondervinden door blootstelling aan fijnstof of stikstofoxiden. In de tweede ronde was de medicatie die werd gemonitord al uitgebreid van medicatie voor luchtwegaandoeningen en voor hoge bloeddruk met medicatie voor hartaandoeningen en voor diabetes (als indicator voor metabole effecten). Er is voor gekozen in de derde ronde ook een indicator voor neurologische effecten op te nemen, omdat informatie hierover beschikbaar was: medicatie voor de ziekte van Parkinson. De overige gezondheidseffecten genoemd in Tabel 1 (foetale groei en ontwikkeling, kanker en sterfte) zijn volledigheidshalve in de tabel opgenomen. Voor het monitoren van deze effecten is het gebruik van andere registratiesystemen noodzakelijk. Door de keuze in 2011 voor het gebruik van medicatieverstrekking als monitoringsinstrument maken deze gezondheidseffecten geen onderdeel uit van de Gezondheidsmonitor IJmond. Recent zijn echter wel onderzoeken naar de kankerincidentie verricht, zowel in de gehele regio Kennemerland (Oosterlee en Nijbroek, 2020) als ingezoomd op de IJmond (Persbericht IKNL, 17 november 2020).

Keuze PFS_{2,5} en NO_x als indicatoren luchtverontreiniging

De bevindingen in Tabel 1 wijzen erop dat de bewijslast voor gezondheidseffecten van fijnstofdeeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 µm (PM_{2,5}) en die voor NO_x over het algemeen sterker is dan voor heel kleine deeltjes (UFP) of deeltjes met een diameter tussen de 2,5 en 10 µm (PM_{10-2,5}).

In de eerste twee monitoringsronden is PM₁₀ als indicator voor fijnstof gebruikt. Dit bestaat uit een sommatie van PM_{2,5} en PM_{10-2,5}. Uit Tabel 1 kan worden opgemaakt dat de fractie PM_{2,5} een specifiekere indicator is voor de gezondheidsrisico's, zodat besloten is in de derde ronde PM_{2,5} in plaats van PM₁₀ als indicator te gebruiken.

We gebruiken echter niet $PM_{2,5}$, maar primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan $2,5 \mu m$ ($PFS_{2,5}$) als indicator. Primair fijnstof is het deel van het fijnstof dat direct door menselijke activiteiten of natuurlijke bronnen in de atmosfeer wordt gebracht. Daarnaast is er secundair fijnstof, dat door chemische reacties in de atmosfeer uit gassen wordt gevormd. Dit gebeurt op grotere afstand van de bron. Vanwege het doel van het onderzoek, de monitoring van effecten van lokale bronnen, is de primaire fractie van het fijnstof ($PFS_{2,5}$) als indicator gekozen.

Met stikstofoxiden (NO_x) wordt de som van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO) aangeduid. In de lucht wordt NO vrij snel omgezet in NO_2 . NO_x verwijst zodoende naar de directe emissie en wordt daarom eveneens als indicator voor emissies afkomstig van het Tata Steel-terrein gebruikt. NO_x is tevens een proxy voor andere verbrandingscomponenten, zoals roet en ultrafijnstof. Stikstofoxiden brengen ook gezondheidsrisico's met zich mee, zoals blijkt uit Tabel 1. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat de EPA alleen de sterkte van de bewijskracht voor NO_2 en niet die van NO heeft beoordeeld.

2.5 Medicatieverstrekking

Zorgverzekeraars leveren sinds 2006 elk jaar gegevens aan het Zorginstituut Nederland over de vergoedingen van medicatie voor de zogeheten risicoverevening. Verzekerden met een bepaalde chronische aandoening worden geïdentificeerd aan de hand van medicijnen waarvan bekend is dat ze voor de aandoening worden voorgeschreven (farmaciekostengroepen: FKG's). Deze FKG's worden bij de risicovereffening gebruikt. Er bestaan onder andere FKG's voor diabetes (type I en II), CARA/Astma/COPD, hartaandoeningen, de ziekte van Parkinson, en hypertensie.

Geneesmiddelen worden internationaal ingedeeld volgens de Anatomisch Therapeutisch Chemisch Classificatie met gedefinieerde dagdoses (ATC/DDD-systeem). Deze codering bestaat uit zeven letters en cijfers. Voor het onderzoek waren van de verstrekte medicijnen alleen de eerste vier posities beschikbaar (4-positie ATC-codes).

Uit de gegevens over de 4-positie ATC-codes zijn medicatiegroepen samengesteld die zo goed mogelijk overeenkomen met de hierboven op 7-positie ATC-codes gebaseerde definities van de FKG's:

- medicatie voor hoge bloeddruk (ATC-4-codes: C02A,C,D,K; C03A,B,D,E; C07A,B,C,F; C08C,D,G; C09A,B,C,D,X);
- medicatie voor diabetes (ATC-4-codes: A10A en A10B);
- medicatie voor hartaandoeningen (ATC-4-codes: C01A-C01E; C03C);
- medicatie voor luchtwegaandoeningen (ATC-4-codes: R03A-RO3D);
- medicatie voor de ziekte van Parkinson (ATC-4 code: N04B).

In het onderzoek maken we gebruik van drie leeftijdsgroepen voor medicatie voor luchtwegaandoeningen (jonger dan zes jaar, tussen zes en twintig jaar en ouder dan twintig jaar). Dit sluit aan bij de richtlijn van het Nederlands Huisartsen Genootschap; zij maken voor astma onderscheid tussen kinderen tot zes jaar en kinderen ouder dan zes jaar. Bij personen van twintig jaar en ouder kunnen voor

luchtwegaandoeningen andere risicofactoren een rol spelen, zoals beroepsmatige blootstelling aan luchtverontreiniging en rookgewoonten. Voor medicatie tegen de andere aandoeningen zijn andere leeftijdsgrenzen gekozen, omdat medicatiegebruik voor deze aandoeningen op jongere leeftijd zeldzaam is. Voor hoge bloeddruk en voor diabetes worden volwassenen van twintig jaar en ouder geselecteerd. Voor medicatie tegen hartaandoeningen en voor de ziekte van Parkinson is dit vanaf de leeftijd van veertig jaar.

Er is in het monitoringsprogramma gekeken naar de incidentie (het eerste gebruik van de medicatiegroep). Zodoende werden er alleen inwoners voor het onderzoek geselecteerd waarvan bij de start van het onderzoek bekend was dat ze niet eerder de medicatie gebruikten (zie paragraaf 2.7). Op deze wijze kan zo goed mogelijk naar veranderingen in de gezondheidstoestand worden gekeken, omdat de kans klein is dat deelnemers die al medicatie voor een chronische aandoening gebruiken hiermee zullen stoppen.

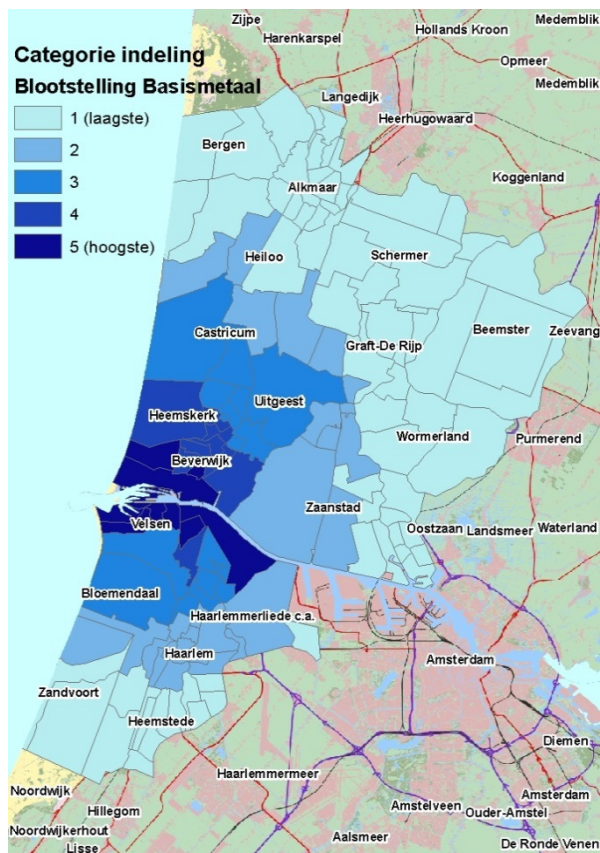
2.6 Indicatoren voor luchtverontreiniging

Er zijn in het onderzoek twee verschillende typen indicatoren voor de luchtverontreiniging in de IJmond gebruikt: blootstellingsgebieden en concentraties op het woonadres.

Indeling in blootstellingsgebieden

Voor het medicatieonderzoek zijn de 139 postcodegebieden in het onderzoeksgebied in vijf vaste blootstellingsgebieden opgedeeld op basis van de gemiddelde concentratie per postcodegebied van primair fijnstof (PFS₁₀) afkomstig van de basismetaalindustrie in het jaar 2000 (Figuur 2). Deze indeling is ook in de eerdere monitoringsronden gebruikt. Voor de doelstellingen van het onderzoek zijn wij erin geïnteresseerd of de incidentie in de medicatieverstrekking verschilt tussen deze vijf blootstellingsgebieden. Het gebied waar de bijdrage het laagst was, wordt met categorie 1 aangeduid; dit is de referentiecategorie oftewel het controlegebied. De tien meest belaste postcodegebieden in het onderzoeksgebied werden in categorie 5 ingedeeld. De totstandkoming en samenstelling van de blootstellingsgebieden is beschreven in de rapportage over de eerste ronde (Ameling et al., 2014).

Van de IJmondgemeenten liggen de postcodegebieden in de gemeente Beverwijk in de categorieën 4 of 5 en die in de gemeente Velsen in de categorieën 3, 4 of 5. Postcodegebieden in de gemeente Heemskerk liggen in de categorieën 3 of 4 en de gemeente Uitgeest ligt volledig in categorie 3. Ook enkele postcodegebieden van de gemeenten Castricum, Bloemendaal en Haarlem vallen in categorie 3. De indeling in Figuur 2 is voor dit onderzoek opnieuw aangehouden, omdat de vijf blootstellingsgebieden consistent in de tijd zijn. Ieder kalenderjaar behoren woonadressen tot hetzelfde blootstellingsgebied.



Figuur 2 Indeling van het onderzoeksgebied in vijf blootstellingsgebieden op basis van de primair-fijnstofbijdrage van de basismetaleindustrie in 2000 (uit Ameling et al., 2014)

Concentratie op het woonadres

De blootstelling aan luchtverontreiniging kan nauwkeuriger worden beschreven wanneer we, in plaats van de indeling in de blootstellingsgebieden, de concentratie op het woonadres gebruiken. Ook veranderen de concentraties in de loop van de tijd en kunnen de verschillen in gemiddelde concentraties van de blootstellingsgebieden groter of kleiner worden.

De luchtverontreinigingsniveaus zijn daarom jaarlijks voor de periode 2005-2019 gemodelleerd, om de blootstelling op het woonadres in beeld te brengen en om de verandering in de blootstelling van jaar tot jaar in het onderzoeksgebied te volgen. We kunnen daarmee vaststellen of het risico op incidentie verschilt tussen mensen die wonen bij verschillende concentraties luchtverontreiniging afkomstig van het Tata Steel-terrein. Als indicatoren gebruiken we hiervoor de concentratiebijdragen aan primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PFS}_{2,5}$) en aan stikstofoxiden (NO_x) van het Tata Steel-terrein zoals beschreven in paragraaf 2.4. Deze aanpak is nauwkeuriger dan die met de blootstellingsgebieden, zodat we op voorhand meer waarde zullen toekennen aan de resultaten verkregen met de concentratiebijdragen op het woonadres.

Er is in het medicatieonderzoek gebruikgemaakt van gemodelleerde concentraties volgens de systematiek van de Grootschalige

Concentratiekaarten Nederland (GCN)². Het RIVM berekent jaarlijks de grootschalige achtergrondniveaus voor Nederland, gebruikmakend van nationale en internationale emissieregistraties. In deze registraties staat de jaarlijkse uitstoot aan verontreinigende stoffen per oppervlakte-eenheid en per broncategorie (industrie, verkeer, enzovoort). Voor grote industriële bronnen zijn de emissies op puntlocaties bekend. Met behulp van deze emissiegegevens en het verspreidingsmodel OPS (Van Jaarsveld en De Leeuw, 1993, Sauter et al., 2020) worden gemiddelde concentraties berekend per gebied van 1 bij 1 km. Modelresultaten worden gekalibreerd aan meetgegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM en van de meetnetten van GGD Amsterdam en DCMR Milieudienst Rijnmond.

Bij berekening van de fijnstofconcentraties zijn niet alleen de emissies van Tata Steel gebruikt, maar ook van die van onderaannemers op het Tata Steel-terrein, zoals Harsco en Pelt & Hooykaas. Voor deze onderaannemers zijn de vergunde emissies fijnstof (PFS10) gebruikt. Voor NO_x zijn de emissies van alle basismetaalindustriebedrijven uit de Emissieregistratie gebruikt. Tata Steel droeg in de periode 2005-2019 gemiddeld voor 90% bij aan de emissies van de totale basismetaalindustrie in Nederland. De bijdrage van Tata Steel aan de concentraties afkomstig van deze sector is in de IJmond dominant ten opzichte van de bijdrage van andere basismetaalbedrijven in Nederland. Vanwege de leesbaarheid spreken we in dit rapport over de concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein aan primair fijnstof en stikstofoxiden. We gebruiken het woord basismetaalindustrie wanneer het gaat over de blootstellingsgebieden die op basis van emissies van de basismetaalindustrie uit 2000 werden gedefinieerd en ook incidenteel wanneer het specifiek over stikstofoxiden gaat.

In de vorige monitoringsronden is gebruikgemaakt van informatie vanaf 2009 afkomstig uit de originele gekalibreerde GCN-kaarten. In de loop der jaren is de modellering van de GCN verbeterd, zoals de kennis over atmosferische processen. Jaarlijks wordt ook de historische reeks van emissies aangepast aan de nieuwste inzichten, waarmee onderlinge consistentie van de emissies over de jaren heen geborgd is. Vanwege deze verbeteringen en vanwege de wens om PFS_{2,5} als indicator te gebruiken en deze in de vorige monitoringsronden nog niet was meegenomen, is besloten de concentraties fijnstof en stikstofoxiden voor het onderzoeksgebied volgens de laatste inzichten te modelleren, zodat sprake is van een consistente reeks van concentraties voor fijnstof en stikstofoxiden. Daarbij is ervoor gekozen gebruik te maken van de langjarige meteostatistiek (2005-2014) in plaats van de statistieken van de jaarlijkse meteorologie. In dit geval vond er ook een kalibratie plaats aan de metingen, echter niet op basis van een jaargemiddelde maar op basis van een vijfjaargemiddelde. De benodigde inspanning werd kleiner door deze keuzen; dit maakte het mogelijk een concentratiereeks voor de periode 2005-2019 samen te stellen. Bedrijven rapporteren PM₁₀-emissies. Via vaste verhoudingen wordt daaruit een PM_{2,5}-emissie afgeleid. In de reeks is gewerkt met een fractie van 15% voor open bronnen en wegen en er is 67% voor de overige industriële bronnen aangehouden.

² <https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>

Om de concentraties op het woonadres te verkrijgen, zijn de gemiddelde concentraties van de 1 bij 1 km-grids lineair geïnterpoleerd naar de x-y-coördinaat van het adres. Deze coördinaten zijn bekend van alle verblijfsobjecten die in de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) zijn geregistreerd. Er is voor gekozen om voor de luchtverontreiniging een tweejurig gemiddelde concentratie te gebruiken: het gemiddelde van de concentratie in het jaartal van de informatie over medicatieverstrekking en van de concentratie in het jaartal daaraan voorafgaand. Het idee hierachter is dat, als er sprake is van een effect binnen enkele maanden, medicatie verstrekt aan begin van het jaar gerelateerd kan zijn aan de concentratie in het voorafgaande kalenderjaar en medicatie verstrekt aan het einde van het jaar aan de concentratie in het huidige kalenderjaar. Omdat de periode van medicatieverstrekking niet bekend is, is een tweejurig gemiddelde verkozen.

2.7 Samenstelling van de onderzoekspopulatie

We voerden de monitoring uit met een zogeheten administratief cohort. Dit cohort omvatte alle inwoners op 1 januari 2008 in het onderzoeksgebied en alle pasgeborenen en nieuwe inwoners op 1 januari van de daaropvolgende kalenderjaren in het studiegebied tot en met 1 januari 2019 (twaalf kalenderjaren). Instroom in het cohort na 1 januari 2008 werd toegestaan om het aantal jonge kinderen te maximaliseren. Het cohort is samengesteld op basis van gegevens uit verschillende databases beschikbaar bij het CBS, waaronder individuele demografische en sociaaleconomische gegevens (geslacht, leeftijd, burgerlijke staat, migratieachtergrond en gestandaardiseerd huishoudinkomen), gegevens over het adres en het verhuizen en gegevens op wijk- en buurniveau (zoals opleidingsniveau, gemiddeld inkomen, migratieachtergrond). Na samenstelling van het initiële cohort werden vervolgens vanwege verschillende criteria personen uitgesloten. Uitgesloten zijn:

- Personen die in een van de twee kalenderjaren voor hun opname in het cohort (de zogeheten baseline) medicatie uit de specifieke medicatiegroep gebruikten. Deze personen gebruikten eerder de desbetreffende medicatie en kunnen dus later niet als een nieuwe patiënt (incident) worden beschouwd.
- Personen met ontbrekende gegevens over hun woongeschiedenis in de vijf jaar voor de baseline. We wilden de monitoring beperken tot mensen die al langer in het onderzoeksgebied woonden, zodat we zekerder waren over hun blootstelling aan luchtverontreiniging.
- Personen die in de twee jaar voor de baseline niet in dezelfde wijk woonden als in het eerste kalenderjaar van het onderzoek. Omdat de keuze van de huisarts de incidentie kan beïnvloeden en informatie over de huisarts niet beschikbaar was, gebruikten we de wijk als surrogaat, ervan uitgaande dat de keuze van de huisarts gebaseerd is op de locatie van het woonadres. Met dit criterium wilden we beperken dat een gesignaleerde verandering in het medicatiegebruik louter een gevolg is van verandering van huisarts.
- Personen die in een van de twee jaren voor de baseline of in het eerste kalenderjaar van het onderzoek meer dan 275 dagen in

een instelling woonden. De verstrekking van medicatie wordt in deze situatie mogelijk niet geregistreerd door verzekeraars. Voor kinderen die minder dan twee jaar oud waren bij de baseline werden de bovengenoemde criteria over duur vervangen door 'vanaf de geboorte'.

De selectiecriteria leidden ertoe dat voor elke combinatie van medicatiegroep en leeftijd een apart onderzoekcohort is samengesteld. De startdatum van het onderzoek was 1 januari 2008, vanwege het criterium dat twee kalenderjaren nodig zijn om vast te stellen of iemand niet eerder de desbetreffende medicijnen gebruikte en de gegevens over de medicatieverstrekking pas vanaf 2006 beschikbaar waren.

2.8 Statistische analyses

Statistisch model

De beschikbare informatie over medicatiegebruik is geaggregeerd over kalenderjaren, zodat we geen informatie hebben over het exacte moment in het jaar waarop de medicatie voor het eerst in de onderzoeksperiode wordt gebruikt. We pasten daarom in de statistische analyses een zogeheten *complementary log log (c-log-log)* functie toe. Dit is een methodiek om zogeheten discrete tijdsverdelingen te analyseren (Austin, 2017). Deze methode is een alternatief voor het veelvuldig toegepaste Cox-proportionele *hazards*-regressiemodel, dat wordt gebruikt wanneer precies bekend is wanneer de gebeurtenis optreedt.

We stratificeerden naar de drie tijdsperioden van vier jaar, om te corrigeren voor tijdtrends door middel van een interactieterm met leeftijd. De analyses zijn apart voor mannen en vrouwen gedaan, zodat het aantal interacties kon worden beperkt en optimaal voor mogelijk verstorende variabelen kon worden gecorrigeerd.

De medicatie die in dit onderzoek is beschouwd, wordt door een arts voorgeschreven. Tussen artsen kunnen verschillen in voorschrijfgedrag optreden. Hierdoor kan clustering van verhoogde of verlaagde of incidentie voor bepaalde geneesmiddelen in woongebieden optreden. Met een mogelijke clustering is in de analyses rekening gehouden door een 'random-effect' voor wijk (als surrogaat voor huisarts) in de statistische analyses op te nemen. Hierbij is de wijkindeling van 2008 aangehouden.

De uitkomsten van de analyses zijn zogeheten hazard-ratio's³. Gemakshalve gebruiken we in het rapport niet de benaming hazard-ratio's, maar spreken we over het relatief risico. Dit is de verhouding tussen de (absolute) kans op incidentie van medicatieverstrekking in de blootgestelde groep ten opzichte van de (absolute) kans op incidentie in de referentiegroep. Als er geen effect is, dan is het relatief risico 1 ofwel 100%; de kansen in beide groepen zijn dan gelijk. De onzekerheid in het relatief risico wordt in dit rapport met een betrouwbaarheidsinterval aangegeven. Voor het relatief risico gebruiken we de afkorting RR en voor het betrouwbaarheidsinterval de afkorting btbi.

Voor de statistische analyses is het relevant wanneer een deelnemer het cohort verlaat (gecensureerd wordt).

³ Hazard-ratio's geven de kans weer om binnen een bepaald tijdinterval het desbetreffende medicijn voor het eerst te gebruiken (incidentie) ten opzichte van de referentiecategorie.

Deelnemers werden op 31 december van het desbetreffende kalenderjaar gecensureerd in geval van:

- een eerste gebruik van een medicatie uit de specifieke medicatiegroep in het kalenderjaar (incident geworden: de deelnemer wordt niet langer gevolgd);
- overlijden in het kalenderjaar;
- op 31 december 2019 (einde van de studieperiode).

Deelnemers werden op 31 december van het voorafgaande kalenderjaar gecensureerd in geval van dat:

- op 1 januari niet meer werd voldaan aan het criterium voor de leeftijdsgroep;
- in het geval dat het woonadres met de langste duur in het kalenderjaar buiten het studiegebied ligt of dat in het kalenderjaar meer dan 275 dagen in een instelling werd gewoond.

Mogelijk verstorende variabelen

In de statistische analyses wordt gecorrigeerd voor verschillende persoons- en buurtkenmerken.

De persoonskenmerken zijn:

- leeftijd (leeftijd op 1 januari van het desbetreffende kalenderjaar). Voor kinderen jonger dan zes jaar werden leeftijdscategorieën van een halfjaar gebruikt; voor kinderen tussen de zes en twintig jaar oud categorieën van één jaar en voor personen van twintig jaar of ouder categorieën van vijf jaar;
- geslacht (bij start van studie);
- burgerlijke status (op 1 januari van het desbetreffende kalenderjaar);
- migratieachtergrond (bij start van studie);
- gestandaardiseerd huishoudinkomen (van het desbetreffende kalenderjaar);
- opleiding. Als individuele indicator voor opleiding is het percentage hoog opgeleiden per buurt gebruikt (in vijf groepen van gelijke omvang: quintielen). Dit percentage is door het CBS voor het RIVM eens per drie jaar berekend (maatwerkopdracht). Het percentage voor de tussenliggende jaren is geïnterpoleerd.

Als buurtkenmerken zijn gebruikt het percentage inwoners met een niet-westerse migratieachtergrond en het gemiddeld huishoudinkomen (in quintielen). Deze informatie is per kalenderjaar beschikbaar⁴. De waarde van bovenstaande kenmerken varieert van jaar tot jaar, uitgezonderd die van het geslacht en de migratieachtergrond.

Blootstellingsindicatoren

Als blootstellingsindicatoren zijn onderzocht (zie ook paragraaf 2.6):

- Indeling van 4-positie-postcodegebieden in vijf blootstellingsgebieden op basis van de gemiddelde bijdrage aan primair fijnstof van de basismetaalindustrie in 2000 (identiek aan vorige rapportages over medicatiegebruik). Het minste belaste blootstellingsgebied is als referentiecategorie gebruikt.

⁴ www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/wijk-en-buurtstatistieken

- De concentratiebijdrage van het Tata Steel-terrein aan primair fijnstof (PFS_{2,5}) op het woonadres: de gemiddelde concentratie van het desbetreffende kalenderjaar en van het jaar daarvoor. Er is voor de invloed van fijnstof van andere bronnen gecorrigeerd door ook in het statistisch model de totale concentratie fijnstof (PM_{2,5}) minus de bijdrage van het Tata Steel-terrein (PFS_{2,5}) op te nemen. We duiden dit met 'overig PM_{2,5}' aan.
- De concentratiebijdrage van de basismetaalindustrie aan stikstofoxiden (NO_x) op het woonadres: de gemiddelde concentratie van het desbetreffende kalenderjaar en van het jaar daarvoor. Er is voor de invloed van stikstofoxiden van andere bronnen gecorrigeerd door aan het statistisch model de totale concentratie stikstofoxiden minus de bijdrage van de basismetaalindustrie toe te voegen. We noemen dit 'overig NO_x'.

Statistische analyses

De statistische analyses bestaan uit een aantal onderdelen.

Allereerst beschrijven we de incidentie van de medicatieverstrekking over de drie afzonderlijke perioden (2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019) aan de hand van kaarten (per wijk) (apart voor mannen en vrouwen). Per wijk is het verschil in de incidentie ten opzichte van de gemiddelde incidentie in het onderzoeksgebied berekend en als RR weergegeven. Hiervoor zijn de schatters uit het random-effectdeel van een model zonder blootstellingsindicatoren gebruikt. Ook is de kans uitgerekend dat de RR van een wijk afwijkt van het gemiddelde van het onderzoeksgebied.

Met het oog op de vraagstelling 'Wat is de samenhang tussen de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging en de medicatieverstrekking in de periode 2008-2019 in de IJmond?' zijn we geïnteresseerd in wanneer de incidentie optreedt en of deze verschilt tussen verschillende groepen zoals de blootstellingsgebieden of tussen mensen die wonen bij verschillende concentraties luchtverontreiniging. Hiertoe:

- Geven we allereerst de samenhang tussen de vijf blootstellingsgebieden en de incidentie in de gehele periode van twaalf jaar weer door de incidentie in de blootstellingsgebieden 2 t/m 5 af te zetten tegen de incidentie in het referentiegebied (categorie 1).
- Vervolgens beschrijven we de samenhang tussen de incidentie en de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging (PFS_{2,5} en NO_x) op het woonadres over een periode van twaalf jaar met een natuurlijke spline met vier knopen (op het 5, 35, 65, en 95 percentiel). In de statistische analyses naar PFS_{2,5} is gecorrigeerd voor 'overig NO_x' en vice versa is in de analyses naar NO_x gecorrigeerd voor 'overig PM_{2,5}'.
- Als laatste beschrijven we de samenhang met de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging (PFS_{2,5} en NO_x) op het woonadres over een periode van twaalf jaar met een blootstellingresponsrelatie volgens een lineair model. Ook hier is gecorrigeerd voor de luchtverontreiniging afkomstig van andere bronnen.

Omdat in de vorige monitoringsronde de concentratie primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan 10 µm (PFS₁₀) op het woonadres als indicator is gebruikt, worden als gevoeligheidsanalyses ook de resultaten voor het verband tussen PFS₁₀ en medicatieverstrekking gerapporteerd.

De tweede vraagstelling ('Wat zijn de veranderingen in de medicatieverstrekking in relatie tot de veranderingen in de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging?') is op twee manieren bekeken:

- Een analyse naar of de incidentie in de blootstellingsgebieden in de perioden 2012-2015 en 2016-2019 verandert ten opzichte van de periode 2008-2011 (de periode voor plaatsing van de doekfilters). Hierbij is gebruikgemaakt van een interactieterm tussen de tijdsperioden en de blootstellingsgebieden.
- Een berekening van de verwachte veranderingen in de vijf blootstellingsgebieden op basis van de verkregen blootstellingresponsrelatie (zie hierboven) en de verandering in de gemiddelde concentratie in de blootstellingsgebieden.

Vertrouwelijkheid

De gebruikte gegevens over het medicatiegebruik en over de demografische en sociaaleconomische factoren zijn geanonimiseerd voor het RIVM beschikbaar gesteld binnen een afgeschermd omgeving van het CBS. Het Zorginstituut Nederland en het CBS gaven toestemming voor het onderzoek. De externe gegevens over de luchtkwaliteit op het woonadres zijn ten behoeve van het onderzoek in de afgeschermd omgeving gebracht. De koppeling met de persoonsgegevens is zodanig uitgevoerd dat het RIVM individuele deelnemers niet kan herleiden.

3 Luchtkwaliteit in de IJmond

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk is beschrijvend van aard, om inzicht te geven in hoe de indicatoren voor de blootstelling aan luchtverontreiniging verlopen in de tijd. Het hoofdstuk is ondersteunend voor de hoofdstukken waarin naar de samenhang tussen de luchtverontreiniging en de incidentie van de medicatieverstrekking wordt gekeken. Er vindt geen uitvoerige analyse van de indicatoren zelf plaats, omdat dit geen onderdeel van de gezondheidsmonitoringsopdracht is. Paragraaf 3.2 beschrijft de indeling in de vijf blootstellingsgebieden. Paragraaf 3.3 laat het verloop van de emissie van primair fijnstof en stikstofoxiden van het Tata Steel-terrein in de tijd zien. Het verloop van de gemodelleerde concentraties fijnstof en stikstofoxiden in de periode 2005-2019 wordt in paragraaf 3.4 weergegeven.

3.2 Vijf blootstellingsgebieden, onveranderd in de tijd

In de vorige twee medicatieonderzoeken zijn vijf blootstellingsgebieden gedefinieerd (zie paragraaf 2.6, Figuur 2). Deze indeling van het onderzoeksgebied is uit oogpunt van consistentie en herkenbaarheid ook voor deze rapportage gebruikt: de indeling is uniform voor de drie beschouwde tijdsperioden. De verdeling van de populatie over de vijf blootstellingsgebieden is in Tabel 2 beschreven.

Tabel 2 De gemiddelde omvang van de populatie in het onderzoeksgebied per periode en de procentuele verdeling over de blootstellingsgebieden

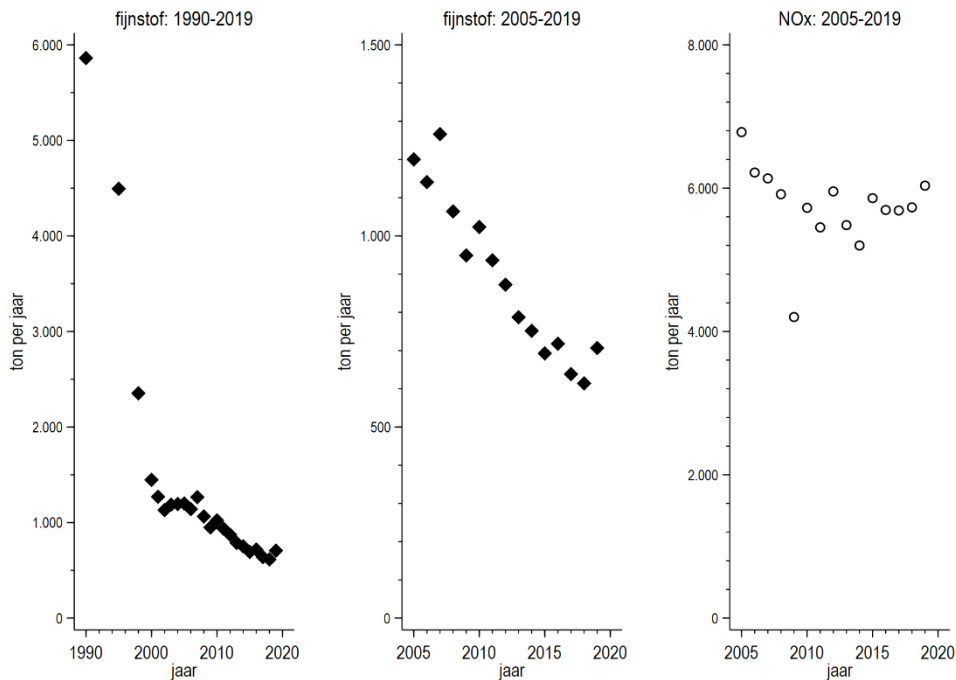
Periode	Populatie-omvang (gemiddeld per jaar)	Blootstellingsgebied (%)				
		1	2	3	4	5
2008-2011	732.400	46,1	25,3	14,8	7,6	6,2
2012-2015	746.400	45,7	25,8	14,8	7,6	6,1
2016-2019	763.300	45,6	26,1	14,6	7,6	6,1
Gemiddeld		45,8	25,7	14,7	7,6	6,1

Gemiddeld woont 6,1% van de populatie in het onderzoeksgebied in het meest belaste blootstellingsgebied (gebied 5); dit komt overeen met bijna 46 duizend personen. Het totale aantal inwoners is gedurende de onderzoeksperiode toegenomen; de procentuele verschuivingen over de verschillende blootstellingsgebieden zijn echter beperkt.

3.3 Verloop van de emissies van de basismetaalindustrie

In Figuur 3 is de uitstoot (emissie) van het Tata Steel-terrein over de periode 1990-2019 weergegeven. De gegevens zijn afkomstig van de Emissieregistratie⁵. De jaartallen verwijzen naar het jaar waarop de emissiecijfers betrekking hebben.

⁵ <http://www.emissieregistratie.nl/>



Figuur 3 Emissie van primair fijnstof (PM₁₀) en stikstofoxiden (NO_x) van het Tata Steel-terrein in de periode 1990-2018. Links gehele periode fijnstof; midden periode 2005-2019 voor fijnstof; rechts de periode 2005-2019 voor NO_x. (Bron: Emissieregistratie; in ton per jaar)

De fijnstofemissie (PM₁₀) van het Tata Steel-terrein is gedaald van 5.900 ton/jaar in 1990 naar 1.400 ton/jaar in 2000. In 2005 bedroegen de emissies circa 1.200 ton/jaar, waarna deze verder verminderden tot 710 ton/jaar in 2019. De PM_{2,5}-emissie (niet weergegeven) wordt verkregen door het toepassen van een vaste fractie op de PM₁₀-emissie; deze daalden van circa 580 ton/jaar in 2005 naar circa 340 ton/jaar in 2019.

De emissies van stikstofoxiden schommelden in de periode 2005-2019 rond de 5.800 ton/jaar, uitgezonderd 2009.

3.4 Verloop van de concentraties fijnstof en stikstofoxiden

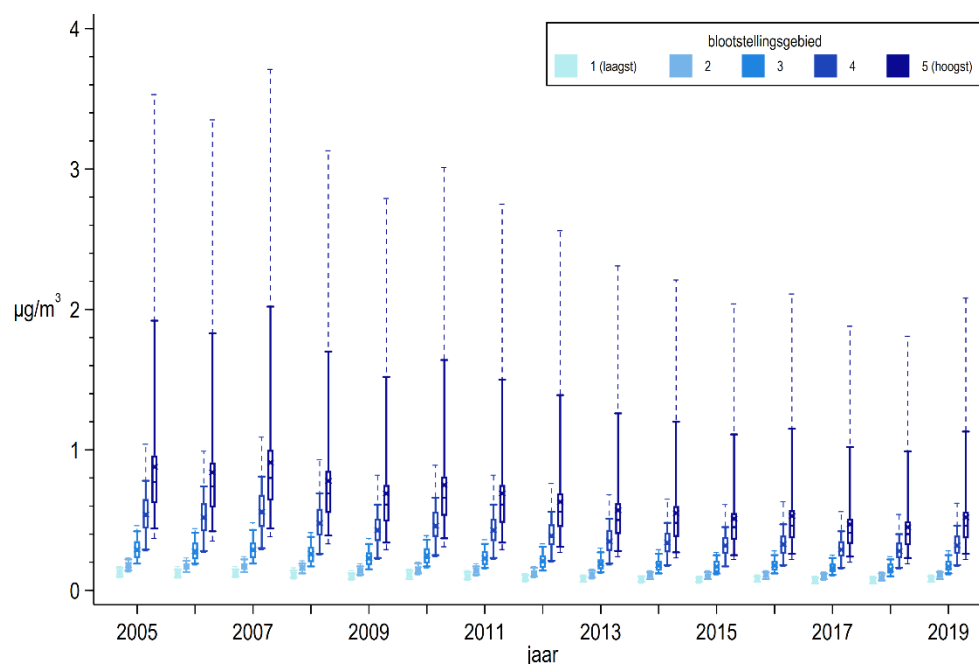
In Tabel 3 zijn de gemiddelde gemodelleerde concentraties van primair fijnstof (PFS_{2,5}) door emissies op het terrein van Tata Steel per blootstellingsgebied over de periode 2005-2019 weergegeven. Ook is de gemiddelde daling per jaar over deze periode vermeld.

Tabel 3 Gemiddelde berekende primair fijnstofconcentratie (PFS_{2,5}) door emissies op het terrein van Tata Steel per kalenderjaar (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en de gemiddelde lineaire daling (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	0,24	0,13	0,18	0,29	0,54	0,88
2006	0,23	0,12	0,17	0,28	0,52	0,84
2007	0,24	0,12	0,17	0,29	0,56	0,91
2008	0,21	0,11	0,16	0,26	0,48	0,78
2009	0,19	0,10	0,14	0,23	0,43	0,69
2010	0,21	0,11	0,15	0,25	0,46	0,75
2011	0,19	0,10	0,14	0,23	0,43	0,69
2012	0,17	0,09	0,12	0,21	0,39	0,63
2013	0,15	0,08	0,11	0,19	0,35	0,57
2014	0,15	0,08	0,11	0,18	0,34	0,55
2015	0,14	0,08	0,10	0,17	0,32	0,51
2016	0,15	0,08	0,11	0,18	0,33	0,53
2017	0,13	0,07	0,10	0,16	0,29	0,47
2018	0,13	0,07	0,09	0,15	0,28	0,45
2019	0,14	0,08	0,11	0,17	0,32	0,52
Daling/jaar	0,009	0,004	0,006	0,011	0,020	0,033

De gemiddelde concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein daalde in blootstellingsgebied 5 van 0,88 in 2005 tot 0,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2019 (Tabel 3). Dit komt overeen met een gemiddelde (lineaire) daling van tot 0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar. De gemiddelde concentratiebijdrage in het referentiegebied (gebied 1) was circa 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en daalde licht tijdens de onderzoeksperiode. De gemiddelde daling per jaar bedraagt voor het gehele onderzoeksgebied 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De genoemde dalingen zijn allen statistisch significant ($p < 0,05$). De concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} is in de onderzoeksperiode geleidelijk gedaald en is zodoende niet alleen gerelateerd aan de plaatsing van de doekfilterinstallaties van de sinterfabriek.

Binnen de blootstellingsgebieden varieert de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} tussen woonadressen. De verdeling van deze concentratiebijdragen op de woonadressen is per blootstellingsgebied in Figuur 4 afgebeeld. De verdelingen zijn beschreven aan de hand van een aantal statistische parameters, zoals het gemiddelde en percentielen (1, 5, 25, 50, 75, 95 en 99 percentiel). Het hoogste (99) percentiel verwijst naar de 1% van de bewoners in het desbetreffende blootstellingsgebied die een concentratiebijdrage op het woonadres gelijk aan of hoger dan de in de figuur weergegeven waarde heeft. Voor blootstellingsgebied 5 komt 1% overeen met circa 460 personen.



Figuur 4 Verdeling van de berekende jaargemiddelde concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein per blootstellingsgebied (in µg/m³), voor de periode 2005-2019 op het woonadres. Het gemiddelde wordt met een kruisje weergegeven; de boven- en onderkant van een doos geven het 25 en 75 percentiel aan; het liggende streepje in de doos is het 50 percentiel; de liggende streepjes aan het uiteinde van de verticale lijnen verbonden aan de doos zijn het 5 en 95 percentiel (doorgetrokken lijn) en het 1 en 99 percentiel (stippellijn)

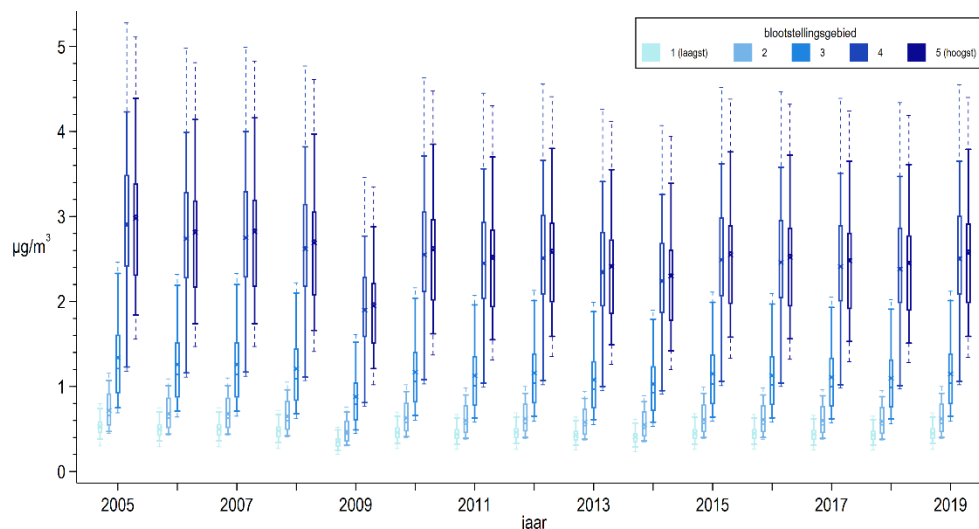
Uit Figuur 4 blijkt dat de verdelingen van PFS_{2,5} in de periode 2005-2019 elkaar weliswaar overlappen, maar dat de meest belaste gebieden 4 en 5 gedurende de gehele onderzoeksperiode verhoogd zijn ten opzichte van de gebieden 1-3. Er is binnen blootstellingsgebied 5 aan de bovenkant van de concentratieverdeling nog sprake van een aanzienlijke variatie. In de onderzoeksperiode, uitgezonderd in 2018, bedroeg de gemodelleerde concentratiebijdrage ten minste 1 µg/m³ voor de ruim 1.800 omwonenden tussen het 95 en 99 percentiel en waren de concentraties ten minste 2 µg/m³ voor de inwoners woonachtig op of boven het 99 percentiel (uitgezonderd in 2017 en 2018).

Ook blijkt uit Figuur 4 dat de verschillen in de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein tussen de gebieden kleiner worden naarmate de jaren vorderen, maar dat de rangvolgorde van de gebieden overeind blijft (zie ook Tabel 3). De eerder gemaakte gebiedsindeling is dus nog steeds een goede indicator voor de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein in de periode 2005-2019.

De gemiddelde gemodelleerde concentraties stikstofoxiden (NO_x) afkomstig van de basismetaleenindustrie en de gemiddelde daling per jaar zijn in Tabel 4 opgenomen. De verdelingen van de concentratiebijdragen op de woonadressen worden in Figuur 5 voor de verschillende blootstellingsgebieden afgebeeld.

Tabel 4 Gemiddelde berekende stikstofoxidenconcentratie van de basismetaalindustrie per kalenderjaar (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en de gemiddelde lineaire daling (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	1,02	0,53	0,72	1,34	2,90	2,98
2006	0,96	0,50	0,68	1,26	2,74	2,81
2007	0,97	0,50	0,68	1,26	2,75	2,82
2008	0,92	0,48	0,65	1,21	2,62	2,69
2009	0,67	0,35	0,47	0,88	1,90	1,95
2010	0,90	0,46	0,63	1,17	2,55	2,61
2011	0,86	0,44	0,60	1,13	2,45	2,51
2012	0,88	0,46	0,62	1,16	2,51	2,58
2013	0,83	0,43	0,58	1,08	2,34	2,41
2014	0,79	0,41	0,55	1,03	2,24	2,30
2015	0,88	0,45	0,61	1,15	2,49	2,55
2016	0,87	0,45	0,61	1,13	2,46	2,52
2017	0,85	0,44	0,60	1,11	2,41	2,48
2018	0,84	0,43	0,59	1,10	2,38	2,45
2019	0,88	0,45	0,62	1,15	2,50	2,57
Daling/jaar	0,008	0,004	0,006	0,010	0,022	0,023

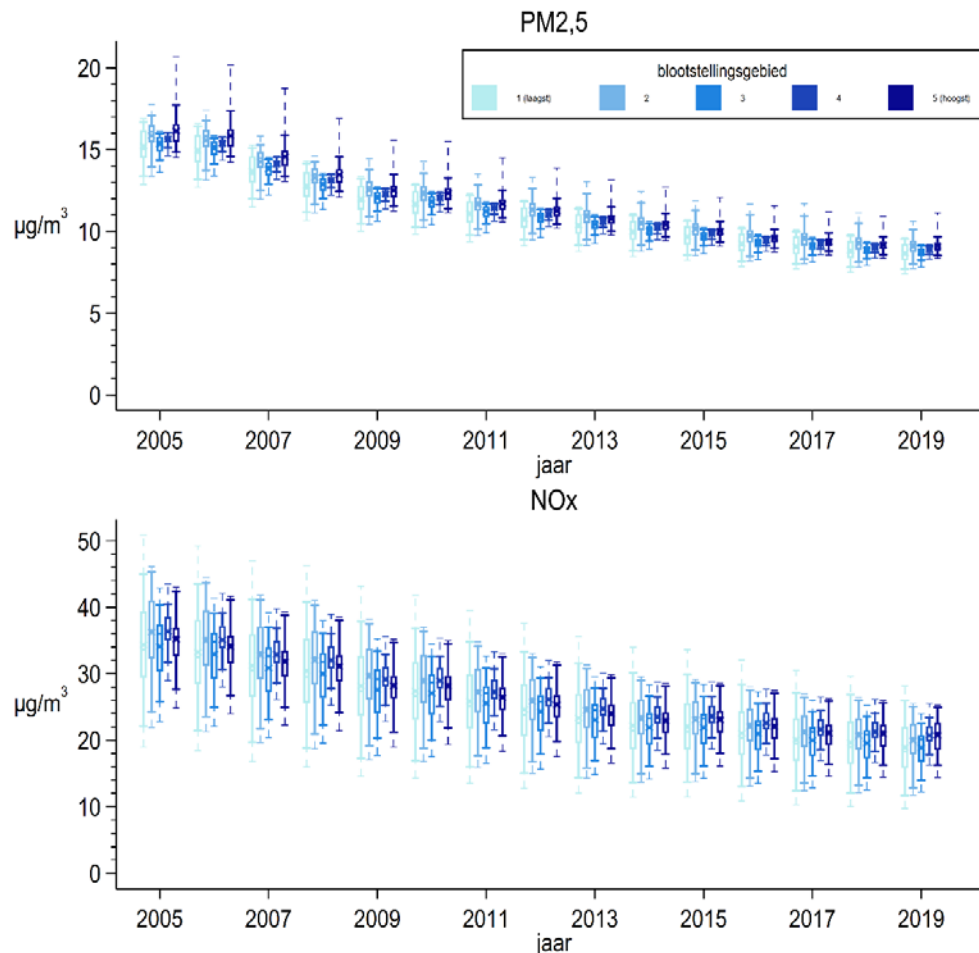


Figuur 5 Verdeling van de berekende jaargemiddelde concentratiebijdrage aan stikstofoxiden (NO_x) afkomstig van de basismetaalindustrie per blootstellingsgebied (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), voor de periode 2005-2019 op het woonadres. Het gemiddelde wordt met een kruisje weergegeven; de boven- en onderkant van een doos geven het 25 en 75 percentiel aan; het liggende streepje in de doos is het 50 percentiel; de liggende streepjes aan het uiteinde van de verticale lijnen verbonden aan de doos zijn het 5 en 95 percentiel (doorgetrokken lijn) en het 1 en 99 percentiel (stippellijn)

Voor de stikstofoxiden afkomstig van de basismetaalindustrie geldt dat er geen grote verschillen tussen de verdelingen van de concentraties in de gebieden 4 en 5 zijn, en dat de concentratiebijdragen in deze gebieden duidelijker verhoogd zijn ten opzichte van de concentraties in de gebieden 1-3 dan voor PFS_{2,5} het geval is (in vergelijking met

Figuur 4). Over de tijd dalen de stikstofoxideconcentraties afkomstig van de basismetaalindustrie. In het meest belaste gebied verminderde de concentratiebijdrage van 2,98 in 2005 naar 2,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2019. De gemiddelde (lineaire) daling bedroeg in het gehele onderzoeksgebied 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar en in de twee hoogste blootstellingsgebieden respectievelijk 0,022 en 0,023 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar. De dalingen zijn echter niet statistisch significant (de p-waarde varieerde tussen de 0,087 en 0,12).

In Figuur 6 is het verloop van de totale concentraties fijnstof ($\text{PM}_{2,5}$) en stikstofoxiden weergegeven. De totale concentraties gebruiken we in het medicatie-onderzoek om voor de invloed van andere bronnen dan de basismetaalindustrie in de statistische analyses te corrigeren. De gemiddelde concentraties per blootstellingsgebied en de dalingen over de onderzoeksperiode zijn vermeld in bijlage 1.



Figuur 6 Verdeling van de gemodelleerde jaargemiddelde totale-fijnstofconcentratie met deeltjesgrootten oplopend tot 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) en de totale concentratie stikstofoxiden (NO_x) per blootstellingsgebied (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), voor de periode 2005-2019 op het woonadres. Het gemiddelde wordt met een kruisje weergegeven; de boven- en onderkant van een doos geven het 25 en 75 percentiel aan; het liggende streepje in de doos is het 50 percentiel; de liggende streepjes aan het uiteinde van de verticale lijnen verbonden met de doos zijn het 5 en 95 percentiel (doorgetrokken lijn) en het 1 en 99 percentiel (stippellijn).

Uit Figuur 6 komt naar voren dat de concentratieverdelingen van de blootstellingsgebieden elkaar sterk overlappen. De blootstellingsgebieden zijn daardoor minder onderscheidend wanneer de luchtkwaliteit op het woonadres in generiekere zin wordt beschouwd.

In Figuur 6 is sprake van een statistisch significant dalende trend in de algemene luchtverontreiniging door vermindering van de uitstoot van binnen- en buitenlandse bronnen. De dalingen in het onderzoeksgebied bedragen gemiddeld 0,48 voor $PM_{2,5}$ en 1,1 $\mu g/m^3$ per jaar voor NO_x . Deze afnamen zijn aanmerkelijk groter dan de dalingen die in de concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein in de verschillende blootstellingsgebieden optreden (zie tabellen 3 en 4). Het aandeel $PFS_{2,5}$ van het Tata Steel-terrein in de totale concentratie $PM_{2,5}$ steeg van 5,4% in 2005 naar 5,7% in 2019. Voor NO_x nam het aandeel van 8,5 naar 9,5% toe. De relatieve bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de totale concentraties is zodoende in de loop van de onderzoeksperiode toegenomen.

Voor de rapportage van de Gezondheidsmonitor IJmond door GGD Kennemerland zijn in bijlage 1 beschrijvende statistieken opgenomen over de totale concentratie PM_{10} en $PM_{2,5}$.

3.5 Samenvattend

In het medicatie-onderzoek hanteren we twee typen blootstellingsindicatoren om de invloed van de emissies van Tata Steel op de medicatieverstrekking te onderzoeken: 1) vijf vaste blootstellingsgebieden die in eerdere monitoringsronden zijn gebruikt, en 2) de concentratiebijdragen op het woonadres van $PFS_{2,5}$ en NO_x van het Tata Steel-terrein.

Van de vijf blootstellingsgebieden heeft gebied 1 de laagste blootstelling. Dit is het referentiegebied. Gebied 5 kent de hoogste blootstelling. Dit laatste gebied bestaat uit tien postcodegebieden met in totaal circa 46 duizend inwoners. Ieder kalenderjaar behoren woonadressen tot hetzelfde blootstellingsgebied. Uit een vergelijking met de concentratiebijdragen op het woonadres blijkt dat de indeling in de vijf blootstellingsgebieden ook in de derde monitoringsronde nog steeds een goede indicatie is voor de blootstelling aan emissies van het Tata Steel-terrein.

De tweede indicator zijn jaarlijks op het woonadres gemodelleerde concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein aan primair fijnstof ($PFS_{2,5}$) en stikstofoxiden. We hechten in het vervolg van dit rapport meer waarde aan de resultaten van deze indicatoren dan aan de bevindingen verkregen met de blootstellingsgebieden. De concentraties op het woonadres doen meer recht aan de variatie die in de concentratiebijdragen gedurende de onderzoeksperiode en binnen de onderzoeksgebieden optreedt.

De concentratiebijdrage aan $PFS_{2,5}$ van het Tata Steel-terrein is duidelijk verhoogd op de woonadressen in blootstellingsgebied 5 en in mindere mate in gebied 4. De concentratiebijdrage is in de onderzoeksperiode

geleidelijk gedaald, waardoor de verschillen tussen de gemiddelde concentraties van de blootstellingsgebieden kleiner worden. Er was geen duidelijke trendbreuk in de concentratiebijdrage aan primair fijnstof zichtbaar door de ingebruikname van de doekfilterinstallaties. In het hoogste blootstellingsgebied is er in de gehele onderzoeksperiode sprake van een aanzienlijke variatie in de blootstelling op het woonadres.

De stikstofconcentraties afkomstig van de basismetaleindustrie zijn verhoogd in de blootstellingsgebieden 4 en 5. Er treedt eveneens een geleidelijke daling in de concentratiebijdrage op, maar de verschillen tussen de gebieden nemen relatief minder snel af dan voor primair fijnstof het geval is.

De algemene luchtverontreiniging, de totale concentraties fijnstof en stikstof, dalen gedurende de onderzoeksperiode in hogere mate dan voor de concentraties van het Tata Steel-terrein het geval is, zodat het relatieve aandeel van het Tata Steel-terrein aan de algemene luchtverontreiniging tijdens de onderzoeksperiode toeneemt.

4 Medicatie voor hoge bloeddruk onder personen van twintig jaar en ouder

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen de bevindingen aan bod over de incidentie van de medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk onder inwoners in het onderzoeksgebied van twintig jaar en ouder. Het hoofdstuk start met een kort overzicht van de kenmerken van de onderzoekspopulatie (paragraaf 4.2) en beschrijft vervolgens in paragraaf 4.3 op een kwalitatieve wijze de incidentie van medicatieverstrekking over de tijd en over het onderzoeksgebied. Paragraaf 4.4 gaat in op de samenhang tussen de blootstelling aan luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein en de incidentie op basis van de blootstellingsgebieden. In paragraaf 4.5 wordt de samenhang met de concentratie op het woonadres beschreven. Het hoofdstuk sluit af met een samenvatting (paragraaf 4.6).

4.2 Beschrijving van de populatie

In totaal zijn 424.093 bewoners in de statistische analyses betrokken en is in 3.672.994 zogeheten persoonjaren gekeken naar het medicatiegebruik voor hoge bloeddruk. Het aantal persoonjaren is een combinatie van het aantal mensen in het onderzoek en de hoeveelheid tijd die elke persoon aan het onderzoek meedoet. Elke deelnemer is gemiddeld 8,7 jaar in het onderzoek naar hoge bloeddruk betrokken geweest. 84% van de onderzoekspopulatie kwam in 2008 in het cohort terecht en 16% stroomde later in. Ongeveer 13% van de deelnemers verhuisde uit het studiegebied of verbleef enige tijd in een institutie, 3% overleed en 61% deed tot het einde van de onderzoeksperiode mee. 23% van de deelnemers startte met het gebruik van medicatie (werd incident) in de onderzoeksperiode (98.444 personen). De incidentie per jaar was 2,7%. De verhouding tussen mannen en vrouwen was bijna gelijk en de gemiddelde leeftijd in het eerste jaar van deelname was 42,7 jaar. Voor de overige kenmerken van de deelnemers verwijzen we naar bijlage 2.

4.3 Incidentie in het onderzoeksgebied

Deze paragraaf beschrijft aan de hand van kaarten kwalitatief hoe de incidentie van medicatiegebruik voor hoge bloeddruk verdeeld is over het onderzoeksgebied en hoe dit varieert in de tijd. Dit doen we apart voor mannen en vrouwen. We geven een korte introductie over hoe de kaarten zijn opgebouwd en hoe deze kunnen worden geïnterpreteerd, voordat we de resultaten bespreken. Het voorbeeld in de introductie (Figuur 7) gaat over de bevindingen onder vrouwen.

In de figuren zijn altijd alle afzonderlijke 139 postcodegebieden weergegeven; de blootstellingsgebieden zijn aan deze postcodegebieden gekoppeld (zie hoofdstuk 2). De resultaten zijn echter uitgerekend voor wijken. Vaak komen wijken en postcodegebieden geografisch met elkaar overeen, maar soms ook niet en dan komen de kleuren in de kaarten niet precies overeen met de lijntjes van de postcodegebieden. Wanneer

in een statistische analyse wijken zijn samengevoegd, hebben de samengevoegde wijken in de desbetreffende figuur hetzelfde resultaat gekregen.

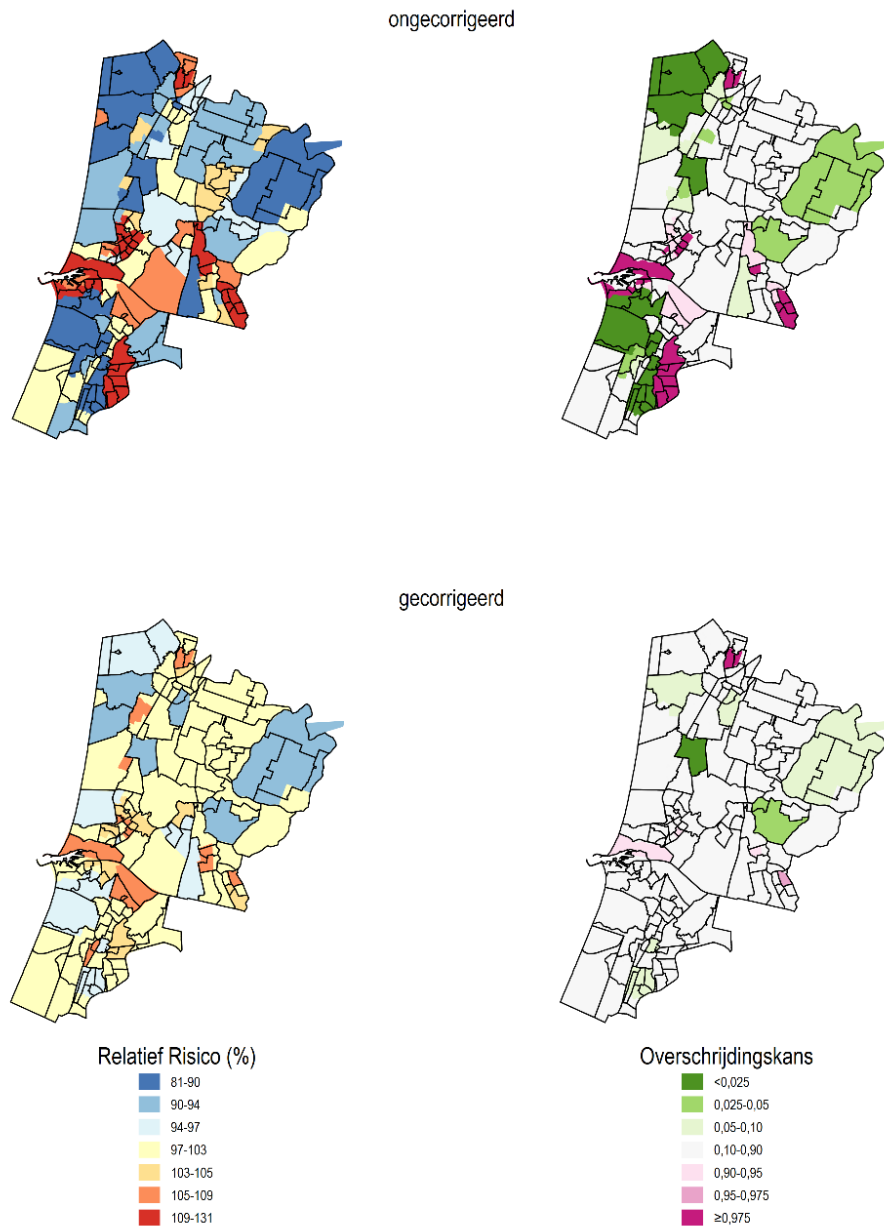
De kaarten geven het relatief risico (RR) weer. Per wijk geeft deze RR de relatieve verhoging of verlaging aan ten opzichte van de gemiddelde incidentie van alle wijken in het onderzoeksgebied. De RR's per wijk zijn gebaseerd op een observatieperiode van vier jaar (2008-2011, 2012-2015 of 2016-2019). Het RR is gecorrigeerd voor demografische factoren (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische factoren (gestandaardiseerd huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau).

De RR is een relatieve maat. Er zijn geen 'harde' grenzen voor een verhoging of een verlaging. Vandaar dat is gekozen voor een indeling van de RR op basis van categorieën met gelijke grootte: zeven categorieën die ieder (ongeveer) 14% van de berekende RR's bevatten. De midden-categorie is geel gekleurd en bestaat uit wijken met RR's die dicht tegen het gemiddelde RR liggen (zie Figuur 7, linkerdeel). De wijken die oranje of rood zijn gekleurd, hebben een hoger risico op verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk dan gemiddeld, (licht) groengekleurde wijken een verlaagd risico ten opzichte van het gemiddelde van het onderzoeksgebied. De indeling van de categorieën is afzonderlijk voor mannen en vrouwen bepaald.

De RR's kunnen op een relatief klein aantal gevallen per wijk zijn gebaseerd. De onzekerheid van de RR is over het algemeen groter in wijken met een kleine populatie dan de RR van wijken met veel bewoners. Door deze onzekerheid is niet elke verhoging of verlaging op de kaart ook een daadwerkelijke afwijking van het gemiddelde. De onzekerheid in het RR is in het rechter deel van figuur 7 als overschrijdingskans weergegeven. Dit is de kans dat het werkelijke RR van de wijk hoger is dan het gemiddelde (100%). Naarmate de overschrijdingskans richting de 1 oploopt, wordt het minder aannemelijk dat een gevonden verhoging op toeval berust. Het (donker)paars duidt op een verhoging van het RR die neigt naar statistische significantie. Andersom wijst een overschrijdingskans die richting de 0 gaat op een verlaagde RR. Het (donker)groen wijst op een RR die tendeert naar een statistisch significante verlaging. De groene en paarse categorieën van de overschrijdingskans beginnen bij een overschrijdingskans kleiner dan 0,10 of groter dan 0,90. Bij dergelijke kansen spreken we eerder van een signaal dan van statistische significantie. Er is ervoor gekozen ruime klassegrenzen aan te houden, zodat de variatie in de overschrijdingskans in het onderzoeksgebied goed kan worden weergegeven.

Corrigeren voor demografische en sociaaleconomische factoren

In Figuur 7 is het risico op incidentie voor verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk onder vrouwen van twintig jaar en ouder in de periode 2012-2015 weergegeven. We beginnen met dit figuur om te illustreren wat het effect van corrigeren voor demografische en sociaaleconomische factoren kan betekenen.



Figuur 7 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk onder vrouwen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de periode 2012-2015 uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor alleen leeftijd (boven) en na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (gestandaardiseerd huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren (onder)

In het bovenste deel van Figuur 7 is de incidentie alleen gecorrigeerd voor leeftijd; in het onderste deel is, naast leeftijd, ook gecorrigeerd voor burgerlijke staat, migratie-achtergrond, huishoudinkomen en opleiding (op buurtniveau).

De bovenste kaarten in Figuur 7 geven inzicht in welke wijken in meer of mindere mate voor het eerst medicatie tegen hoge bloeddruk wordt

verstrekt dan gemiddeld. Deze informatie kan relevant zijn voor bijvoorbeeld programma's gericht op het voorkomen van hoge bloeddruk door verandering van leefstijlfactoren. In het bovenste deel kleuren enkele wijken in Velsen, Beverwijk, Heemskerk, Haarlem, Zaanstad en Alkmaar donkerrood (links). Uit het rechterdeel kunnen we opmaken dat een aantal daarvan ook statistisch significant afwijkt van het gemiddelde risico in het onderzoeksgebied.

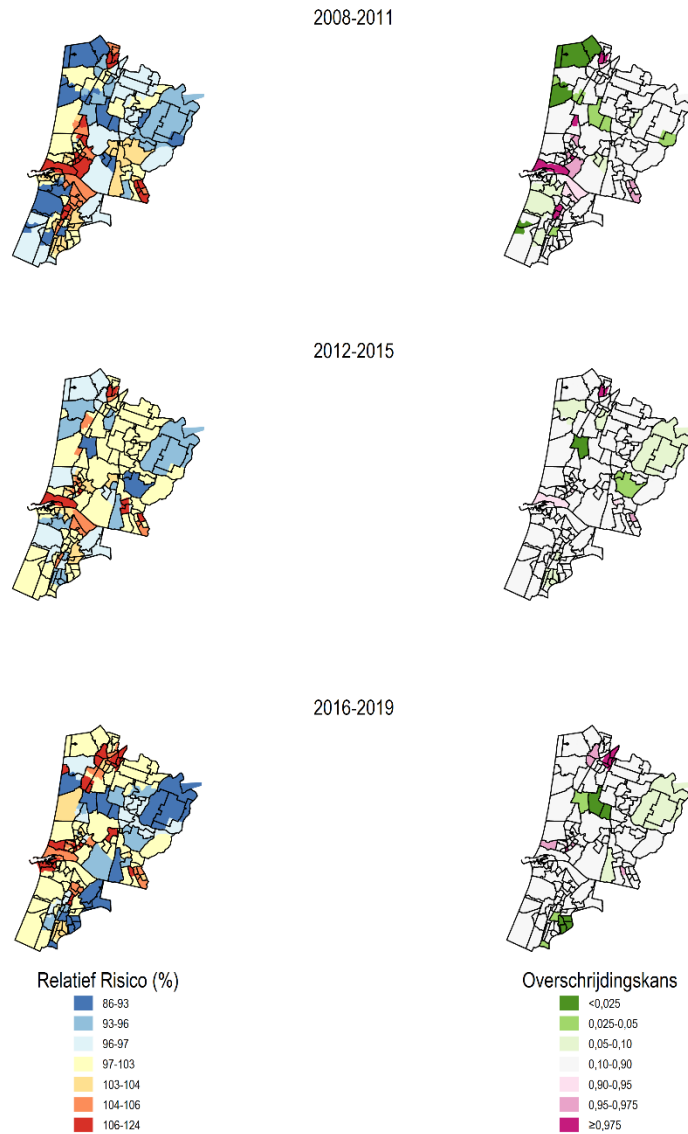
De Gezondheidsmonitor IJmond richt zich echter op gezondheid in relatie tot milieufactoren. Dit betekent dat hierbij gepoogd wordt andere factoren die van invloed zijn op de gezondheid 'uit te sluiten', zodat het vervolgens mogelijk is naar de samenhang tussen de 'overgebleven' gezondheid en milieufactoren te kijken. In het onderste deel van Figuur 7 is in het linker plaatje dezelfde schaal voor het RR aangehouden als in het bovenste deel. Na correctie voor demografische en sociaaleconomische factoren worden de verschillen in risico's tussen wijken kleiner; de RR's komen in de regel dichterbij 100% te liggen. In de figuur rechtsonder blijkt ook dat na correctie voor demografische en sociaaleconomische factoren minder wijken statistisch significant afwijken van de gemiddelde incidentie in het onderzoeksgebied.

In de rapportage is er verder voor gekozen alleen resultaten op te nemen die gecorrigeerd zijn voor verschillende demografische en sociaaleconomische factoren, zodat de mogelijke invloed van het Tata Steel-terrein zo op zichzelf mogelijk wordt vastgesteld. Dit betekent dat de daadwerkelijk optredende gezondheidsverschillen tussen wijken of gebieden groter, maar ook kleiner, kunnen zijn dan uit de resultaten naar voren komt.

Resultaten

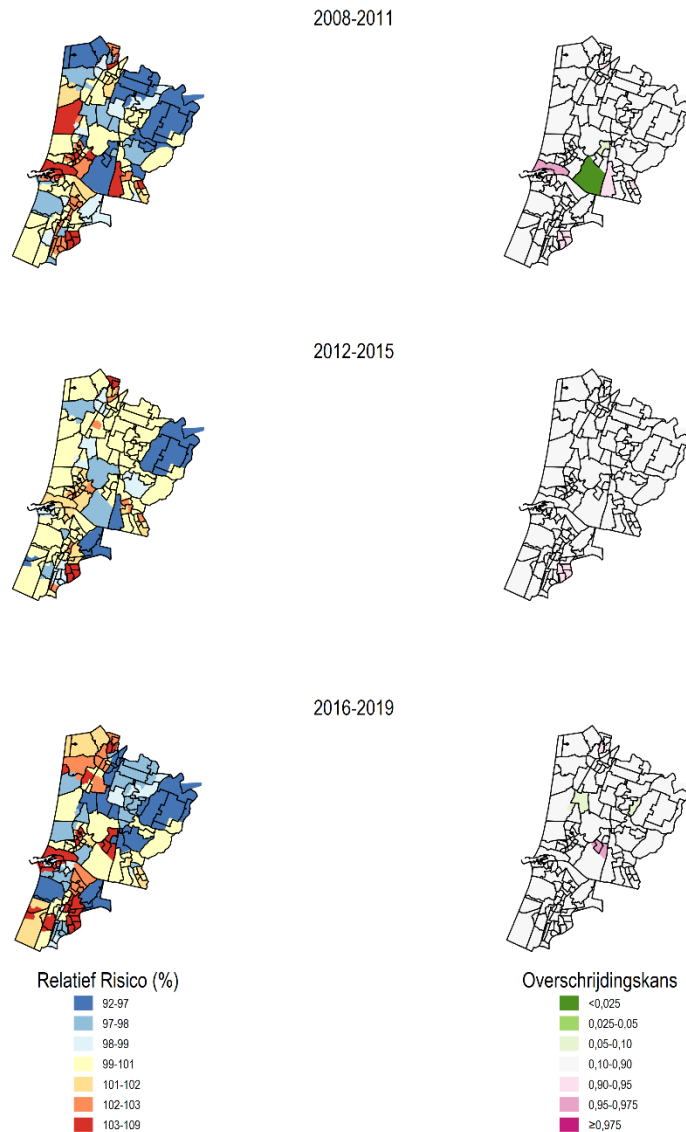
In Figuur 8 is voor vrouwen en in Figuur 9 is voor mannen het risico op incidentie voor verstrekking van bloeddrukverlagende medicatie weergegeven. De resultaten zijn uitgesplitst naar drie tijdsperiodes en zijn gecorrigeerd voor demografische en sociaaleconomische factoren. Binnen een figuur (de drie tijdsperiodes) is de schaalindeling voor het RR gelijk; de indeling verschilt echter tussen figuren (tussen vrouwen en mannen). De schaalindeling voor de overschrijdingskans is in alle figuren hetzelfde.

In Figuur 8 zijn ook de resultaten van het onderste deel van Figuur 7 opgenomen. Echter, de schaalindeling in Figuur 7 en Figuur 8 verschilt, waardoor dezelfde resultaten in de (linker midden)kaart in Figuur 8 qua kleuren uitgesprokener zijn dan die links onderaan in Figuur 7.



Figuur 8 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk onder vrouwen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

Het RR voor de incidentie onder vrouwen varieert tussen de 86 en 124% (zie figuur 8, links). Voor mannen is dit tussen de 92 en 109% (Figuur 9). De verschillen in RR tussen wijken zijn voor mannen kleiner dan voor vrouwen. Dat is ook te zien in de kaarten in het rechterdeel van de figuren. Bij mannen is het aantal wijken dat significant verhoogd of verlaagd is ten opzichte van het gemiddelde voor mannen van het onderzoeksgebied kleiner dan in Figuur 8 voor de vrouwen.



Figuur 9 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk onder mannen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019 uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

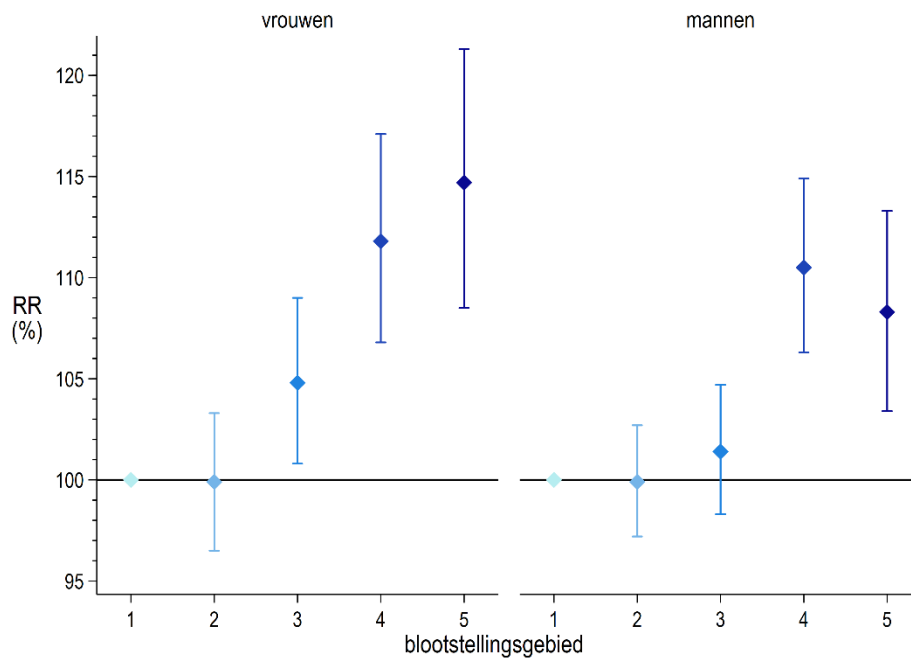
Onder vrouwen is de incidentie in de periode 2008-2011 verhoogd in wijken in Velsen, Beverwijk, Castricum, Heemskerk en Haarlem, maar ook elders in het onderzoeksgebied treden verhogingen op, zoals in Alkmaar (Figuur 8). In de perioden 2012-2015 en 2016-2019 zijn minder wijken statistisch significant verhoogd (of verlaagd) dan in de periode 2008-2011. Consistent is de lagere incidentie in het noordoosten van het onderzoeksgebied.

Voor mannen (Figuur 9) is het geografische patroon voor de verhoging wat anders dan voor de vrouwen. Zoals hierboven al is aangegeven zijn de verschillen in de incidenties tussen wijken kleiner, waardoor slechts voor

een klein aantal wijken een afwijking ten opzichte van de gemiddelde incidentie wordt gesignaleerd. Het aantal verhogingen of verlagingen in de incidentie in de periode 2012-2015 lijkt wat kleiner dan in de eerste en laatste periode.

4.4 Incidentie per blootstellingsgebied

De kaarten geven een *kwantitatief* beeld van de incidentie over de twaalf jaar en over het onderzoeksgebied. In deze paragraaf worden de verschillen *kwantitatief* beschreven. De resultaten van inwoners uit postcodegebieden zijn hiervoor geaggregeerd tot de vijf blootstellingsgebieden. De samenhang tussen de gebieden en de incidentie is in Figuur 10 weergegeven.



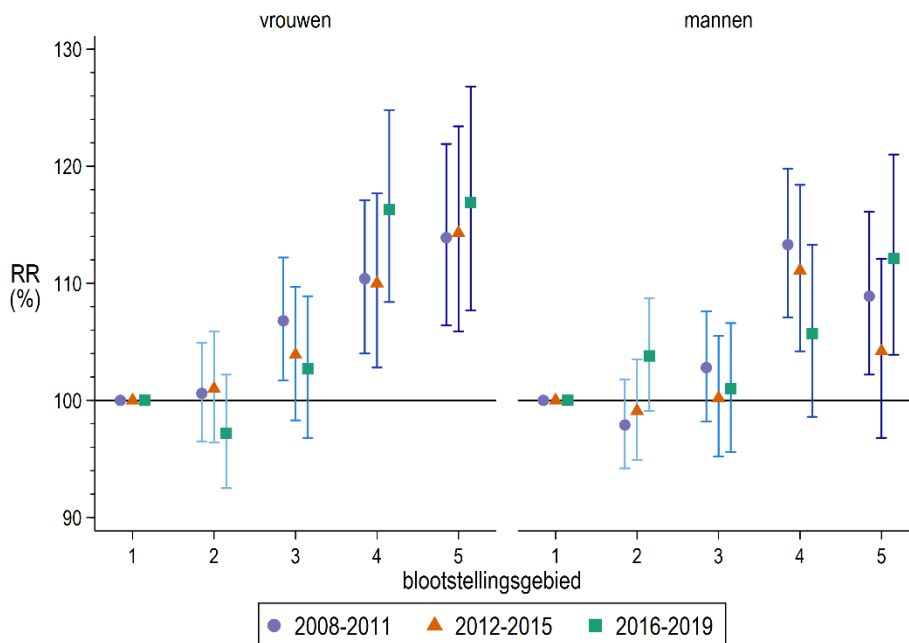
Figuur 10 Samenhang van de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk in de periode 2008-2019 onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar met de vijf blootstellingsgebieden uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid op het woonadres en buurtkenmerken

Het relatief risico (RR) bedraagt in blootstellingsgebied 5 voor vrouwen 115% met een 95%-betrouwbaarheidsinterval (95% btbi) van 109% tot 121%) en in gebied 4 112% (95% btbi: 107-117). Dit betekent 15% en 12% meer kans op incidentie ten opzichte van de kans in het referentiegebied (gebied 1) als de demografische en sociaaleconomische kenmerken hetzelfde zijn. De 95%-betrouwbaarheidsintervallen (de blauwe verticale foutbalken met horizontale streepjes bij de lijnuiteinden) geven de onzekerheid in de RR's (de blauwe diamanten in de figuur) weer. Wanneer het betrouwbaarheidsinterval de horizontale lijn van 100% niet raakt of insluit, is er sprake van een statistisch significante verhoging (of verlaging) van het RR.

Voor mannen liggen de RR's in de gebieden 4 en 5 lager dan die voor vrouwen. De RR's zijn 111% (95% btbi: 106-115) in gebied 4 en 108% (95% btbi: 103-113) in gebied 5.

Onder vrouwen neemt het RR bij een oplopend blootstellingsgebied toe; bij mannen komt deze samenhang wat minder duidelijk naar voren.

In Figuur 11 zijn de resultaten per blootstellingsgebied voor de drie perioden weergegeven. Op deze wijze kan worden bekeken of er sprake is – binnen blootstellingsgebieden – van een verandering in de RR's over de tijd. De paarse bolletjes geven de periode 2008-2011 weer; de roodoranje driehoeken zijn voor de periode 2012-2015 en de groene vierkanten representeren de periode 2016-2019. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de RR's is in blauw weergegeven.



Figuur 11 Samenhang van de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk per periode van vier jaar onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar per blootstellingsgebied uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid op het woonadres en buurtkenmerken

Het patroon van de RR van de vijf blootstellingsgebieden in Figuur 11 wijkt voor de drie perioden visueel niet sterk af van het patroon gedurende de gehele onderzoeksperiode (zie Figuur 10). Er is in alle drie de perioden een samenhang tussen de mate van belasting van het blootstellingsgebied en het RR. Voor vrouwen zijn deze patronen duidelijker dan voor mannen.

Uit Figuur 11 blijkt dat de RR's variëren binnen de afzonderlijke blootstellingsgebieden. De fluctuaties zijn beperkt van omvang in het licht van de statistische onzekerheden in de RR's. Deze onzekerheden worden door de grootte van de betrouwbaarheidsintervallen weergegeven.

De veranderingen die binnen elk blootstellingsgebied optreden, zijn getoetst ten opzichte van de RR's in de periode 2008-2011.

Onder de vrouwen was geen van de geobserveerde veranderingen binnen de blootstellingsgebieden statistisch significant.

Bij de mannen is er alleen voor blootstellingsgebied 2 een verschil. Hier nam het RR in 2016-2019 toe ten opzichte van het RR in 2008-2011 (van 98 naar 104%: $p=0,023$). In gebied 4 daalde daarentegen het RR (van 113 in 2008-2011 naar 106% in 2016-2019), maar deze daling was statistisch niet significant ($p=0,055$).

4.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein

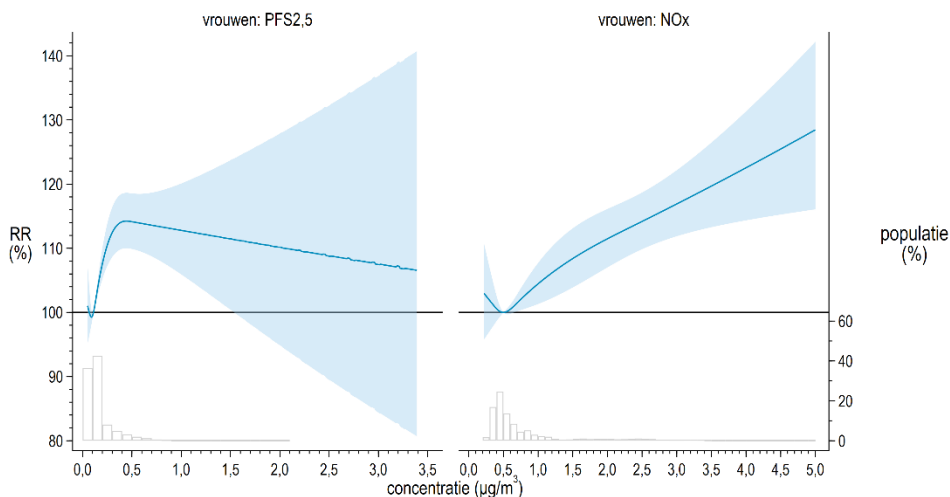
De samenhang tussen de incidentie van de medicatie voor hoge bloeddruk en de luchtverontreiniging kan ook onderzocht worden met de concentratiebijdragen aan primair fijnstof (PFS_{2,5}) en aan de stikstofoxiden (NO_x) op het woonadres in plaats van met de vijf blootstellingsgebieden. Daarbij worden relaties afgeleid tussen de concentratiebijdragen en de kans dat iemand medicijnen gaat gebruiken (respons).

De blootstellingresponsrelaties zijn apart berekend voor de twee luchtverontreinigingscomponenten. In hoofdstuk 3 is geïllustreerd dat met name binnen blootstellingsgebied 5 sprake is van een aanzienlijke variatie in de concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein. De gemiddelde bijdrage gedurende de onderzoeksperiode is in het meest belaste blootstellingsgebied 0,60 µg/m³ voor PFS_{2,5} en 2,47 µg/m³ voor NO_x. Met een blootstellingresponsrelatie wordt inzicht gegeven in het verloop van het RR bij concentratiebijdragen op het woonadres die liggen boven de gemiddelde concentratiebijdrage van het meest belaste blootstellingsgebied. Met deze aanpak kan naar het risico voor de incidentie bij hogere concentratiebijdragen worden gekeken; dit kan niet met de blootstellingsgebieden.

De blauwe lijn in Figuur 12 geeft voor vrouwen de gemiddelde relatie weer; het lichtblauwe vlak is het 95%-betrouwbaarheidsinterval. De blauwe lijn snijdt de grijze horizontale lijn ten minste eenmaal. Voor PFS_{2,5} is dit bij 0,11 µg/m³; voor NO_x is dit bij 0,50 µg/m³. Voor deze (referentie)concentraties is gekozen, omdat bij lagere concentraties circa 46% van de onderzoekspopulatie woont. Dit percentage komt overeen met het aantal inwoners van blootstellingsgebied 1 (zie hoofdstuk 3), maar door de variatie van de luchtverontreiniging binnen de gebieden hoeven dit niet precies dezelfde woningen te betreffen. De hierboven genoemde concentraties zijn het referentiepunt in Figuur 12; het RR is hier op 100% gezet. Een RR van 100% wordt ook door de grijze horizontale lijn weergegeven.

De grijze balkjes in Figuur 12 geven aan welk percentage van de onderzoekspopulatie bij een zekere concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of stikstofoxide woont. Naarmate de concentratiebijdrage oploopt, wordt de blootgestelde populatie steeds kleiner. Dit betekent dat het RR bij oplopende concentratiebijdrage steeds onzekerder wordt (weergegeven door het blauwe vlak). We hebben de blootstellingresponsrelatie daarom niet laten doorlopen tot de allerhoogste concentratie, maar deze beëindigd bij (ongeveer) de gemiddelde concentratiebijdrage van de

(ten minste) tien vrouwen die in de onderzoeksperiode voor de eerste keer medicatie tegen hoge bloeddruk kregen verstrekt en die de hoogste concentratiebijdragen op hun woonadres hadden.



Figuur 12 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk in de periode 2008-2019 onder vrouwen ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} (links) of aan NO_x (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

Uit Figuur 12 komt naar voren dat voor PFS_{2,5} de blootstellingresponsrelatie voor vrouwen oploopt tot circa 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, waarna deze afvlakt. Door de toenemende onzekerheid in het RR is het precieze verloop bij hogere concentraties wat ongewis. Voor NO_x is er vanaf de referentieconcentratie sprake van een vrijwel lineaire relatie tussen het RR en de concentratie op het woonadres. De relatie is voor NO_x minder onzeker, omdat er bij de hogere concentraties meer mensen wonen dan voor PFS_{2,5} het geval is. De blootstellingresponsrelaties voor de mannen zijn opgenomen in bijlage 3; deze zijn vergelijkbaar met die in Figuur 12.

Figuur 12 illustreert de samenhang tussen de concentratiebijdragen op het woonadres en de incidentie, maar is beschrijvend van aard. Vandaar dat de samenhang ook beschreven is met een lineaire relatie.

In Tabel 5 is de invloed van de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein op het medicijngebruik uitgedrukt per 0,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en die van de concentratie stikstofoxiden per 2,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor deze concentratieverschillen is gekozen, omdat deze veranderingen ongeveer overeenkomen met het verschil in de gemiddelde bijdrage van het Tata Steel-terrein tussen het hoogste en het laagste blootstellingsgebied gedurende de onderzoeksperiode. Deze veranderingen per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zijn daarmee (ongeveer) de spreiding die tussen de blootstellingsgebieden in het onderzoeksgebied optreedt. De grootte van de RR's van de

blootstelling op het woonadres zijn daarmee eenvoudiger te vergelijken met de grootte van de RR's per blootstellingsgebied in Figuur 10.

Tabel 5 Lineaire relatie tussen de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk in de periode 2008-2019 onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of aan NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De samenhang is uitgedrukt als verandering in het relatief risico per 0,84 µg/m³ voor PFS_{2,5} en per 2,47 µg/m³ voor NO_x

Bijdrage Tata Steel-terrein	Verandering in het RR bij verandering in de concentratie en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (in %)	
	vrouwen	mannen
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	13 [6-20]	11 [5-17]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	16 [11-21]	12 [8-17]

Er is sprake van een duidelijke samenhang in de mate van blootstelling aan PFS_{2,5} of stikstofoxiden en de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk. Het RR onder vrouwen bedraagt 13% voor PFS_{2,5} en 16% voor NO_x voor de genoemde concentratieverschillen. Voor mannen is dat respectievelijk 11 en 12%.

In Figuur 10 zijn de RR's voor vrouwen en mannen in blootstellingsgebied 5 respectievelijk 15 en 8% verhoogd ten opzichte van gebied 1. Deze verhogingen komen goed overeen met de resultaten in Tabel 5 die gebaseerd zijn op de concentraties op het woonadres.

In de eerste twee monitoringsronden is als één van de indicatoren primair fijnstof van het Tata Steel-terrein met een diameter van 10 µm of minder gebruikt (PFS₁₀). De verandering in het RR was voor vrouwen 8% (95% btbi: 3-14) en voor mannen 7% (95% btbi: 2-12) per 2,82 µg/m³ (het concentratieverschil tussen de blootstellingsgebieden voor PFS₁₀). Deze veranderingen zijn kleiner dan voor PFS_{2,5} het geval is. De bredere betrouwbaarheidsintervallen wijzen erop dat ook de onzekerheid in de relatie voor PFS₁₀ groter is.

4.6 Veranderingen in RR's over de tijd

De verbeteringen in de RR's van de blootstellingsgebieden 4 en 5 kennen een grote variatie (Tabel 6, rechter twee kolommen). Deze verbeteringen zijn afgeleid uit de resultaten weergegeven in Figuur 11; de berekening is beperkt tot de twee hoogste blootstellingsgebieden en van de periode 2015-2019 ten opzichte van 2008-2011, omdat hiervoor de grootste veranderingen worden verwacht.

De verbeteringen in de RR's zijn zowel positief (onder mannen in blootstellingsgebied 4) als negatief (onder vrouwen). De veranderingen in het RR zijn echter met een grote onzekerheid omgeven. Zo is de geobserveerde verbetering van 6,7% voor mannen in blootstellingsgebied 4 niet statistisch significant, omdat het betrouwbaarheidsinterval de nul insluit; dit geldt ook voor de overige geobserveerde veranderingen in het RR.

De verbetering in de RR's kan ook indirect worden afgeleid op basis van de verkregen blootstellingresponsrelaties tussen de incidentie en de concentratiebijdragen op het woonadres (Tabel 5) en de veranderingen in de gemiddelde concentraties in de blootstellingsgebieden over de looptijd van de onderzoeksperiode (zie hoofdstuk 3). Deze blootstellingresponsrelaties zijn mede gebaseerd op veranderende concentraties op het woonadres in de tijd. Er is gekozen dit te doen voor de gebieden 4 en 5 en voor PFS_{2,5}, omdat hierin statistisch significante veranderingen in de concentratie optreden. De resultaten zijn in Tabel 6 opgenomen.

Tabel 6 Verbetering in het relatief risico in blootstellingsgebied 4 en 5 op basis van de blootstellingresponsrelaties en de verandering in de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein voor de periode 2016-2019 ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 en de verbetering in het relatief risico in de blootstellingsgebieden voor medicatie voor hoge bloeddruk onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar

Gebied	Verbetering in PFS _{2,5} (µg/m ³)	Verbetering in RR en 95% btbi voor 2016-2019 t.o.v. 2008-2011 (in %)			
		Blootstelling-responsrelatie		Blootstellingsgebied	
		vrouwen	mannen	vrouwen	mannen
4	0,14	2,0 [1,0;3,1]	1,7 [0,8;2,6]	-5,4 [-14;2,8]	6,7 [-1,6;14]
5	0,23	3,3 [1,7;5,0]	2,8 [1,4;4,3]	-2,6 [-12;5,9]	-2,9 [-13;6,2]

De maximale verbetering in de RR's die worden afgeleid op basis van de blootstellingresponsrelaties en de vermindering van de blootstelling is 3,3% (Tabel 6, middelste kolommen). De veranderingen in deze RR's kennen een beperkte onzekerheid weergegeven door het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Gemiddeld zijn de verhogingen in de RR's in het gebied 5 met circa een kwart afgenomen. De verbetering van 0,23 µg/m³ is ook ongeveer een kwart van het concentratiebereik 0,84 µg/m³ genoemd in Tabel 5. De verhogingen van de RR's in gebied 4 zijn met circa 17% teruggebracht.

Gezien de grote onzekerheden in de veranderingen van de RR's voor de blootstellingsgebieden (verkregen uit Figuur 11) verschillen in Tabel 6 statistisch gezien deze veranderingen in de RR's niet van de veranderingen in de RR's verkregen op basis van de blootstellingresponsrelaties.

Uit Tabel 6 kan worden opgemaakt dat de veranderingen in de RR's door vermindering van de blootstelling van het Tata Steel-terrein over de periode 2008-2019 maximaal 3,3% zijn. En dat het niet goed mogelijk is om de veranderingen vast te stellen door middel van een vergelijking van de RR's in de blootstellingsgebieden over verschillende perioden, omdat deze met grote onzekerheden zijn omgeven. Zoals al eerder aangegeven, hechten we meer waarde aan de resultaten verkregen op basis van de concentratiebijdragen op het woonadres en gebruiken we daarom de indirect afgeleide veranderingen in het RR om de invloed van een verbetering van de luchtkwaliteit te duiden.

4.7 Samenvattend

De kaarten zijn beschrijvend van aard en zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te geven in verschillen in de incidentie tussen wijken en over de tijd. Het is niet mogelijk om aan de hand van de kaarten conclusies te trekken over mogelijke oorzaken van verhogingen of verlagingen, mede gezien het grote aantal wijken en het aantal perioden dat wordt beschouwd en de onzekerheid in de resultaten per wijk.

Er is een duidelijke samenhang bij vrouwen tussen de incidentie van de verstrekking van medicatie voor hoge bloeddruk en de blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar. De incidentie loopt op bij een toenemende belasting afkomstig van het Tata Steel-terrein in de blootstellingsgebieden. In het hoogst belaste gebied is het RR 15% verhoogd ten opzichte van dat in het referentiegebied. Voor de mannen is de samenhang met de blootstellingsgebieden minder sterk dan voor de vrouwen. Het RR bedraagt in het meest belaste gebied 8%.

Er zijn geen consistente veranderingen gevonden in de RR's binnen de vijf blootstellingsgebieden tussen de drie beschouwde tijdsperioden; de statistische onzekerheden zijn echter te groot om de veranderingen nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Er is een samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en stikstofoxiden van het Tata Steel-terrein op het woonadres. De samenhang is voor NO_x duidelijker dan voor PFS_{2,5}, mede doordat de hoog belaste populatie voor fijnstof kleiner is. De RR neemt voor PFS_{2,5} met 11-13% en voor NO_x met 12-16% toe over het concentratiebereik dat overeenkomt met de verschillen tussen de blootstellingsgebieden.

De daling in de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein lijkt te hebben geleid tot een verbetering van de RR's in de periode 2015-2019 ten opzichte van de periode 2008-2011, oplopend tot circa 3% in het meest belaste blootstellingsgebied.

5 Medicatie voor diabetes onder personen van twintig jaar en ouder

5.1 Inleiding

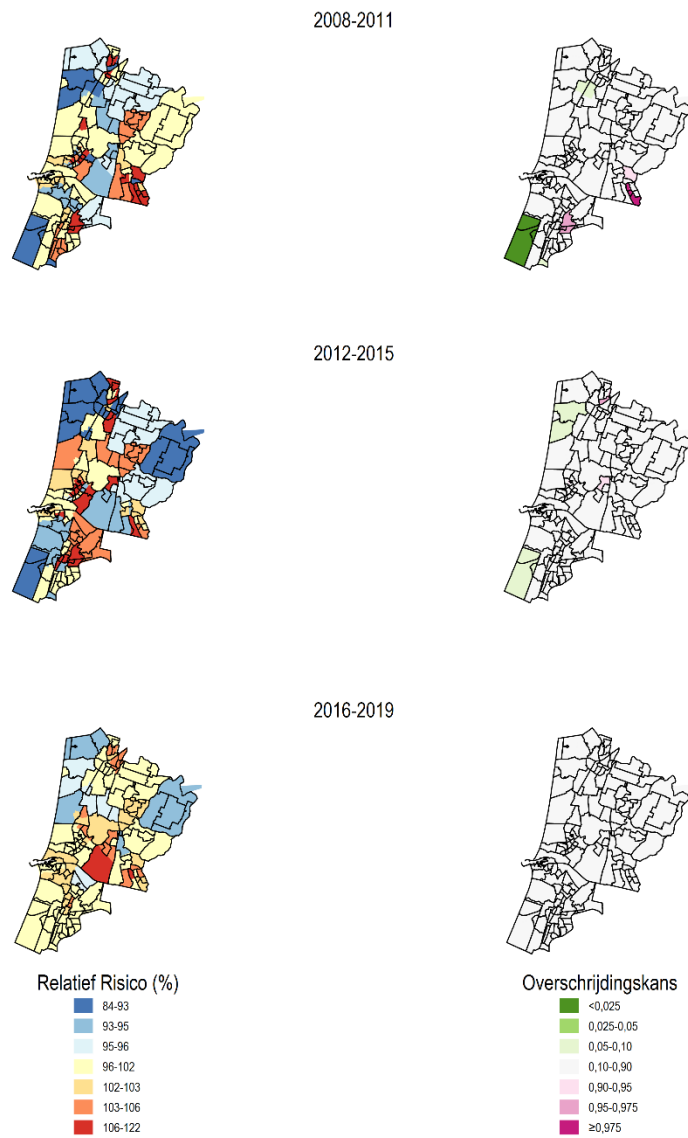
Dit hoofdstuk gaat in op de resultaten van de medicatieverstrekking voor diabetes onder inwoners van twintig jaar en ouder. Het hoofdstuk kent dezelfde indeling als hoofdstuk 4 over hoge bloeddruk. De beschrijving van de resultaten is wat bondiger; voor een toelichting op de opbouw en achtergrond van de figuren en tabellen verwijzen we naar hoofdstuk 4.

5.2 Beschrijving van de populatie

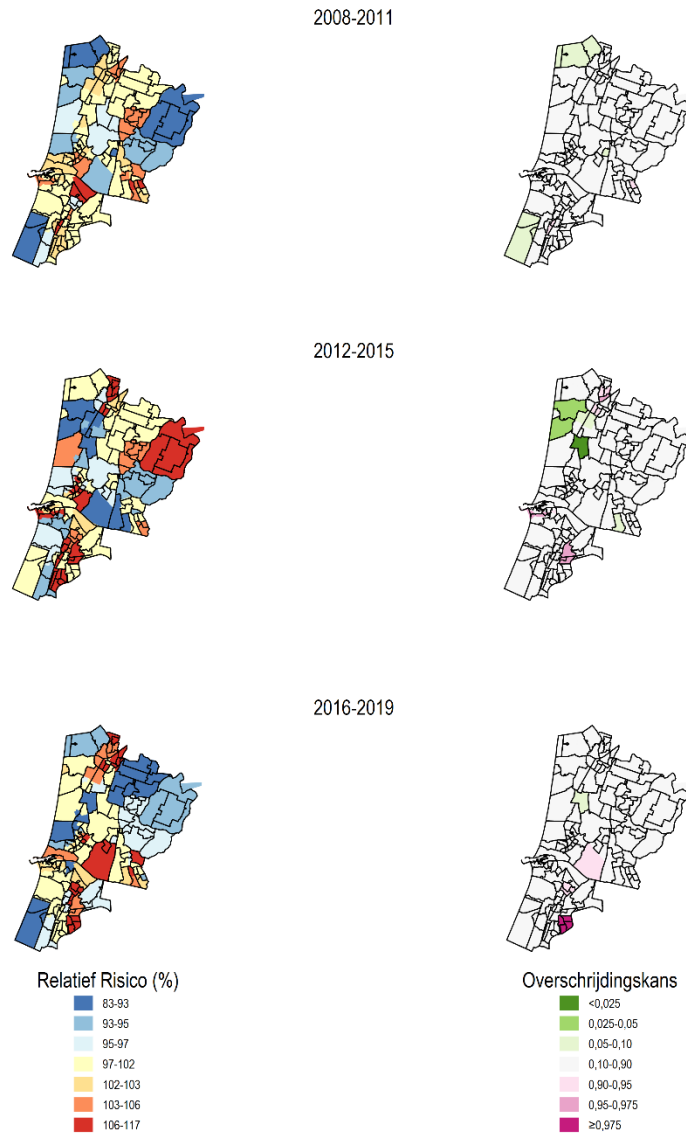
Er zijn 510.609 personen in het cohort opgenomen waarvoor in 4.940.447 persoonjaren de incidentie van medicatie voor diabetes is bekeken. Dit aantal personen is niet gelijk aan dat voor medicatie voor hoge bloeddruk, omdat één van de criteria was dat deelnemers de desbetreffende medicatie niet in de twee jaar voorafgaand mochten hebben gebruikt. Dit leidt tot verschillen in het aantal geselecteerde deelnemers. Deelnemers zijn gemiddeld 9,7 jaren gevolgd. In totaal startten 23.457 personen met medicatie voor diabetes in de onderzoeksperiode (4,5% van de personen; de incidentie is 0,47% per jaar). Ongeveer 14% van de deelnemers verliet de studie voortijdig door verhuizing uit het studiegebied of door verblijf in een institutie en 8% overleed. Van de deelnemers deed 87% vanaf 2008 mee en stroomde 13% in een later kalenderjaar in. De gemiddelde leeftijd bij opname in het cohort was 46,2 jaar; 51% van de deelnemers was vrouw. Voor de overige kenmerken van de deelnemers verwijzen we naar Bijlage 2.

5.3 Incidentie in het onderzoeksgebied

De RR's van de wijken variëren onder vrouwen tussen de 84 en 122% (Figuur 13); bij de mannen is dit tussen de 83 en 117% (Figuur 14). De verhogingen en verlagingen in het onderzoeksgebied en in de tijd lijken willekeurig te zijn verdeeld (linkerzijde van de figuren). Dit komt mede doordat de verschillen tussen de RR's van de wijken klein zijn. De verschillen zijn dan ook zelden statistisch significant (weergegeven in de rechterzijde van de figuren); de geobserveerde verhogingen en verlagingen worden zodoende grotendeels door toeval verklaard.



Figuur 13 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor diabetes onder vrouwen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

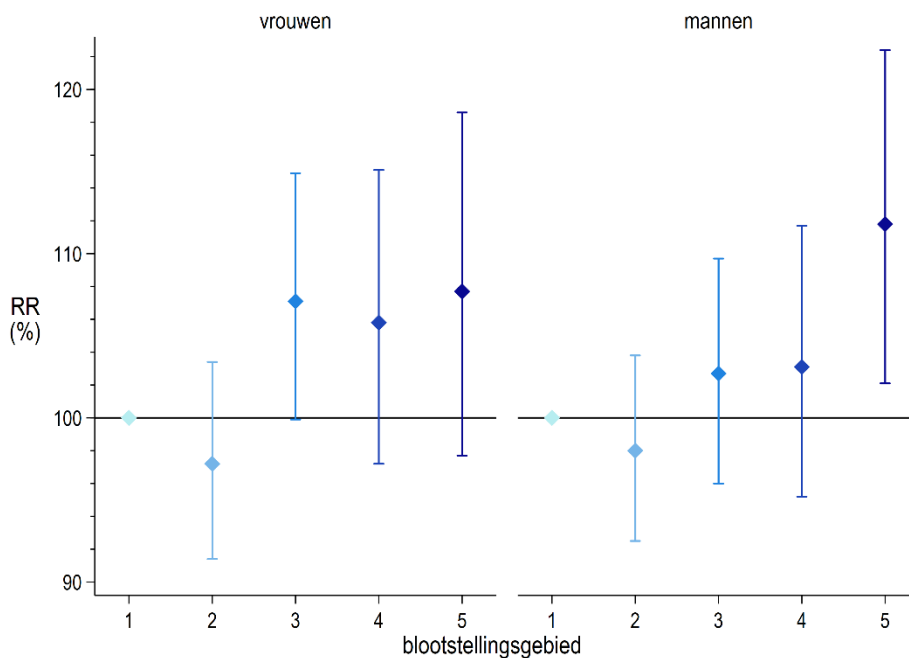


Figuur 14 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor diabetes onder mannen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

5.4 Incidentie per blootstellingsgebied

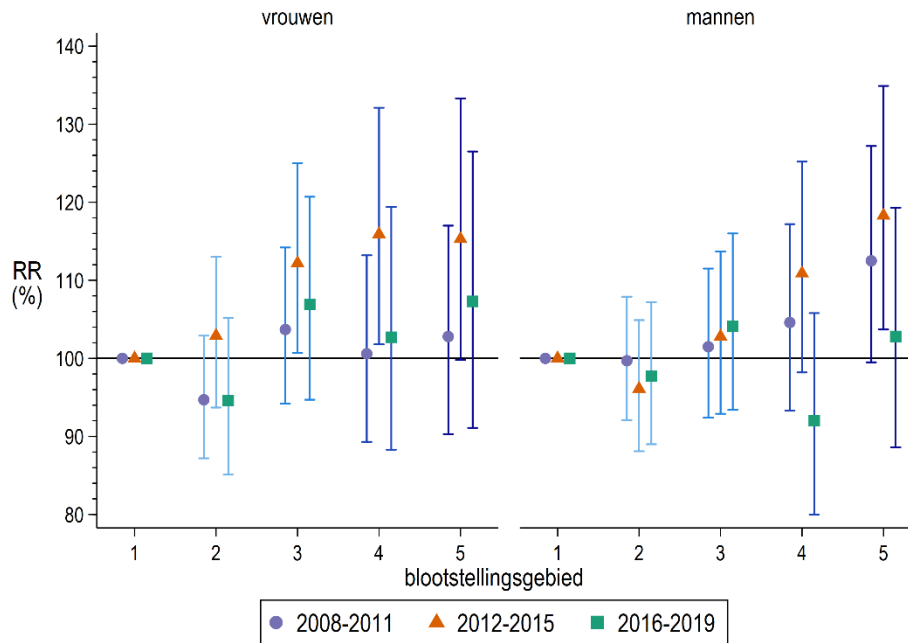
Over de periode van twaalf jaar is het RR onder vrouwen voor de blootstellingsgebieden drie, vier en vijf verhoogd ten opzichte van dat in het referentiegebied (1) (zie Figuur 15). De incidentie voor medicatie voor diabetes komt in deze gebieden vaker voor. Het RR is alleen voor blootstellingsgebied 3 statistisch significant verhoogd (RR=107% met een 95% btbi van 100-115).

Voor mannen is er sprake van een licht oplopend RR bij een toename van het blootstellingsgebied. Het RR wijkt alleen in het meest belaste gebied statistisch significant van 100% af. Het RR bedraagt daar 112% (95% btbi: 102-122).



Figuur 15 Samenhang van de incidentie van medicatie voor diabetes in de periode 2008-2019 onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar met de vijf blootstellingsgebieden, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

Ook hebben we naar de RR's van de verschillende tijdsperioden binnen de blootstellingsgebieden gekeken (zie Figuur 16).



Figuur 16 Samenhang van de incidentie van medicatie voor diabetes per periode van vier jaar onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar, per blootstellingsgebied uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

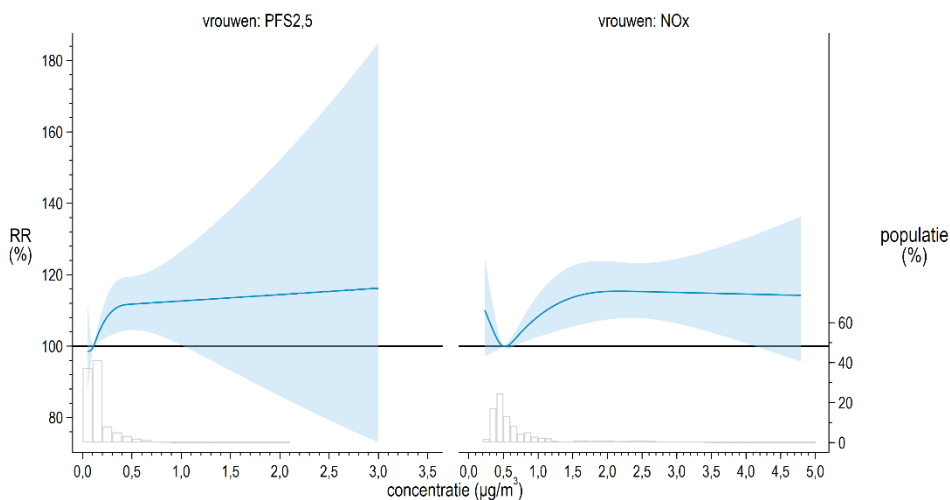
Het patroon in de RR's van de vijf blootstellingsgebieden lijkt op het eerste oog in Figuur 16 niet voor alle tijdspannen overeen te stemmen met het patroon gebaseerd op de gehele onderzoeksperiode (Figuur 15).

Onder vrouwen zien we in Figuur 16 geen grote veranderingen in de RR's in de periode 2016-2019 ten opzichte van 2008-2011 (de groene vierkantjes ten opzichte van de paarse cirkels). Wel treedt er in blootstellingsgebied 4 een toename in de periode 2012-2015 op (de rode driehoekjes ten opzichte van de paarse bolletjes): het RR neemt toe van 101 naar 115%. Deze verandering is statistisch significant ($p=0,044$).

Onder mannen zijn er veranderingen in de RR's van de blootstellingsgebieden 4 en 5 in de derde periode zichtbaar. Deze veranderingen zijn echter niet statistisch significant; de relatief grote onzekerheden in de RR's zijn hier mede de oorzaak van.

5.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein

De relatie tussen de incidentie van de medicatie voor diabetes en de concentratiebijdragen aan $PFS_{2,5}$ en NO_x is voor vrouwen in Figuur 17 weergegeven. De blootstellingresponsrelaties voor de mannen zijn in bijlage 3 te vinden. De samenhang voor mannen is duidelijker dan die voor vrouwen.



Figuur 17 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor diabetes in de periode 2008-2019 onder vrouwen ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} (links) of aan NO_x (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

De blootstellingresponsrelatie voor PFS_{2,5} loopt in eerste instantie op, maar vlagt vervolgens af daar waar de populatie relatief klein wordt. Voor NO_x zien we ongeveer hetzelfde beeld. De onzekerheden in de relaties nemen bij hogere concentratiebijdragen toe, vooral voor PFS_{2,5}, waardoor het exacte verloop van de relatie daar niet goed bekend is.

In Tabel 7 is de invloed van PFS_{2,5} en stikstofdioxiden van het Tata Steel-terrein weergegeven wanneer de samenhang als een lineaire relatie wordt beschreven. De resultaten zijn vermeld als een verandering in het RR wanneer de concentratie PFS_{2,5} met 0,84 µg/m³ of de concentratie stikstofdioxiden met 2,47 µg/m³ toeneemt⁶.

De verandering in het RR onder vrouwen bedroeg 16% voor PFS_{2,5} en 11% voor NO_x. Voor mannen zijn de RR's vergelijkbaar met respectievelijk 15 en 14% voor de eerder genoemde concentratieverschillen.

Ook voor diabetes komen de RR's uit Figuur 15 voor de hoogste blootstellingsgebieden goed overeen met de bevindingen uit Tabel 7.

⁶ Zie 4.5 voor de keuze van deze waarden

Tabel 7 Lineaire relatie tussen de incidentie van medicatie voor diabetes in de periode 2008-2019 onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of aan NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De samenhang is uitgedrukt als verandering in het relatief risico per 0,84 µg/m³ voor PFS_{2,5} en per 2,47 µg/m³ voor NO_x

Bijdrage Tata Steel-terrein	Verandering in het RR bij verandering in de concentratie en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (in %)	
	vrouwen	mannen
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	16 [6-28]	15 [4-27]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	11 [3-20]	14 [6-22]

In een gevoeligheidsanalyse met PFS₁₀ bedroeg de verandering in het RR voor vrouwen 11% (95% btbi: 1-22) en voor mannen 12% (95% btbi: 3-21). De veranderingen zijn iets kleiner dan de veranderingen voor PFS_{2,5} (16 en 15%: zie Tabel 7) wanneer ze over een vergelijkbaar concentratiebereik worden berekend; de onzekerheden in de RR zijn wat groter dan die voor PFS_{2,5}. De relatie met PFS₁₀ was voor het medicatiegebruik voor diabetes zodoende minder sterk dan die voor PFS_{2,5}.

5.6 Verandering in RR's over de tijd

De onzekerheden in de verbetering in de RR's in de blootstellingsgebieden 4 en 5 zijn relatief erg groot (Tabel 8, laatste twee kolommen); deze RR's zijn afgeleid uit de resultaten in Figuur 16.

Op basis van de verkregen blootstellingresponsrelaties en de concentratiebijdrage op het woonadres wordt een maximale verbetering in het RR van 4,3% afgeleid voor de blootstellingsgebieden 4 en 5 wanneer concentraties in de periode voor plaatsing van de doekfilters worden vergeleken met die in de periode daarna (zie Tabel 8, middelste twee kolommen).

Tabel 8 Verbetering in het relatief risico in blootstellingsgebied 4 en 5 op basis van de blootstellingresponsrelaties en de verandering in de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein voor de periode 2016-2019 ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 en de verbetering in het relatief risico in de blootstellingsgebieden voor medicatie voor diabetes onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar

Gebied	Verbetering in PFS _{2,5} (µg/m ³)	Verbetering in RR en 95% btbi voor 2016-2019 t.o.v. 2008-2011 (in %)			
		blootstelling-responsrelaties		blootstellingsgebieden	
		vrouwen	mannen	vrouwen	mannen
4	0,14	2,4 [0,7;4,2]	2,6 [0,9;4,3]	-2,1 [-22;15]	12,0 [-4,2;26]
5	0,23	3,9 [1,1;6,9]	4,3 [1,5;7,1]	-2,6 [-12;5,9]	8,6 [-8,7;23]

Door de grote onzekerheden in de veranderingen in de RR's afgeleid uit Figuur 14 verschillen deze RR niet van de veranderingen in de RR's verkregen op basis van de blootstellingresponsrelaties. We gebruiken deze laatste voor de schatting van het effect van de vermindering van de emissies, omdat deze uitkomsten een veel kleinere onzekerheid hebben.

5.7 Samenvattend

Er is enige samenhang tussen de incidentie van de verstrekking van medicatie voor diabetes en de blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar. Onder vrouwen zijn de RR's in de gebieden 3, 4 en 5 circa 8% verhoogd; bij mannen treedt de verhoging van het RR alleen in gebied 5 op (+12%). Deze verhogingen van het RR zijn niet altijd statistisch significant.

Er zijn geen consistente veranderingen gevonden in de RR's binnen de vijf blootstellingsgebieden tussen de drie beschouwde tijdsperioden; de statistische onzekerheden zijn echter te groot om de veranderingen over de tijd nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Er is een duidelijke samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en stikstofdioxide van het Tata Steel-terrein op het woonadres. De RR neemt voor PFS_{2,5} met 15-16 en voor NO_x met 11-14% toe over het concentratiebereik dat overeenkomt met de verschillen tussen de blootstellingsgebieden.

De daling in de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein lijkt te hebben geleid tot een verbetering van de RR's in de periode 2015-2019 ten opzichte van de periode 2008-2011, oplopend tot circa 4% in het meest belaste blootstellingsgebied.

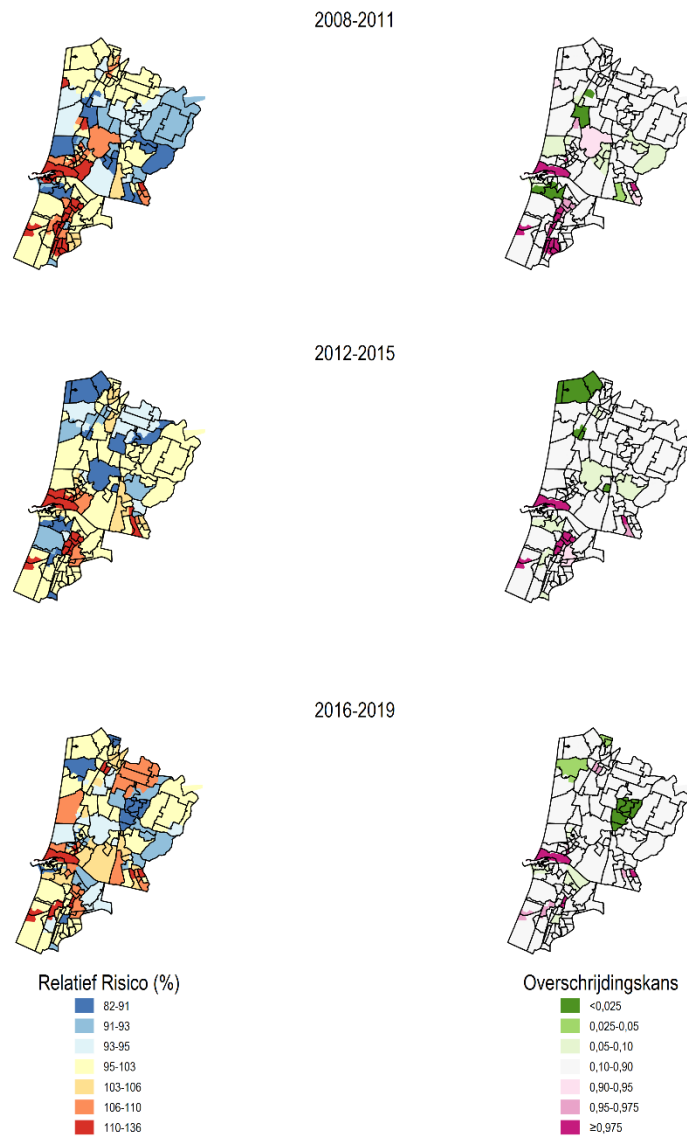
6 Medicatie voor hartaandoeningen onder personen van veertig jaar en ouder

6.1 Beschrijving van de populatie

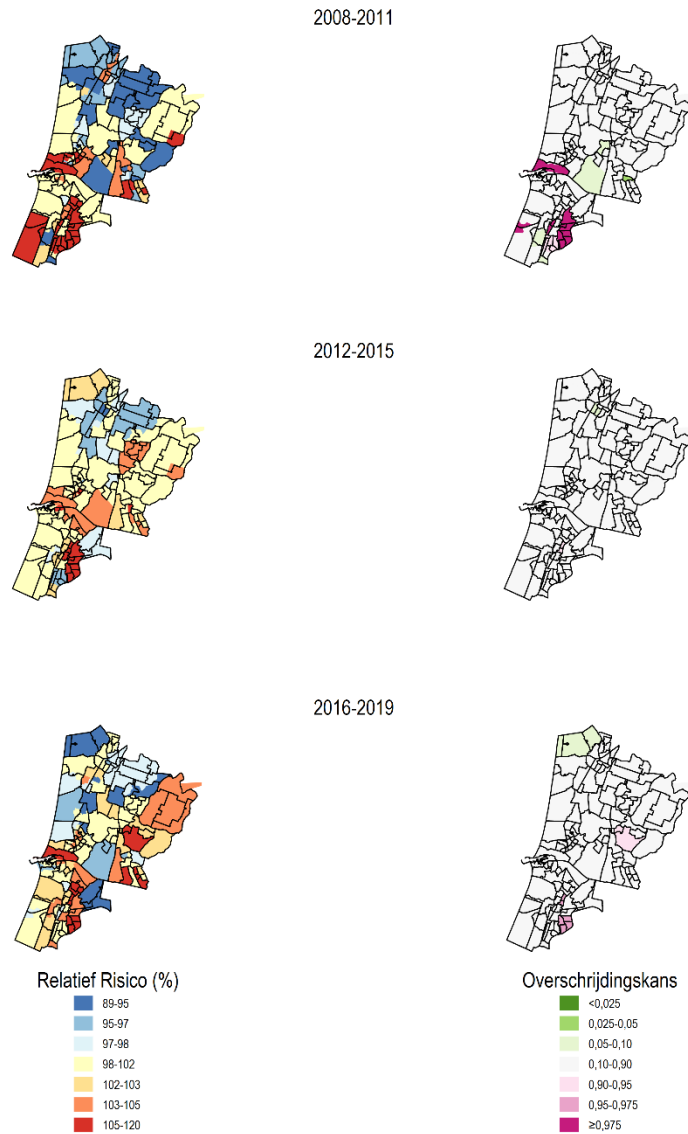
De onderzoekspopulatie bestond uit 407.334 bewoners. In totaal zijn 3.675.454 persoonsjaren bekeken. Het gemiddelde verblijf in het cohort bedroeg 9,0 jaar. Van de onderzoekdeelnemers nam 76% vanaf 2008 deel, ongeveer 8% verhuisde uit het onderzoeksgebied of verbleef enige tijd in een institutie, 6% overleed en 71% deed tot het einde van de onderzoeksperiode mee. In totaal startte 14% van de deelnemers met medicatie (58.819 personen); de gemiddelde incidentie per jaar was 1,6%. Er deden meer vrouwen dan mannen mee (52 versus 48%) en de gemiddelde leeftijd bij het eerste jaar van deelname was 53,1 jaar. Voor de overige kenmerken van de deelnemers verwijzen we naar bijlage 2.

6.2 Incidentie in het onderzoeksgebied

De variatie in het RR van de wijken is voor de vrouwen wat groter dan voor de mannen (82-136 versus 89-120%) (zie de figuren 18 en 19). Voor vrouwen vinden we wijken met een verhoogde RR in Velsen, Beverwijk, Haarlem, Zandvoort, Zaanstad en Heemstede. Voor de mannen zijn dat Velsen, Haarlem en Zandvoort. Wijken die relatief gunstig afsteken ten opzichte van de gemiddelde incidentie treffen we voor vrouwen aan in Velsen, Castricum, Heiloo, Alkmaar, Bergen en Zaanstad. Voor mannen zijn er nauwelijks wijken die er in positieve zin uitspringen.



Figuur 18 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor hartaandoeningen onder vrouwen van veertig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

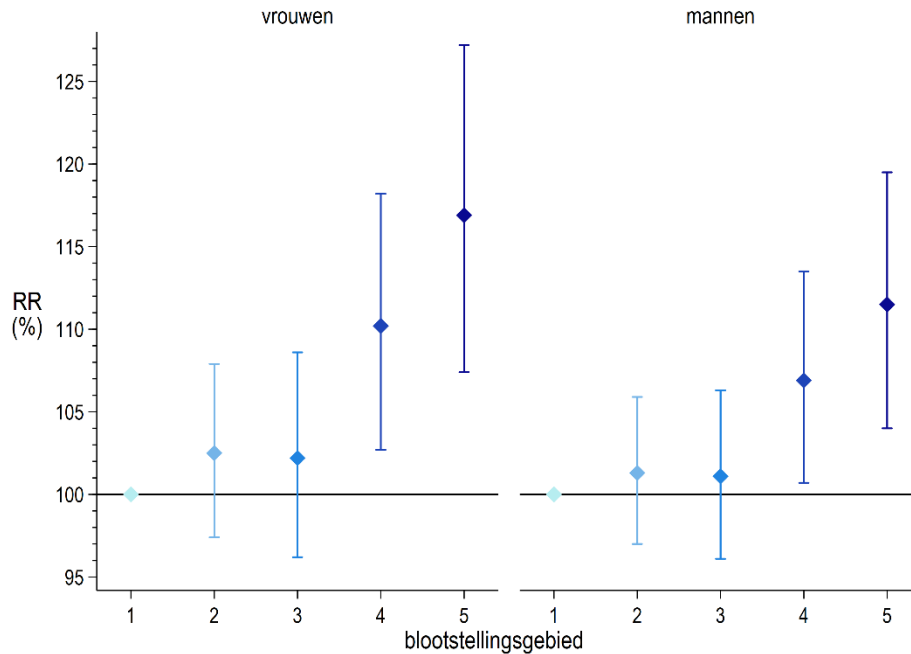


Figuur 19 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor hartaandoeningen onder mannen van veertig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

6.3 Incidentie per blootstellingsgebied

De RR's van de wijken geven geen goed inzicht in hoe de incidentie samenhangt met de emissies van het Tata Steel-terrein. Vandaar dat in Figuur 20 de RR's van de vijf blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar zijn weergegeven. Hieruit komt een duidelijke samenhang naar voren tussen de incidentie en de mate van belasting van het blootstellingsgebied. Voor vrouwen en mannen wijken de RR's in de blootstellingsgebieden 4 en 5 statistisch significant af van het referentiegebied. Voor vrouwen is het RR 110 (95% btbi: 103-118) in

gebied 4 en 117% (95% btbi: 107-127) in gebied 5; voor mannen is dit respectievelijk 107 (95% btbi: 101-114) en 112% (95% btbi: 104-120).



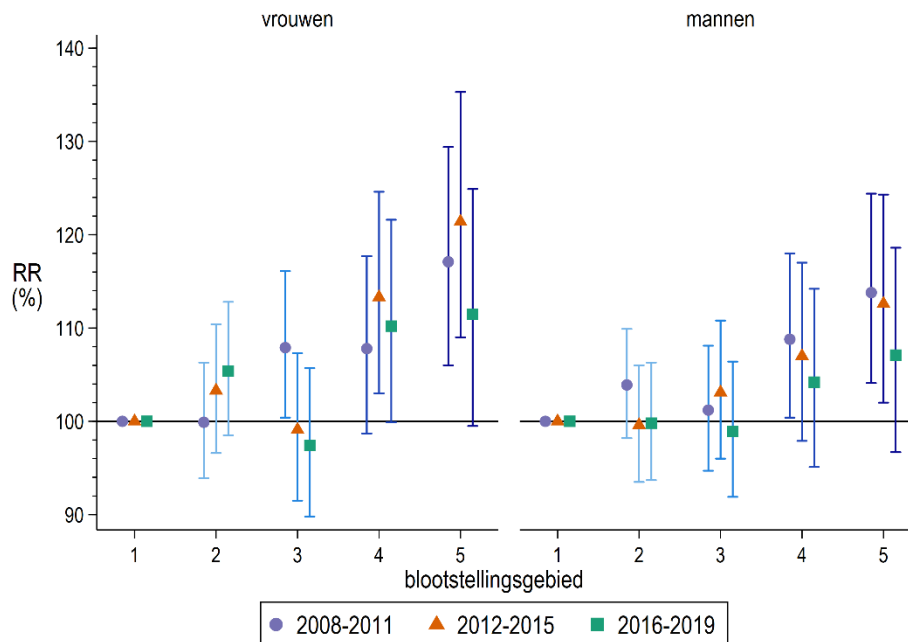
Figuur 20 Samenhang van de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan veertig jaar met de vijf blootstellingsgebieden, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

Figuur 21 beschrijft de RR's van de blootstellingsgebieden die in de tijdsperiodes 2012-2015 en 2016-2019 en opzichte van 2008-2011 optreden.

De patronen voor de afzonderlijke perioden komen goed overeen met het patroon in Figuur 20.

Voor de vrouwen zien we een daling van de RR's in het derde blootstellingsgebied. Het RR daalt van 108% in 2008-2011 naar 99% in 2012-2015 ($p=0,019$) en naar 97% in 2016-2019 ($p<0,01$). In blootstellingsgebied 2 treedt er een stijging van de incidentie op in 2016-2019 (van 100 naar 105%), maar deze toename is niet statistisch significant ($p=0,067$).

Onder de mannen treden er geen statistisch significante veranderingen op.

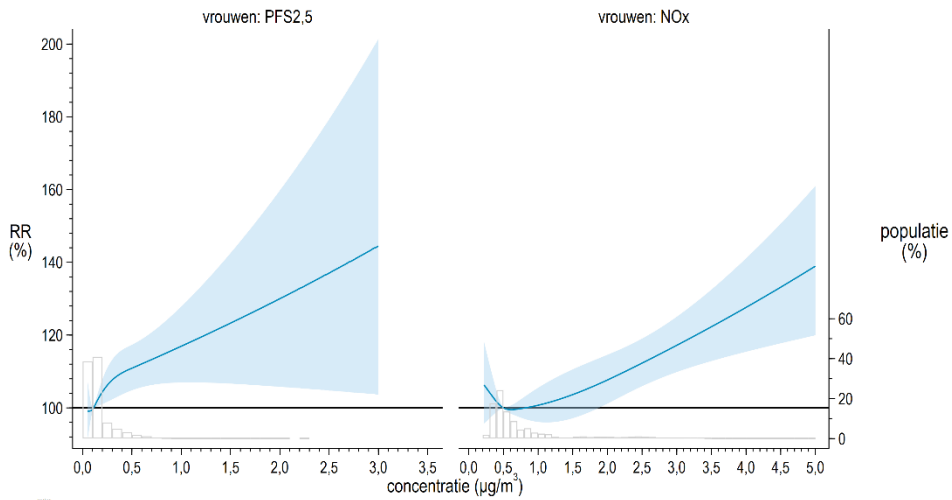


Figuur 21 Samenhang van de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen per periode van vier jaar onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan veertig jaar per blootstellingsgebied, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

6.4 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein

Zowel voor PFS_{2,5} als voor NO_x van het Tata Steel-terrein geldt dat bij oplopende concentratiebijdragen op het woonadres het RR toeneemt (zie Figuur 22). De onzekerheden in de relaties nemen toe bij hogere concentraties door de relatief geringere populatieomvang. De samenhang is echter ook bij deze hogere concentraties statistisch significant afwijkend van 100%.

Figuur 22 betreft de resultaten onder vrouwen; de blootstellingresponsrelaties voor de mannen zijn vergelijkbaar met die van de vrouwen (zie bijlage 3).



Figuur 22 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} (links) of aan NO_x (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

Tabel 9 vat de blootstellingresponsrelaties in getallen samen. Er is een duidelijke samenhang tussen de mate van blootstelling aan PFS_{2,5} of stikstofoxiden en de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen. De veranderingen in het RR voor PFS_{2,5} zijn voor vrouwen en mannen met 16 en 14% vergelijkbaar. De samenhang met stikstofoxiden is met 10% voor de RR onder de mannen wat kleiner dan voor de overige relaties.

Tabel 9 Lineaire relatie tussen de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen en mannen ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of aan NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De samenhang is uitgedrukt als verandering in het relatief risico per 0,84 µg/m³ voor PFS_{2,5} en per 2,47 µg/m³ voor NO_x

Bijdrage Tata Steel-terrein	Verandering in het RR bij verandering in de concentratie en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (in %)	
	vrouwen	mannen
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	16 [7-26]	14 [7-22]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	15 [8-23]	10 [5-16]

De resultaten uit Tabel 9 komen wat betreft de grootte van de RR's ook goed overeen met het beeld dat uit Figuur 21 naar voren komt.

Uit een gevoeligheidsanalyse met PFS₁₀ van het Tata Steel-terrein kwam naar voren dat voor de vrouwen en voor de mannen een verandering van 11% in het RR optrad wanneer de concentratie PFS₁₀ met 2,82

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ toe- of afneemt. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval bedroeg onder de vrouwen 3-19 en voor de mannen 5-18%. Deze veranderingen zijn iets kleiner dan de veranderingen voor $\text{PFS}_{2,5}$ en de onzekerheden in de relaties voor PFS_{10} zijn groter dan die voor $\text{PFS}_{2,5}$.

6.5 Verandering in RR's over de tijd

Net zoals in de twee voorgaande hoofdstukken zijn de veranderingen in het RR voor de blootstellingsgebieden 4 en 5 in Tabel 10 weergegeven.

Tabel 10 Verbetering in het relatief risico in blootstellingsgebied 4 en 5 op basis van de blootstellingresponsrelaties en de verandering in de concentratiebijdrage aan $\text{PFS}_{2,5}$ van het Tata Steel-terrein voor de periode 2016-2019 ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 en de verbetering in het relatief risico in de blootstellingsgebieden voor medicatie voor hartaandoeningen onder vrouwen en mannen ouder dan veertig jaar

Gebied	Verbetering in $\text{PFS}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Verbetering in RR en 95% btbi voor 2016-2019 t.o.v. 2008-2011			
		blootstelling-responsrelatie		blootstellingsgebieden	
		vrouwen	mannen	vrouwen	mannen
4	0,14	2,5 [1,1;4,0]	2,3 [1,2;3,4]	-2.3 [-14;8,0]	4,2 [-6,7; 14]
5	0,23	4,2 [1,8;6,5]	3,8 [1,9;5,6]	4,8 [-6,5;15]	5,9 [-5,5;6,1]

De maximale verandering in het RR die is afgeleid op basis van de blootstellingresponsrelaties en de verandering in de blootstelling is 4,2% (vrouwen in blootstellingsgebied 5).

Er zijn geen statistisch significante veranderingen voor vrouwen en mannen in de blootstellingsgebieden 4 en 5 vastgesteld, zoals al bij Figuur 21 naar voren kwam.

De betrouwbaarheidsintervallen van de veranderingen in het RR van de blootstellingsgebieden omsluiten volledig de betrouwbaarheidsintervallen van de RR's op basis van de blootstellingresponsrelaties. Dit betekent dat de beide typen RR's in Tabel 10 statistisch gezien niet van elkaar verschillen. Voor de duiding van de resultaten gebruiken we de veranderingen met de kleinste onzekerheden en de grotere waarde die we geven aan bevindingen verkregen met concentraties op het woonadres.

6.6 Samenvattend

Er is een duidelijke samenhang tussen de incidentie van de verstrekking van medicatie voor hartaandoeningen en de blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar. Onder vrouwen loopt de verhoging in het RR bij toenemende belasting van het Tata Steel-terrein op tot 17% in blootstellingsgebied 5. Voor mannen neemt het RR hier toe tot 12% ten opzichte van het minst belaste gebied.

Er zijn geen consistente veranderingen gevonden in de RR's binnen de vijf blootstellingsgebieden tussen de drie beschouwde tijdsperioden; de statistische onzekerheden zijn echter te groot om de veranderingen over de tijd nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Er is een duidelijke samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en stikstofoxiden van het Tata Steel-terrein op het woonadres. De RR nemen voor PFS_{2,5} met 14-16 en voor NO_x met 10-15% toe.

De daling in de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein lijkt te hebben geleid tot een verbetering van de RR's in de periode 2015-2019 ten opzichte van de periode 2008-2011, oplopend tot circa 4% in het meest belaste blootstellingsgebied.

7 Medicatie voor luchtwegaandoeningen

7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten voor de medicatieverstrekking voor luchtwegaandoeningen onder inwoners van twintig jaar en ouder, onder (school)kinderen, jongeren en jongvolwassenen (leeftijdsgroep zes tot en met negentien jaar) en onder baby's, peuters en kleuters (leeftijd van nul tot en met vijf jaar). Deze leeftijdsgroepen zijn apart bekeken, omdat de behandeling van luchtwegaandoeningen onderling verschilt en omdat bij volwassenen andere risicofactoren van belang kunnen zijn, zoals beroepsmatige blootstelling.

7.2 Beschrijving van de populaties

Twintig jaar en ouder

De onderzoekspopulatie bestond uit 479.927 personen van twintig jaar en ouder waarvoor het medicatiegebruik in 4.355.511 persoonjaren werd geregistreerd. In totaal startten 72.972 personen (15%) met medicatie; de incidentie is 1,68% per jaar. Van de deelnemers deed 87% van de populatie vanaf 2008 mee; de gemiddelde tijd in het onderzoek was 9,1 jaar. De gemiddelde leeftijd bij de start van deelname was 46,4 jaar; de verhouding mannen en vrouwen was vrijwel gelijk. Van de populatie verliet 13% de studie omdat zij verhuisden uit de wijk of naar een institutie, 7% overleed en 65% deed tot 2020 mee aan het onderzoek. Een uitgebreidere beschrijving van het cohort is te vinden in bijlage 2.

Zes tot twintig jaar oud

Het cohort van de kinderen, jongeren en jongvolwassenen (zes tot twintig jaar oud) was aanmerkelijk kleiner met 168.805 deelnemers en 1.054.656 persoonjaren. De gemiddelde deelname aan het onderzoek was 6,2 jaar. Er startten 13.167 jongeren of jongvolwassenen (7,8%) met medicatie. De gemiddelde incidentie was 1,25% per jaar. Van de onderzoekspopulatie stroomde 58% in 2008 in, 39% verliet het cohort omdat de deelnemer twintig jaar werd, 9% verhuisde of verbleef enige tijd in een institutie en 44% bleef tot 2020 in het cohort. De gemiddelde leeftijd bij de start was 9,7 jaar; er deden meer mannen dan vrouwen mee (51 versus 49%). In bijlage 2 zijn meer kenmerken van het cohort van de jongeren en jongvolwassenen te vinden.

Jonger dan zes jaar

Het cohort van de baby's, peuters en kleuters (jonger dan zes jaar) was met 122.185 deelnemers het kleinste cohort. In totaal startten 26.065 kinderen (21%) met medicatie voor luchtwegaandoeningen op een totaal van 490.862 persoonjaren. De gemiddelde incidentie bedroeg 5,3% per jaar. De helft van de deelnemers verliet het cohort omdat ze zes werden, 7% verliet het cohort vanwege verhuizing uit het onderzoeksgebied en 23% deed tot 2020 mee. In 2008 werd met 35% van de deelnemers gestart. De gemiddelde leeftijd bij instroom was nul jaar. Deelnemers deden gemiddeld vier jaar mee. Ook in deze leeftijdsgroep deden meer jongens dan meisjes mee (51 tegen 49%). Een uitgebreidere beschrijving is in bijlage 2 opgenomen.

7.3 Incidentie in het onderzoeksgebied

Twintig jaar en ouder

De figuren 23 en 24 laten zien dat de verschillen in de RR's tussen de wijken in het onderzoeksgebied relatief groot zijn in vergelijking met de verstrekking van andere medicatiegroepen. Het RR voor vrouwen varieert tussen de 68 en 159%. De variatie tussen wijken voor mannen is vrijwel identiek (tussen de 69 en 158%).

Voor vrouwen treffen we verhoogde RR's aan in wijken in Velsen, Castricum, Heemskerk, Haarlem, Zaanstad, Alkmaar, Beemster en Heemstede. Verlageningen worden deels in dezelfde gemeenten gevonden (Velsen, Castricum, Heemskerk en Alkmaar) en ook in Uitgeest, Heiloo, Bergen en Wormerland (zie Figuur 23).

Bij mannen zien we eveneens verhogingen in Velsen, Castricum, Heemstede, Haarlem, Zaanstad en Alkmaar, maar ook in Beverwijk en Zandvoort. Ook voor mannen geldt dat in dezelfde gemeenten ook wijken voorkomen die zich in positieve zin onderscheiden (Velsen, Castricum, Heemstede, Zaanstad en Alkmaar) naast wijken gelegen in Uitgeest, Bergen, Heiloo en Bloemendaal.

Zes tot twintig jaar oud

Ook onder de kinderen, jongeren en jongvolwassenen zien we in Figuur 25 bij de meisjes en de jonge vrouwen een grote variatie in de RR's. Het RR varieert tussen de 68 tot 145%, terwijl voor de jongens en de jonge mannen het RR zich beweegt tussen de 81 en 127% (zie Figuur 26).

Voor meisjes en jonge vrouwen treffen we verhogingen aan in wijken in Heemstede, Zaanstad, Heiloo en Wormerland en zien we verlagingen in wijken in Velsen, Uitgeest en Bergen.

Voor jongens en jonge mannen beperkt de verhoging zich tot wijken in Zaanstad en Wormerland; verlagingen treffen we aan in de gemeente Alkmaar.

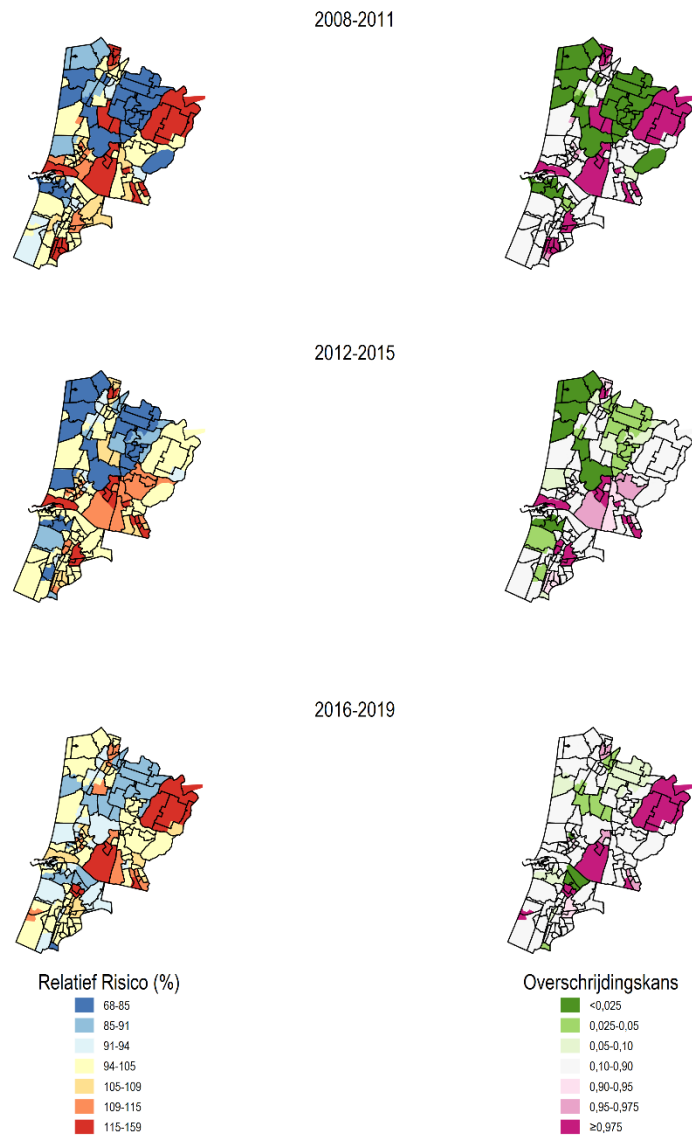
Jonger dan zes jaar

Ook voor de allerjongsten is de variatie in de RR's van wijken groot.

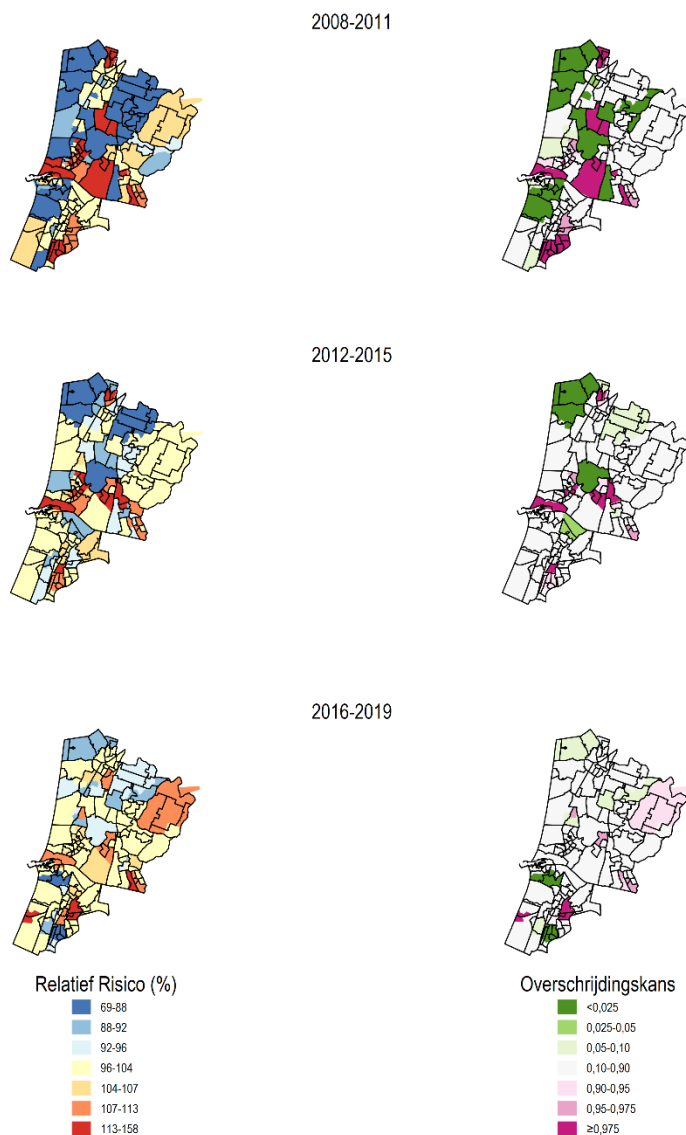
Voor meisjes loopt de schaal in Figuur 27 van 71 tot 158%; voor de jongens in Figuur 28 van 168 tot 142%

Bij de meisjes onderscheiden wijken in Velsen, Beverwijk, Castricum, Uitgeest, Haarlem, Zaanstad, Alkmaar en Bergen zich in positieve zin (verlaagd risico). Verhoogde RR's treffen we aan in wijken in Zaanstad, Wormerland, Alkmaar, Beemster en Bloemendaal.

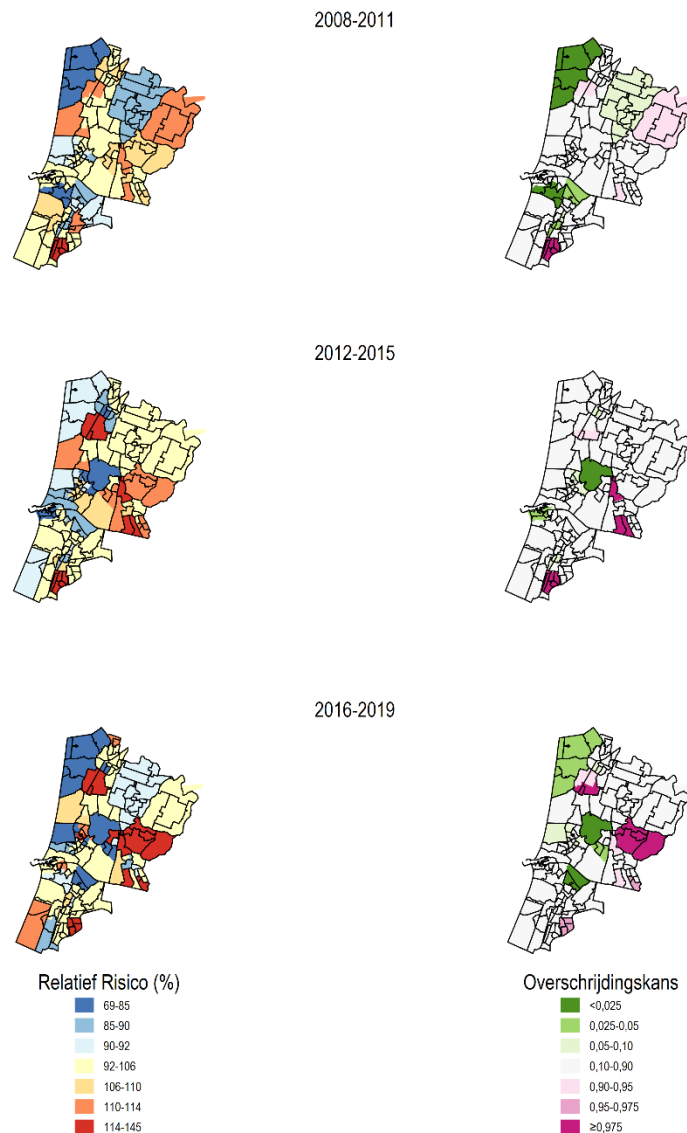
Bij de jongens zien we een vergelijkbaar beeld met verlagingen in wijken in Beverwijk, Castricum, Uitgeest, Haarlem, Zaanstad, Heiloo en Alkmaar en verhogingen in Zandvoort, Zaanstad, Wormerland en Beemster.



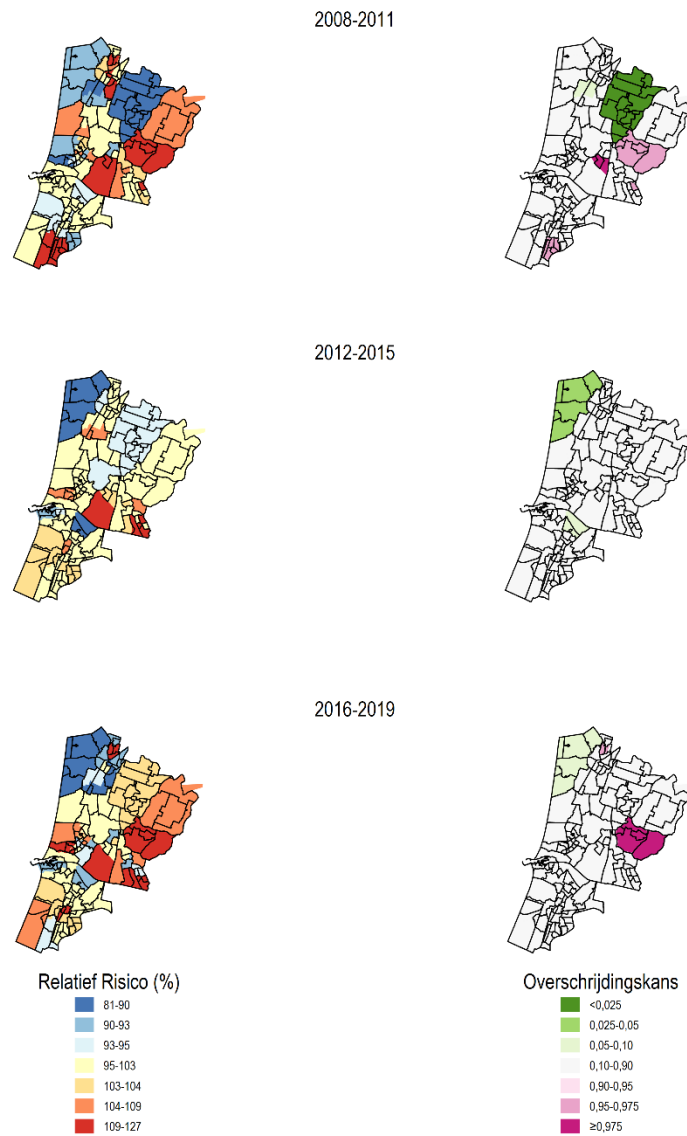
Figuur 23 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder vrouwen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren



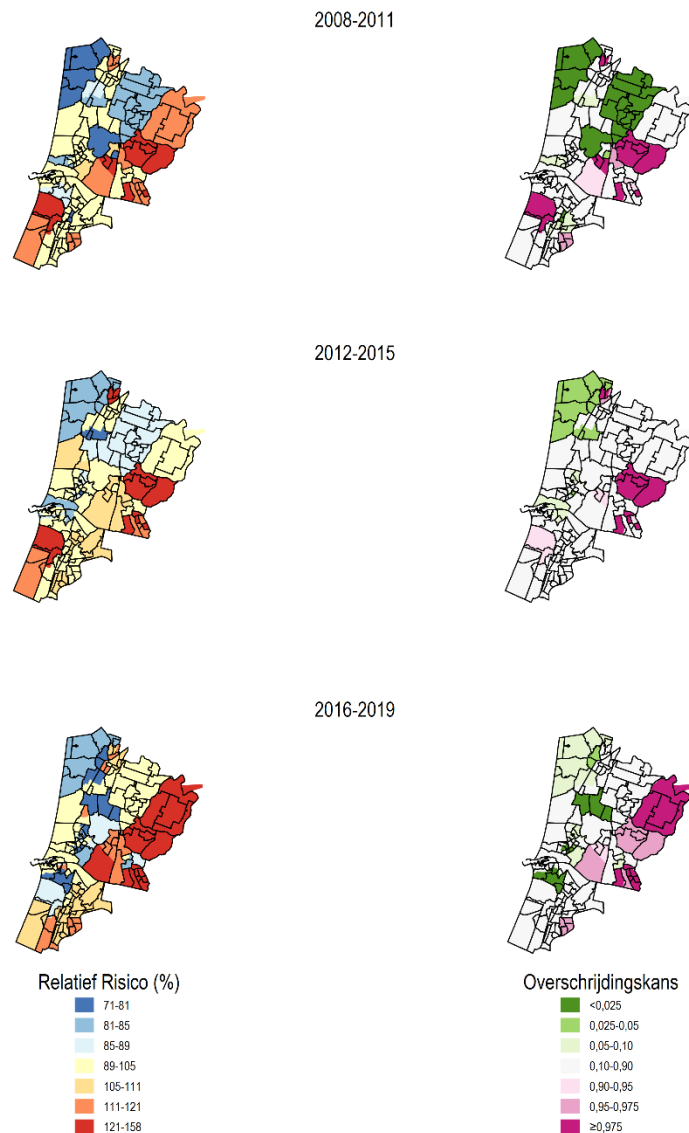
Figuur 24 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder mannen van twintig jaar en ouder over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren



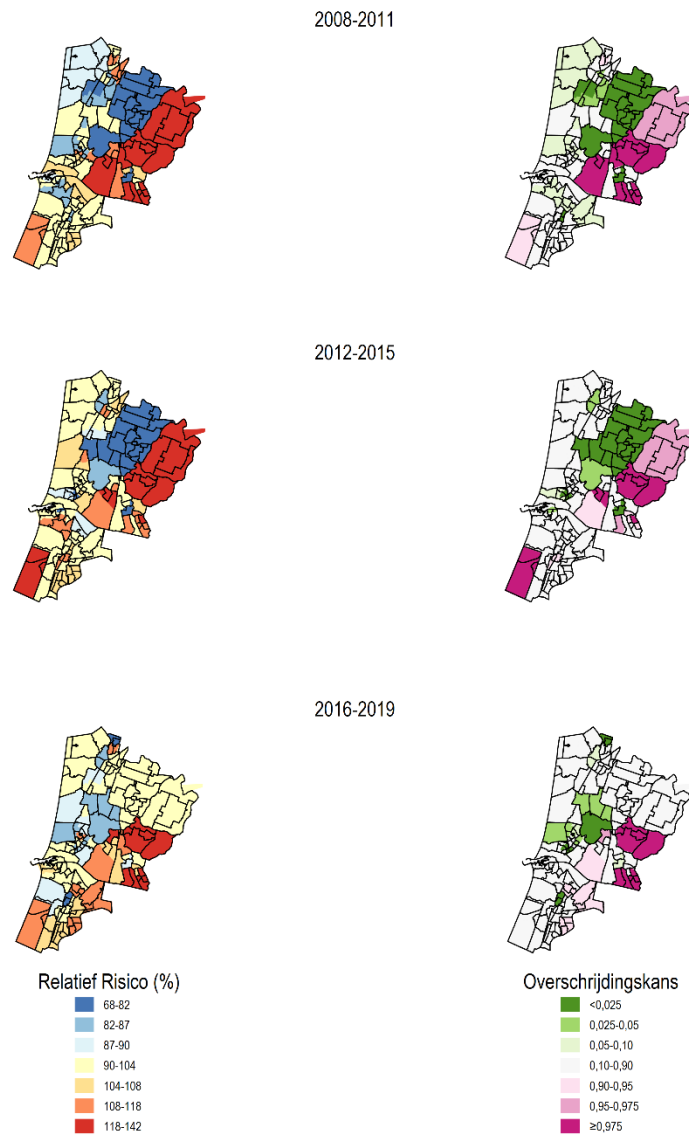
Figuur 25 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder meisjes en jonge vrouwen van zes tot twintig jaar over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurniveau) factoren



Figuur 26 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder jongens en jonge mannen van zes tot twintig jaar over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren



Figuur 27 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder meisjes en jonge vrouwen van zes tot twintig jaar over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren



Figuur 28 Verdeling van incidentie voor verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder jongens en jonge mannen van zes tot twintig jaar over het onderzoeksgebied in de perioden 2008-2011, 2012-2015 en 2016-2019, uitgedrukt als relatief risico (links) en als overschrijdingskans van het relatief risico (rechts), na correctie voor demografische (leeftijd, burgerlijke staat, migratie-achtergrond) en sociaaleconomische (huishoudinkomen en opleiding op buurtniveau) factoren

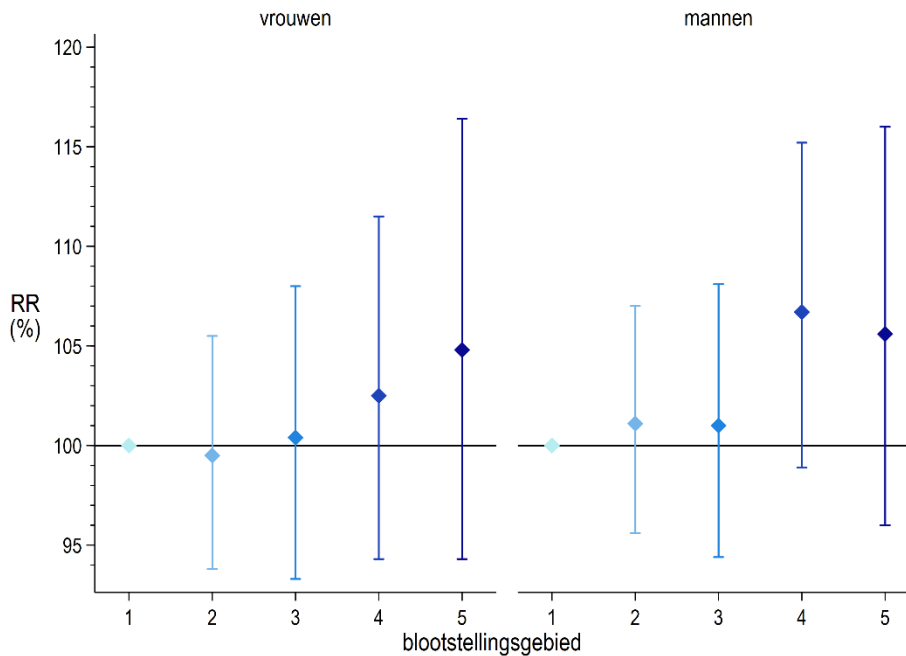
7.4 Incidentie per blootstellingsgebied

Het feit dat wijken in dezelfde gemeenten zich zowel in positieve als negatieve zin onderscheiden, maakt duidelijk dat het leggen van een samenhang met luchtverontreiniging afkomstig van het Tata Steel-terrein aan de hand van kaarten niet eenvoudig is. De vijf blootstellingsgebieden (zie Figuur 2) helpen hierbij.

Twintig jaar en ouder

Uit Figuur 29 komt naar voren dat er onder volwassenen sprake is een toename van de incidentie van medicatiegebruik voor luchtwegaandoeningen bij een oplopende mate van belasting van de blootstellingsgebieden, maar dat deze trend minder sterk is dan we in de eerdere hoofdstukken voor hoge bloeddruk en voor hartaandoeningen zagen. De variatie in RR's in het onderzoeksgebied is weliswaar groot, maar deze variatie hangt slechts voor een beperkt deel met de mate van belasting samen.

Voor vrouwen kennen de RR's grotere onzekerheden dan voor mannen. De RR's zijn in de blootstellingsgebieden 4 en 5 verhoogd, maar in geen van deze gebieden is de verhoging van het RR statistisch significant. Bij de mannen zijn de RR's wat groter dan die bij de vrouwen, maar ook bij mannen wijken de RR's in geen van de gebieden statistisch significant af van 100%.



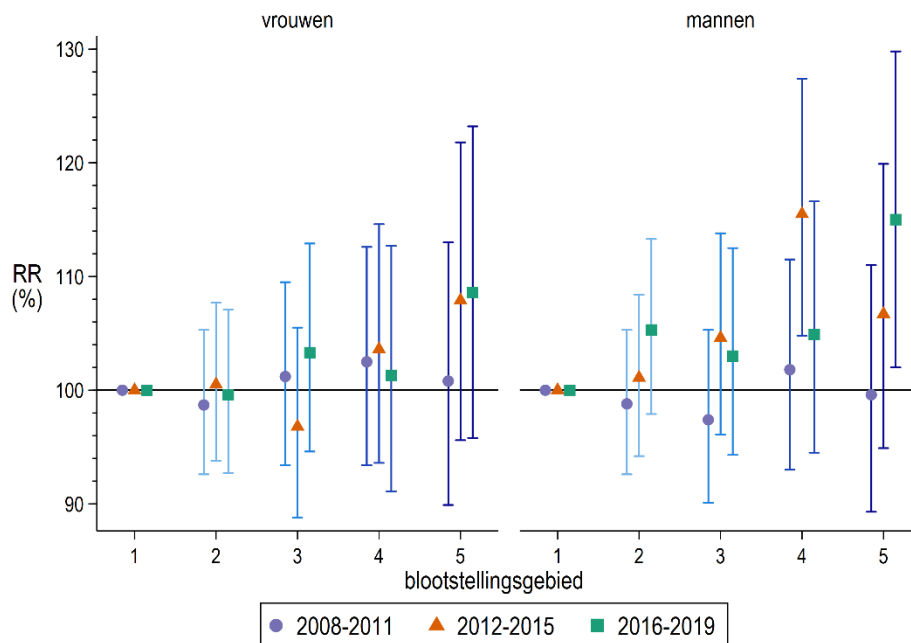
Figuur 29 Samenvatting van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar met de vijf blootstellingsgebieden uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken

Het patroon in Figuur 29 zien we voor de afzonderlijke perioden niet altijd terug (zie Figuur 30).

Onder vrouwen nemen de RR's in het meest belaste blootstellingsgebied gedurende de looptijd van het onderzoek toe (zie Figuur 30), maar deze toename zijn statistisch niet significant. In 2012-2015 stijgt het RR van 101 naar 108% ($p=0,078$) en in de periode 2016-2019 is het RR van 109% ook verhoogd ten opzichte van de 101% in 2008-2011 ($p=0,071$).

Bij mannen is er binnen verschillende blootstellingsgebieden sprake van een stijging van de RR's in de loop van de tijd.

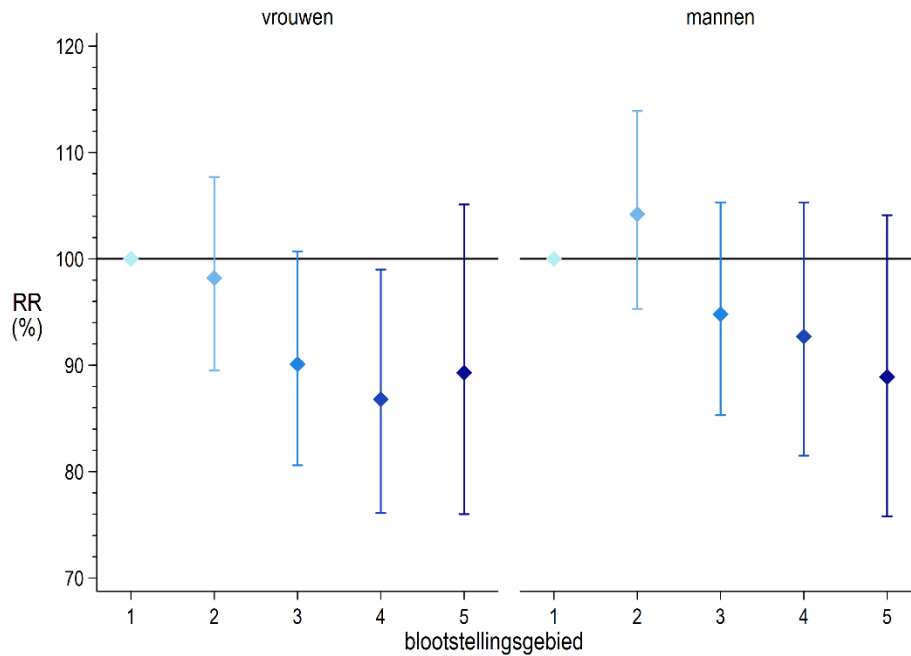
In de gebieden 3 en 4 nemen de RR's in 2012-2015 ten opzichte van 2008-2011 toe. Het RR stijgt van 97% naar 105 ($p=0,039$) in gebied 3 en van 102% naar 116% ($p<0,01$) in gebied 4. De RR's in 2016-2019 wijken in deze blootstellingsgebieden niet af van die in 2008-2011. In gebied 2 is er een toename in het RR: van 99% in de periode 2008-2011 naar 105% in de periode 2016-2019 ($p=0,034$). Ook in blootstellingsgebied 5 neemt het RR van 100% toe naar 115% in 2016-2019 ($p<0,01$).



Figuur 30 Samenvatting van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen per periode van vier jaar onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan twintig jaar per blootstellingsgebied, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken

Zes tot twintig jaar oud

De resultaten van de kinderen, jongeren en jongvolwassenen in Figuur 31 wijzen op een dalende tendens in de RR's naarmate het blootstellingsgebied meer is belast. De RR's kennen grote onzekerheden. Dit wordt mede veroorzaakt door de kleinere omvang van het cohort.



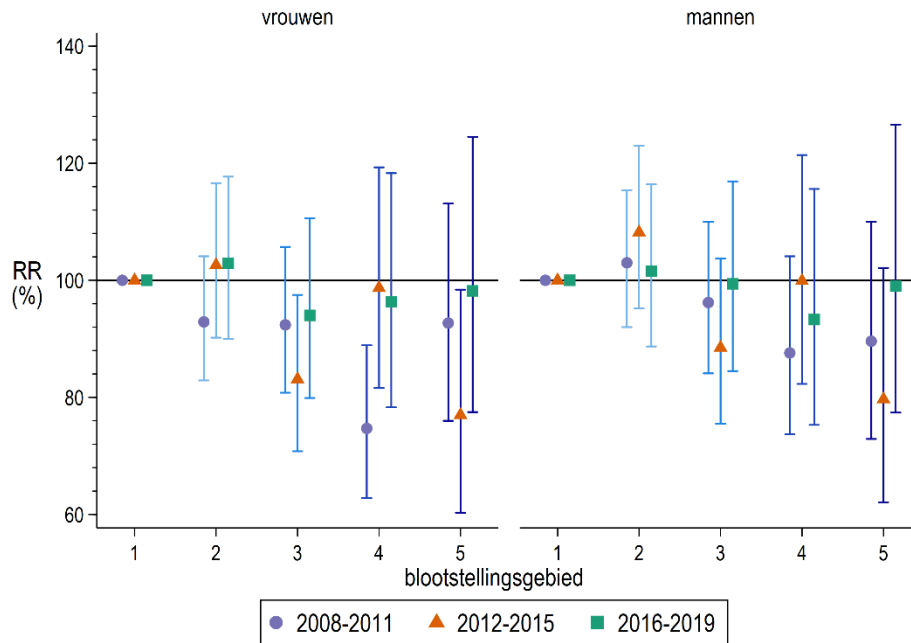
Figuur 31 Samenvatting van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes en jonge vrouwen (links) en jongens en jonge mannen (rechts) van zes tot twintig jaar met de vijf blootstellingsgebieden, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken

De dalende trend is voor de afzonderlijke perioden minder goed zichtbaar door de grotere variaties in de RR's (zie Figuur 32).

Onder meisjes en jonge vrouwen is er in gebied 4 sprake van een toename in het RR van 75 naar 99% in de periode 2012-2015 ($p < 0,01$) en van 75 naar 96% ($p = 0,018$) in de periode 2016-2019 ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 (zie Figuur 32).

Er is een opvallende daling in blootstellingsgebied 5 in de periode 2012-2015. Het RR neemt af van 93 naar 77%. De daling is statistisch niet significant ($p = 0,084$), hetgeen mede wordt verklaard door de relatief grote betrouwbaarheidsintervallen van de RR's.

Onder de jongens en jonge mannen is geen van de veranderingen in het RR ten opzichte van de periode 2008-2011 statistisch significant.



Figuur 32 Samenhang van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen per periode van vier jaar onder meisjes en jonge vrouwen (links) en jongens en jonge mannen (rechts) van zes tot twintig jaar per blootstellingsgebied uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken

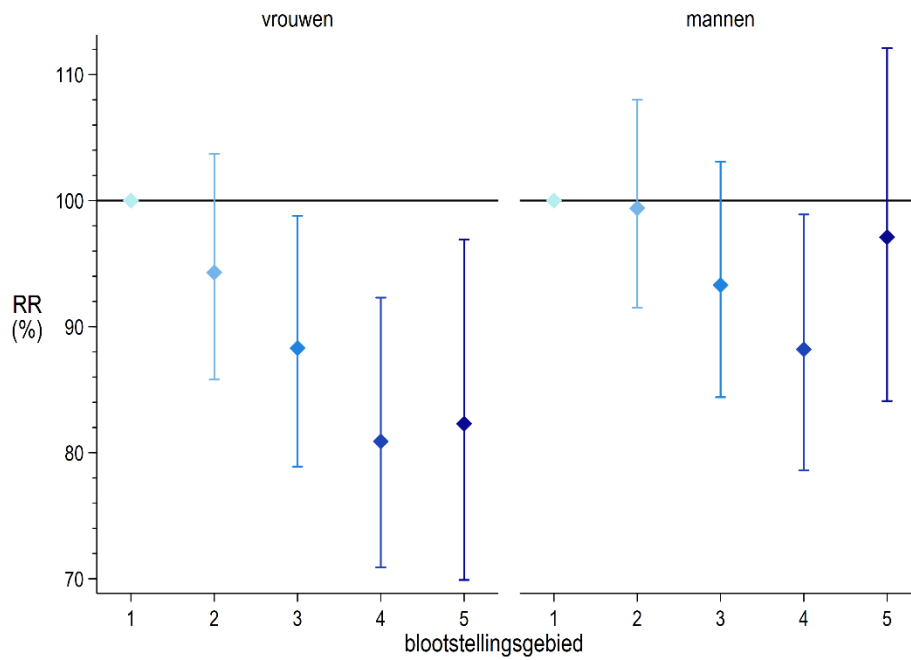
Jonger dan zes jaar

Ook voor baby's, peuters en kleuters is er sprake van een verlaging van de RR's in de incidentie van luchtwegaandoeningen bij een oplopende mate van belasting (zie Figuur 33). De neerwaartse trend is voor meisjes sterker dan die voor jongens. Ook hier zijn de betrouwbaarheidsintervallen groot door de relatief geringe omvang van het cohort. De betrouwbaarheidsintervallen nemen nog verder toe wanneer de afzonderlijke perioden worden beschouwd (zie Figuur 34).

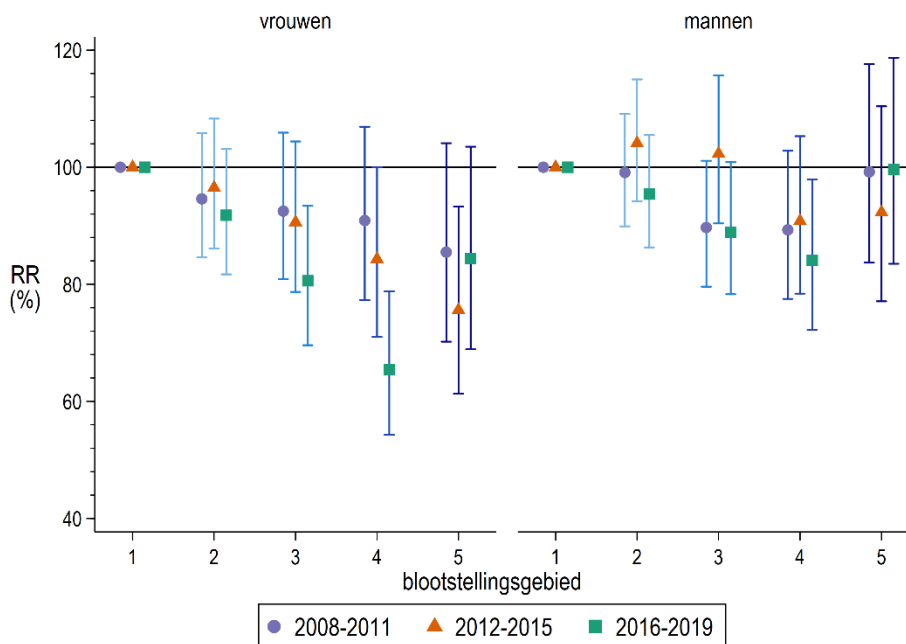
Bij de meisjes daalde het RR in de blootstellingsgebieden 3 en 4 in de periode 2015-2019 ten opzichte van de periode 2008-2011 (zie Figuur 34). In gebied 3 daalde het RR van 93 naar 81% ($p=0,033$) en in gebied 4 van 91 naar 65% ($p<0,01$).

Bij de jongens steeg het RR in gebied 3 in de periode 2012-2015 en ten opzichte van 2008-2011: van 90 naar 102% ($p=0,016$).

Voor andere blootstellingsgebieden of tijdsperioden werden onder de meisjes en jongens geen statistisch significante veranderingen in het RR geobserveerd.



Figuur 33 Samenhang van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes (links) en jongens (rechts) jonger dan zes jaar met de vijf blootstellingsgebieden, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken



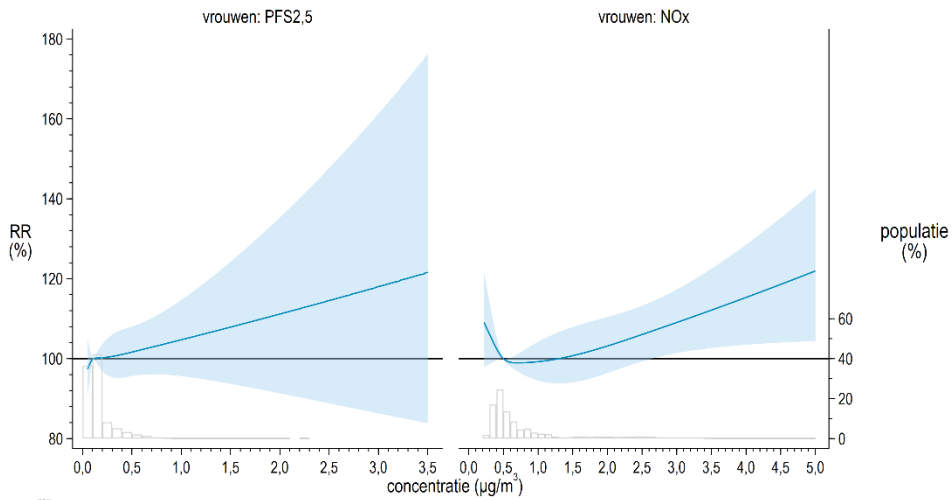
Figuur 34 Samenhang van de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen per periode van vier jaar 2019 onder meisjes (links) en jongens (rechts) jonger dan zes jaar per blootstellingsgebied, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren en buurtkenmerken

7.5 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein

Twintig jaar en ouder

Er is onder vrouwen een duidelijke toename van het RR te zien bij stijging van de bijdrage op het woonadres aan de concentraties $\text{PFS}_{2,5}$ en NO_x (zie Figuur 35). De relaties kennen echter een grote onzekerheid die door het blauwe vlak wordt weergegeven. De onzekerheden leiden ertoe dat de relatie voor $\text{PFS}_{2,5}$ nergens significant van 100% afwijkt; voor NO_x wijkt bij concentraties vanaf circa $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de relatie af van 100%.

De relaties voor mannen waren vergelijkbaar met die van de vrouwen (zie bijlage 3).



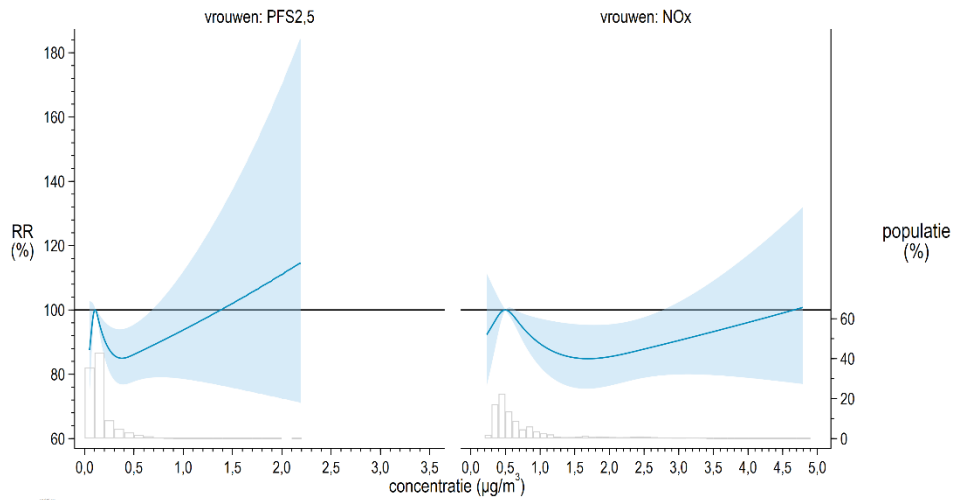
Figuur 35 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM2,5) en NOx op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

Zes tot twintig jaar oud

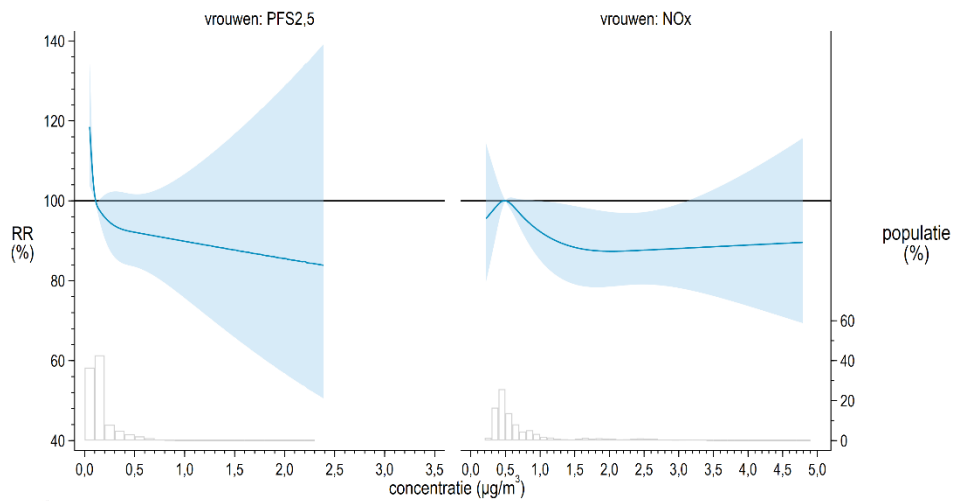
Voor meisjes en jonge vrouwen is er geen samenhang tussen de concentraties afkomstig van het Tata Steel-terrein en de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen (zie Figuur 36). Ook onder jongens en jonge mannen kwam er ook geen samenhang uit de blootstellingresponsrelaties naar voren (zie bijlage 3).

Jonger dan zes jaar

Ook voor baby's, peuters en kleuters was er geen duidelijke samenhang te zien met de concentraties afkomstig van het Tata Steel-terrein aan de concentraties op het woonadres (zie Figuur 37 voor meisjes en bijlage 3 voor de jongens).



Figuur 36 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes en jonge vrouwen van zes tot twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM2,5) en NOx op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer



Figuur 37 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes jonger dan zes jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM2,5) en NOx op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

In Tabel 11 zijn de verschillende blootstellingresponsrelaties in getallen uitgedrukt.

Twintig jaar en ouder

Voor vrouwen bedraagt de verandering in het RR 5% bij een verandering in de concentratie PFS_{2,5} ter grootte van het concentratieverschil tussen blootstellingsgebieden. Deze verandering is statistisch niet significant.

Voor NO_x is dit 7% en statistisch significant ($p=0,023$).

De samenhang onder mannen is wat sterker dan die onder vrouwen. Het RR verandert met 10% wanneer de concentraties van PFS_{2,5} en van NO_x veranderen (zie Tabel 11).

De resultaten voor PFS₁₀ waren in een gevoeligheidsanalyse identiek aan die van PFS_{2,5} wanneer de veranderingen in het RR over een vergelijkbaar concentratiebereik werden uitgedrukt. De veranderingen bedroegen voor vrouwen 5% (95% btbi: -3 tot 13) en voor mannen 10% (95% btbi: 3-17).

Zes tot twintig jaar oud

De relaties tussen de twee componenten en de incidentie waren in de leeftijdsgroep zes tot twintig jaar oud niet statistisch significant, mede door hun grote betrouwbaarheidsintervallen. Er zijn geen associaties tussen de concentratiebijdragen op het woonadres en de incidentie (zie Tabel 11).

Wanneer PFS₁₀ in plaats van PFS_{2,5} als blootstellingsindicator werd gebruikt, waren de resultaten vrijwel gelijk aan die van PFS_{2,5}.

Jonger dan zes jaar

Voor meisjes nam het RR af bij een oplopende concentratiebijdrage op het woonadres, zowel voor PFS_{2,5} als NO_x. Voor NO_x was de afname statistisch significant.

Voor de jongens waren de RR's zo goed als nul, hetgeen duidt op geen samenhang.

De resultaten voor PFS₁₀ kwamen in een gevoeligheidsanalyse in grote lijnen overeen met die van PFS_{2,5} uit Tabel 11. Er werden geen statistisch significante associaties aangetroffen: de verandering in het RR bedroeg voor vrouwen -6% (95% btbi van -20 tot 10) en voor mannen 8% (95% btbi van -5 tot 22).

Tabel 11 Lineaire relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar, onder meisjes, jonge vrouwen, jongens en jonge mannen van zes tot twintig jaar oud en onder meisjes en jongens jonger dan zes jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of aan NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De samenhang is uitgedrukt als verandering in het relatief risico per 0,84 µg/m³ voor PFS_{2,5} en per 2,47 µg/m³ voor NO_x

Bijdrage Tata Steel-terrein	Verandering in het RR bij verandering in de concentratie en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (in %)	
	meisjes en/of (jonge) vrouwen	jongens en/of (jonge) mannen
<i>Ouder dan twintig jaar</i>		
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	5 [-4 ; 14]	10 [2 ; 19]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	7 [0 ; 15]	10 [3 ; 17]
<i>zes tot twintig jaar oud</i>		
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	-9 [-23 ; 9]	-10 [-25 ; 7]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	-10 [-20 ; 2]	-6 [-16 ; 5]
<i>Jonger dan zes jaar</i>		
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	-13 [-27 ; 3]	0 [-14 ; 15]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	-12 [-21 ; -1]	0 [-10 ; 11]

7.6 Verandering in RR's over de tijd

Voor de populatie van twintig jaar en ouder wordt op basis van de verandering in de blootstelling en de verkregen blootstellingresponsrelaties een maximale verbetering in het RR van 2,6% afgeleid (zie Tabel 12).

De veranderingen in het RR in blootstellingsgebied 5 wijken af van de berekende RR's; in plaats van een verwachte afname nemen de RR's toe. Deze verslechtering is voor de mannen statistisch significant, zoals al eerder in de tekst onder Figuur 30 is beschreven. De grootte van veranderingen in de RR's in Tabel 12 zijn voor blootstellingsgebied 5 niet consistent, zodat onduidelijk is of er een daling of een toename in het RR door vermindering van de blootstelling is opgetreden.

Tabel 12 Verbetering in het relatief risico in blootstellingsgebied 4 en 5 op basis van de blootstellingresponsrelaties en de verandering in de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein voor de periode 2016-2019 ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 en de verbetering in het relatief risico in de blootstellingsgebieden voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder vrouwen en mannen ouder dan twintig jaar

Gebied	Verbetering in PFS _{2,5} (µg/m ³)	Verbetering in RR en 95% btbi voor 2016-2019 t.o.v. 2008-2011 (in %)			
		blootstelling-responsrelatie		blootstellingsgebieden	
		vrouwen	mannen	vrouwen	mannen
4	0,14	0,8 [-0,7;2,2]	1,6 [0,3;3,0]	1,2 [-8,5;10]	-3,1 [-15;7,2]
5	0,23	1,3 [-1,1;3,6]	2,6 [0,4;4,9]	-7,8 [-19;2,5]	-15,6 [-29;-3,3]

De berekeningen in de veranderingen in de RR's zijn niet voor de leeftijdsgroepen onder de twintig jaar uitgevoerd, omdat onder hen geen samenhang is gevonden tussen de concentraties op het woonadres en de incidentie en omdat de RR's een relatief grote onzekerheid kennen door de kleinere populaties.

7.7

Samenvattend

Onder vrouwen en mannen van twintig jaar en ouder is er een samenhang tussen de incidentie van de verstrekking van medicatie voor luchtwegaandoeningen en de mate van belasting in de blootstellingsgebieden voor de onderzoeksperiode van twaalf jaar. De verhoging in het RR bedraagt 5% in blootstellingsgebied 5 ten opzichte van het referentiegebied. De RR's van de blootstellingsgebieden zijn niet statistisch significant. Deze samenhang is minder sterk dan we in de eerdere hoofdstukken voor hoge bloeddruk en voor hartaandoeningen zagen.

Voor meisjes en jongens onder de zes jaar en voor meisjes, jonge vrouwen, jongens en jonge mannen van zes tot twintig jaar is er over het algemeen sprake van een daling in de incidentie naarmate het blootstellingsgebied meer wordt belast door de basismetaalindustrie.

Bij mannen is er binnen verschillende blootstellingsgebieden sprake van een stijging van de RR's in de loop van de onderzoeksperiode. Voor de andere onderzoekspopulaties zijn er geen of geen consistente veranderingen gevonden in de veranderingen van de RR's binnen de vijf blootstellingsgebieden tussen de drie beschouwde tijdsperioden. De statistische onzekerheden zijn echter te groot om de veranderingen over de tijd nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Voor vrouwen en mannen is er een samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein op het woonadres. De RR's nemen voor NO_x met 7-10% toe voor een concentratiebereik dat overeenkomt met de verschillen tussen de blootstellingsgebieden. Alleen onder mannen wordt een samenhang met PFS_{2,5} gevonden; het RR neemt 10% toe. Onder vrouwen is de toename 5%, maar deze is niet statistisch significant.

Voor kinderen, jongeren en jongvolwassenen was er geen samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x, uitgezonderd onder meisjes onder de zes jaar, waarbij een daling in de incidentie bij een toenemende concentratie stikstofoxide werd gevonden.

Het is niet duidelijk of de daling in de concentratie PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein bij mannen en vrouwen heeft geleid tot een verbetering of een verslechtering van de RR's in de periode 2015-2019 ten opzichte van de periode 2008-2011.

8 Medicatie voor de ziekte van Parkinson onder personen van veertig jaar en ouder

8.1 Beschrijving populatie

De onderzoekspopulatie bestond uit 422.502 personen met 3.731.406 persoonjaren. Er traden 3.763 eerste gevallen van medicatiegebruik op (0,9%). De gemiddelde incidentie was 0,10% per jaar. De deelnemers namen gemiddeld 8,8 jaar deel. Van de deelnemers stroomde 79% in 2008 in, overleed 12%, verhuisde of verbleef 9% enige tijd in een institutie en bleef 79% tot 2020 in het cohort. De gemiddelde leeftijd bij intrede was 54,4 jaar; er deden meer vrouwen dan mannen mee (52 versus 48%). In bijlage 2 worden meer kenmerken van het cohort beschreven.

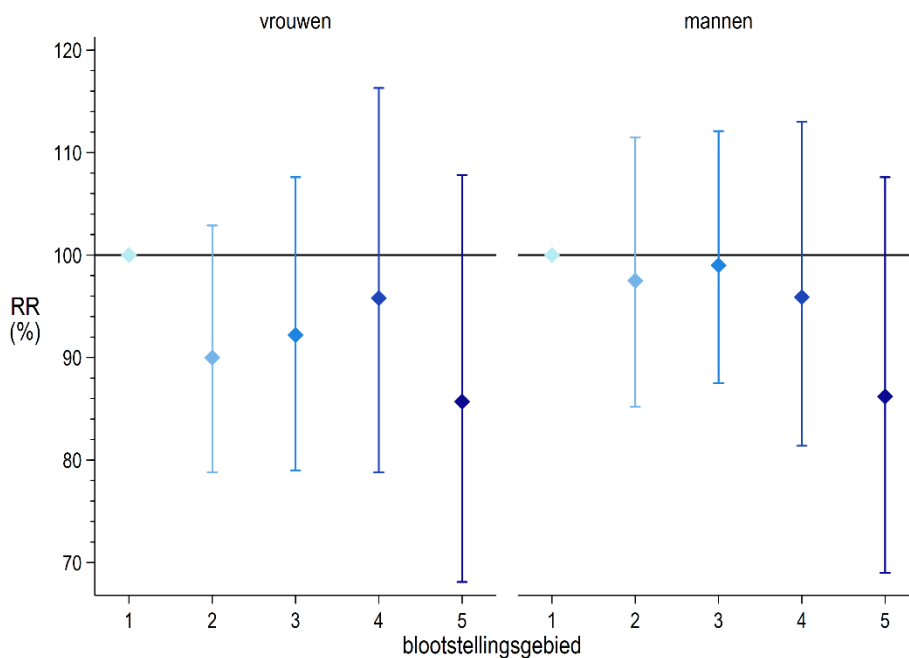
8.2 Incidentie in onderzoeksgebied

Van de medicatie voor de ziekte van Parkinson kunnen geen kaartbeelden over de incidentie in wijken in het onderzoeksgebied worden getoond. Dit heeft te maken met herleidbaarheid van de gegevens. Vanwege de lage incidentie wordt in veel wijken niet voldaan aan de eisen over een zeker minimaal aantal incidentie gevallen per wijk.

8.3 Incidentie per blootstellingsgebied

In Figuur 38 zijn de RR's van de vijf blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar weergegeven.

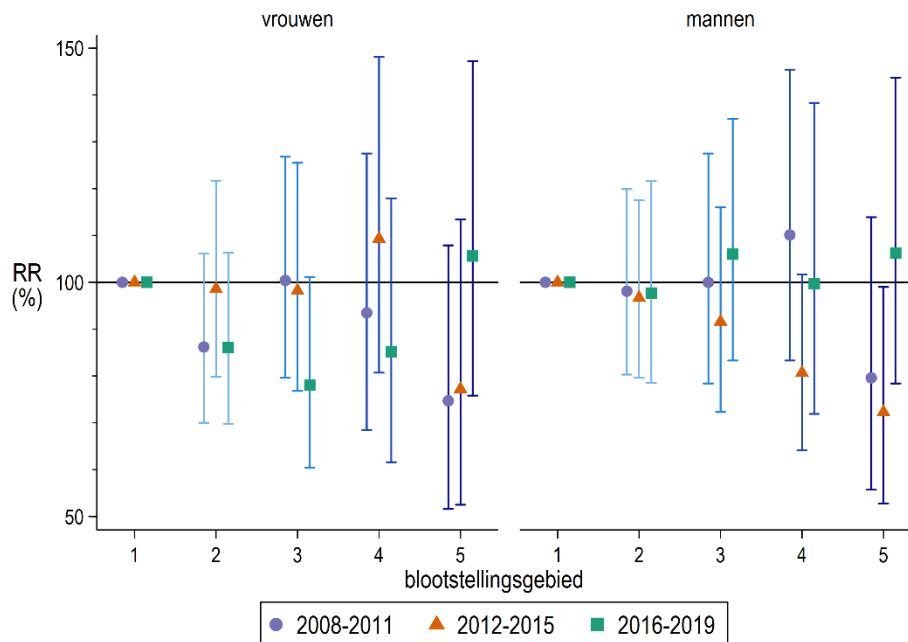
De RR's voor de medicatieverstrekking voor de ziekte van Parkinson kennen een grote onzekerheid, mede door de lage incidentie. Uit Figuur 38 is zodoende geen trend in de resultaten af te leiden. Ook geen van de RR's in de blootstellingsgebieden 2-5 wijkt statistisch significant van 100% af.



Figuur 38 Samenhang van de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson in de periode 2008-2019 onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan veertig jaar met de vijf blootstellingsgebieden, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

Voor vrouwen waren er geen statistisch significante veranderingen in de RR's binnen de blootstellingsgebieden in de loop van de onderzoeksperiode (zie Figuur 39).

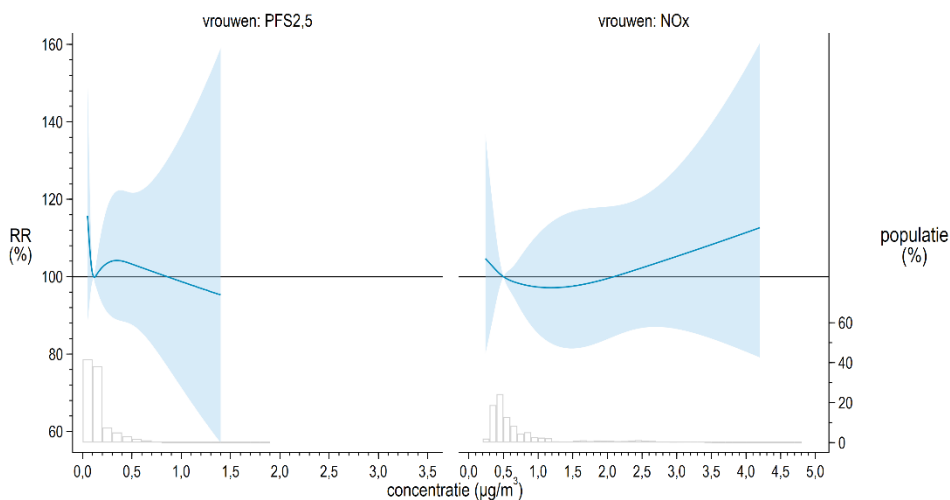
Bij de mannen daalde in gebied 4 het RR van 110% in de periode 2008-2011 naar 81% in de periode 2012-2015 ($p=0,049$). In blootstellingsgebied 5 steeg het RR van 73% in de periode 2008-2011 naar 106% in de periode 2016-2019 ($p=0,046$).



Figuur 39 Samenhang van de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson per periode van vier jaar onder vrouwen (links) en mannen (rechts) ouder dan veertig jaar per blootstellingsgebied, uitgedrukt als relatief risico ten opzichte van de incidentie in het gebied met de laagste blootstelling (1), gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, omgevingsgeluid en buurtkenmerken

8.4 Incidentie in relatie tot luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein

Er is geen samenhang tussen de concentraties PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein en de incidentie van medicijngebruik voor de ziekte van Parkinson. Ook kent de samenhang een grote onzekerheid (zie Figuur 40 en voor mannen bijlage 3).



Figuur 40 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson in de periode 2008-2019 onder vrouwen ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} (links) of aan NO_x (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De grijze balkjes geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer

In Tabel 13 zijn de resultaten van de blootstellingresponsrelatie voor de ziekte van Parkinson samengevat.

Voor vrouwen zijn er geen statistisch significante relaties.

Voor mannen wordt een negatieve samenhang gevonden tussen de concentratie PFS_{2,5} en de incidentie: het RR daalt met 29% over het bekende concentratiebereik. Er is geen samenhang met NO_x.

De resultaten voor PFS₁₀ komen overeen met die van PFS_{2,5}. De verandering in het RR over de gehele periode wijkt voor vrouwen niet af van 0. Bij mannen is er een daling van 33% (95% btbi: -48 ; -13) in het RR wanneer de concentratie PFS₁₀ met 2,82 µg/m³ toeneemt.

Tabel 13 Lineaire relatie tussen de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson in de periode 2008-2019 onder vrouwen en mannen ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} of aan NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De samenhang is uitgedrukt als verandering in het relatief risico per 0,84 µg/m³ voor PFS_{2,5} en per 2,47 µg/m³ voor NO_x

Bijdrage Tata Steel-terrein	Verandering in het RR bij verandering in de concentratie en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (in %)	
	vrouwen	mannen
PFS _{2,5} (per 0,84 µg/m ³)	-2 [-26 ; 29]	-29 [-45 ; -8]
NO _x (per 2,47 µg/m ³)	3 [-15 ; 23]	-9 [-23 ; 6]

8.5 Verandering in RR's over de tijd

Vanwege de grote onzekerheden in de RR's uit de drie tijdsperioden (zie Figuur 39) en omdat er geen positieve samenhang is gevonden tussen de concentratiebijdrage op het woonadres en de incidentie van de ziekte van Parkinson is ervan afgezien om te berekenen welke veranderingen in het Relatief Risico in de loop van de tijd optreden.

8.6 Samenvattend

De resultaten voor de medicatie voor de ziekte van Parkinson zijn met grote onzekerheden omgeven door de relatief lage incidentie.

Er is geen samenhang tussen de incidentie van de verstrekking van medicatie voor de ziekte van Parkinson en de blootstellingsgebieden over de onderzoeksperiode van twaalf jaar.

Voor vrouwen waren er geen veranderingen in de RR's binnen de blootstellingsgebieden tussen de drie beschouwde tijdsperioden. Voor mannen zijn geen consistente veranderingen gevonden. De statistische onzekerheden zijn echter te groot om de veranderingen over de tijd nauwkeurig te kunnen vaststellen.

Er was geen samenhang tussen de incidentie en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres, uitgezonderd onder mannen waar een daling in de incidentie bij een toenemende NO_x-concentratie werd gevonden.

9 Discussie

9.1 Inleiding

We beginnen dit hoofdstuk met een samenvatting van de bevindingen, waarna we in paragraaf 9.3 ingaan op de verbeteringen in de opeenvolgende ronden van het monitoringsprogramma, waarna de sterke en zwakke punten van het programma in paragraaf 9.4 aan bod komen. Vervolgens gaan we in op de vraagstellingen over de samenhang (paragraaf 9.5) en over veranderingen (paragraaf 9.6) tussen de luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein en de incidenties. We sluiten af met een vergelijking met eerder uitgevoerd onderzoek in de IJmond (paragraaf 9.7) en met aandachtspunten voor monitoring (paragraaf 9.8).

9.2 De bevindingen samengevat

We voerden het monitoringsprogramma uit door in een onderzoeksgebied in de IJmond onderzoekspopulaties samen te stellen die niet eerder medicatie hadden gebruikt voor hoge bloeddruk, voor diabetes, voor hartaandoeningen, voor luchtwegaandoeningen of voor de ziekte van Parkinson. In de onderzoeksperiode van 2008 tot 2020 is gekeken of en wanneer mensen uit deze populaties startten met medicatie voor deze aandoeningen (incidentie). Vervolgens is de samenhang tussen de incidentie en de mate van blootstelling aan luchtverontreiniging op twee verschillende manier bekeken:

1. door een vergelijking van de incidentie tussen vijf blootstellingsgebieden die hoog dan wel laag belast zijn door emissies van de basismetallindustrie;
2. door een vergelijking van de incidentie onder inwoners op basis van de gemodelleerde concentratie luchtverontreiniging van het Tata Steel-terrein op hun woonadres.

De laatste werkwijze is nauwkeuriger en houdt rekening met veranderingen van de concentraties over de onderzoeksperiode, zodat we aan de bevindingen uit deze aanpak meer waarde hechten dan aan de resultaten van de vergelijking van medicatieverstrekking in blootstellingsgebieden.

Trend in luchtverontreiniging

Allereerst is gekeken naar de trends in luchtverontreiniging in het onderzoeksgebied. De concentraties primair fijnstof (PFS_{2,5}) en stikstofoxiden (NO_x) van het Tata Steel-terrein namen gedurende de onderzoeksperiode van twaalf jaar af. In het meest belaste blootstellingsgebied was de gemiddelde daling voor PFS_{2,5} 0,03 en voor NO_x 0,02 µg/m³ per jaar. Deze laatste daling was niet statistisch significant. De verschillen in concentraties tussen gebieden die in meer of mindere mate door de basismetallindustrie werden belast, werden in de loop van de onderzoeksperiode over het algemeen kleiner. De dalingen in de concentraties waren geleidelijk; er was geen duidelijke trendbreuk zichtbaar door de ingebruikname van de doekfilterinstallaties. De totale concentraties afkomstig van andere binnenlandse of van buitenlandse bronnen daalden in het gehele

onderzoeksgebied gemiddeld 0,48 voor PM_{2,5} en 1,1 µg/m³ per jaar voor NO_x. De concentraties van het Tata Steel-terrein daalden, maar het aandeel in de totale concentraties werd in de loop van de tijd relatief groter. In de totale concentratie PM_{2,5} nam het aandeel PFS_{2,5} van het Tata Steel-terrein van 5,4% in 2005 toe tot 5,7% in 2019. Voor NO_x steeg het aandeel van 8,5 naar 9,5%.

Hoog versus laag belaste blootstellingsgebieden

Er is een duidelijke samenhang tussen de incidentiemedicatie voor hoge bloeddruk en voor hartaandoeningen en de blootstellingsgebieden; de incidentie neemt toe naarmate de nummering van de gebieden oploopt. Er was enige samenhang tussen incidentie en de rangvolgorde van de blootstellingsgebieden voor medicatie voor diabetes en voor medicatie voor luchtwegaandoeningen bij personen van twintig jaar of ouder. Voor medicatie voor de ziekte van Parkinson werd geen samenhang aangetroffen, terwijl voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder kinderen, jongeren of jongvolwassenen over het algemeen een daling in de incidentie werd gezien wanneer het gebied hoger was belast met emissies van het Tata Steel-terrein.

Een vraag van het monitoringsprogramma is of gedurende de onderzoeksperiode de verschillen in incidentie tussen de blootstellingsgebieden afnemen. De periode 2008-2011 is hierbij als referentie genomen; doekfilterinstallaties voor de sinterfabriek werden eind 2011 en eind 2013 geplaatst. In de periode van plaatsing (2012-2015) of in de periode daarna (2015-2019) zijn voor de verschillende medicatiegroepen geen aanwijzingen gevonden dat in de loop van de tijd de verschillen in relatieve risico's (RR's) tussen de blootstellingsgebieden kleiner zijn geworden. De onzekerheden in deze resultaten zijn echter erg groot, zodat de verschillen niet nauwkeurig kunnen worden vastgesteld. Uitzondering op het algemene beeld is het RR voor de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen onder mannen ouder dan twintig jaar; die is in bepaalde blootstellingsgebieden in de loop der jaren toegenomen.

Concentraties op het woonadres

Er was een duidelijke samenhang tussen de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres en de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk, diabetes en hartaandoeningen. Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder inwoners ouder dan twintig jaar was dit ook het geval, maar het verband was zwakker. Er werd geen samenhang gevonden tussen de concentraties en de medicatie voor luchtwegaandoeningen bij personen onder de twintig jaar en voor de ziekte van Parkinson. Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder meisjes jonger dan zes jaar en voor de medicatie voor de ziekte van Parkinson onder vrouwen nam de incidentie af naarmate de concentratie NO_x toenam.

Op basis van in het onderzoek vastgestelde blootstellingresponsrelaties en de vermindering van de concentraties PFS_{2,5} in de blootstellingsgebieden, is afgeleid dat de RR's voor medicatie voor hoge bloeddruk, diabetes en hartaandoeningen in de loop der jaren lijken te zijn verbeterd. De verhoging in het RR in blootstellingsgebied 5 lijkt in de periode 2016-2019 met ongeveer een kwart afgenomen te zijn ten opzichte van die in de

periode 2008-2011. Voor blootstellingsgebied 4 is de afname ongeveer een zesde (17%). Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder mannen en vrouwen is het onduidelijk of er een verbetering is opgetreden.

9.3 Verbeteringen in het monitoringsprogramma naar medicatie

Medicatiegegevens en versturende variabelen

Het medicatieonderzoek is in de eerste monitoringsronde opgezet als een ecologisch onderzoek naar medicatie voor hoge bloeddruk en voor luchtwegaandoeningen als gevolg van de lange-termijn-blootstelling aan emissies van de basismetaalindustrie waarin alleen voor leeftijd en geslacht kon worden gecorrigeerd (Ameling et al., 2014). De registratie van medicatieverstrekking was toen nog niet compleet dekkend. Van de deelnemers was niet het woonadres, maar alleen de postcode bekend. Als blootstelling werd de gemiddelde concentratie van het postcodegebied waar de deelnemer woonde gebruikt.

In de tweede en derde monitoringsronde waren de medicatiegegevens wel dekkend voor het onderzoeksgebied. Het aantal medicatiegroepen werd in de tweede ronde uitgebreid met medicatie voor diabetes en voor hartaandoeningen en in de derde ronde ook met medicatie voor de ziekte van Parkinson. De samenstelling van de groepen was in de tweede en derde ronde wel minder nauwkeurig dan in de eerste ronde, doordat de codering van de medicijnen minder precies was. De resultaten van de eerste en tweede ronde kwamen redelijk goed overeen, zodat de gevolgen hiervan waarschijnlijk gering zijn (Houthuijs et al., 2019). De medicatiegegevens konden in de tweede en derde ronde worden gekoppeld aan gegevens van het CBS, waardoor het mogelijk werd om naast leeftijd en geslacht voor meer factoren te corrigeren (burgerlijke status, migratie-achtergrond en huishoudinkomen) en rekening te houden met verhuizen. De blootstelling aan luchtverontreiniging kon aan het woonadres worden gekoppeld en er konden onderzoekspopulaties worden geselecteerd die al wat langer in het onderzoeksgebied woonden. In de derde ronde kon aanvullend voor het opleidingsniveau op buurtniveau als indicator voor het individuele opleidingsniveau en voor sociaaleconomische buurtenkenmerken worden gecorrigeerd en werd de onderzoekspopulatie strenger geselecteerd. De resultaten zijn zodoende gedurende het monitoringsprogramma steeds minder gevoelig voor vertekening geworden.

Indicatoren voor luchtverontreiniging

Waar in eerdere ronden informatie uit reeds bestaande GCN-kaarten is gebruikt, is voor de derde ronde de gehele reeks van luchtverontreinigingsindicatoren (primair fijnstof en stikstofoxiden) voor het onderzoeksgebied volgens de laatste inzichten gemodelleerd, zodat een consistente reeks van concentraties voor de periode 2005-2019 beschikbaar kwam. De keerzijde is dat niet langer de meteorologie van het desbetreffende kalenderjaar maar de zogeheten lange-termijn-meteorologische-omstandigheden in de modellering zijn gebruikt. Dit is geen groot beletsel, omdat verwacht wordt dat de mogelijke risico's op chronische aandoeningen niet ontstaan door de blootstelling aan de luchtverontreiniging gedurende één kalenderjaar, maar het resultaat zijn van de blootstelling gedurende meerdere kalenderjaren. Ook is overgestapt van primair fijnstof met een deeltjesgrootte kleiner dan 10 µm (PFS₁₀) naar PFS_{2,5}, omdat de bewijskracht voor een

oorzakelijk verband voor deeltjes kleiner dan 2,5 µm sterker is dan voor deeltjes tussen de 2,5 en 10 µm. De gebruikte blootstellingsindicator PFS_{2,5} is daarmee specifiekier dan de indicator PFS₁₀ die in de eerste twee rondes is gebruikt.

Studie-opzet

In de tweede ronde is de samenhang tussen de blootstellingsindicatoren en het medicatiegebruik per jaar berekend. Deze samenhang bleek van jaar tot jaar sterk te kunnen verschillen, mede door toevalfluctuaties. Daarom is in de derde ronde een longitudinale studie-opzet toegepast, waarbij in administratieve cohorten de incidentie over de tijd is gevolgd. Hierbij zijn de blootstelling aan luchtverontreiniging en de demografische en sociaaleconomische factoren 'tijd variërend' gebruikt. Dit wil zeggen dat veranderingen in de concentraties op het woonadres (en die in andere kenmerken) van jaar tot jaar zijn meegenomen in de statistische analyses. Deze aanpak leidde tot eenduidiger bevindingen, omdat de resultaten zijn gebaseerd op continue geüpdatete informatie uit de gehele onderzoeksperiode. Ook is de zeggingskracht van de resultaten groter, omdat deze aanpak in principe tot kleinere betrouwbaarheidsintervallen leidt. De consequentie is dat alleen naar de incidentie (nieuwe gevallen) is gekeken, en niet langer naar de prevalentie (zowel de bestaande als nieuwe gevallen van medicatiegebruik in een kalenderjaar). Voor een monitoringsprogramma met als één van de doelen om naar veranderingen te kijken is dit een logische keuze, omdat de incidentie van chronische ziekten een gevoeliger maat is dan de prevalentie. Personen die al de medicatie gebruiken, kunnen immers tijdens de onderzoeksperiode niet nog meer prevalent worden. Zij zijn daarom voor de monitoring in principe 'overbodig' en zijn daarom niet in de onderzoekspopulatie opgenomen. Personen die in de onderzoeksperiode incident worden (en daarmee ook prevalent) zijn aan het einde van het desbetreffende kalenderjaar uit de onderzoekspopulatie verwijderd (gecensureerd).

Uit deze beschrijving blijkt dat de methodiek van het monitoringsprogramma in de opeenvolgende rondes sterk is verbeterd. De kwaliteit is door nieuwe mogelijkheden beter dan in de verkenning van opties voor het programma in 2011 werd voorzien (van Wiechen et al., 2011). De (verbeterde) methodieken uit de derde ronde konden met terugwerkende kracht voor de gehele onderzoeksperiode worden toegepast, zodat de veranderingen in de methodiek niet tot trendbreuken in de monitoring hebben geleid. Wel kunnen er hierdoor verschillen ten opzichte van eerder gerapporteerde resultaten over de periode 2008-2015 zijn ontstaan. Hierbij geldt dat de resultaten van de derde ronde het meest betrouwbaar zijn en daarom de rapportage daarover als uitgangspunt voor eventuele vervolgstappen moet worden genomen.

9.4 Sterke en zwakke punten van het onderzoek

Een sterk punt is de omvang van de onderzoekspopulaties: deze zijn gemaximaliseerd door gebruik te maken van databronnen die het gehele onderzoeksgebied dekken. Daarnaast is een optimale onderzoekspopulatie samengesteld door alleen die deelnemers te selecteren die al wat langer in het gebied woonden en door factoren uit te sluiten die de blootstelling en het medicatiegebruik zouden kunnen

beïnvloeden (zoals verhuizen of door onttrekking van de registratie van de medicatie door verblijf in een institutie). Andere sterke punten zijn in de vorige paragraaf bij de verbeteringen al genoemd, zoals de mogelijkheden om de blootstelling op het woonadres van jaar tot jaar te modelleren en om voor een groot aantal mogelijk verstorende kenmerken te kunnen corrigeren.

Zwakke punten van het onderzoek zijn de specifieke invalshoek, de mogelijke vertekening van de RR's door het ontbreken van informatie over leefstijlfactoren en het gebruik van medicatieverstrekking als maat voor ziekte. Op deze punten wordt hieronder verder ingegaan. Ook komt de kwaliteit van de indicatoren voor de luchtverontreiniging aan bod.

Invalshoek

Het uitgevoerde onderzoek heeft tot doel een 'vinger aan de pols' te houden en heeft daarmee een specifieke invalshoek. Het richt zich alleen op de effecten van lange-termijn-blootstelling aan luchtverontreiniging, in het bijzonder fijnstof, en kijkt niet naar andere gezondheidseindpunten dan die met medicatieverstrekking kunnen worden onderzocht door keuzen die in 2011 uit voorliggende opties zijn gemaakt. Er is voor gekozen alleen die orgaansystemen in het onderzoek te betrekken waarvoor de sterkte van de bewijskracht voor fijnstof en stikstofoxiden indicatief, waarschijnlijk of aangetoond was.

De invalshoek was niet om nieuwe inzichten in de effecten van de basismetaalindustrie te verkrijgen of om oorzakelijkheid te bewijzen, zodat een beperkte selectie van gezondheidsindicatoren voor de monitoring is gebruikt. Zoals in paragraaf 2.4 is beschreven, wordt bij het vaststellen van de sterkte van de bewijslast over oorzakelijkheid informatie uit verschillende studies gebruikt, bij voorkeur afkomstig uit verschillende onderzoeksvelden. De resultaten in dit rapport zijn afkomstig uit één studie in één regio en hebben zodoende een beperkte zeggingskracht over risico's van de basismetaalindustrie. Mocht er behoefte zijn om de specifieke bewijslast voor risico's verbonden aan emissies van de basismetaalindustrie te vergroten, dan ligt het voor de hand om te bezien of er een *multi-centre* studie zou kunnen worden uitgevoerd. Een *multi-centre* studie houdt in dat rond verschillende grote basismetaalbedrijven (bijvoorbeeld in verschillende landen in Europa) vergelijkbaar onderzoek wordt uitgevoerd.

Leefstijlfactoren

In het onderzoek ontbreekt informatie over leefstijlfactoren. Dit betekent dat grootten van de RR's kunnen zijn vertekend wanneer bijvoorbeeld meer wordt gerookt in die gebieden die ook hoger belast zijn door emissies van het Tata Steel-terrein. In de tweede monitoringsronde waren er aanwijzingen dat leefstijlfactoren meer in de hoog dan in de laag belaste postcodegebieden voorkomen (Houthuijs et al., 2019). Het ontbreken van informatie over deze risicofactoren leidde destijds in een gevoeligheidsanalyse in een subgroep van de totale populatie tot een overschatting van de samenhang voor de prevalentie (het gebruik) van medicatie. Er is destijds niet naar de invloed op de incidentie gekeken. In de derde ronde is de methodiek verbeterd door wijziging van de onderzoeksopzet (van dwarsdoorsnede naar cohortonderzoek) en door het toevoegen van informatie over opleidingsniveau, waardoor de gevoeligheid voor vertekening is

verkleind. Tussen vrouwen en mannen verschilt het voorkomen van leefstijlfactoren en hun invloed op de incidentie. De overeenkomsten in resultaten onder mannen en vrouwen suggereren dat de vertekening in de derde ronde beperkt van omvang kan zijn.

In het rapport van de tweede ronde werd beschreven dat het mogelijk zou zijn om op wijkniveau het voorkomen van leefstijlfactoren te schatten (zie bijvoorbeeld Van de Kasstele et al., 2017) en deze informatie in het monitoringsprogramma te betrekken. Bij uitwerking van dit plan bleek echter dat het als weinig zinvol werd gezien. Als voorspellers voor de schattingen van de leefstijlfactoren op wijkniveau worden namelijk variabelen gebruikt die in dit onderzoek al als mede voorspellende factoren voor de incidentie worden gebruikt zoals leeftijd, huishoudinkomen, opleiding, enzovoort. De toegevoegde waarde van het opnemen van geschatte leefstijlfactoren in de statistische analyses is daarmee gering. Anderzijds maakt dit duidelijk dat een deel van het effect van leefstijlfactoren al via de invloed van deze demografische en sociaaleconomische factoren op de incidentie wordt meegenomen.

Medicatiegebruik als indicator voor ontstaan van ziekte

We interpreterten in dit onderzoek de incidentie voor het gebruik van een bepaalde medicatie als het ontstaan van ziekte. We observeren het ontstaan echter niet rechtstreeks, omdat er geen gebruik is gemaakt van huisarts-, ziekenhuis- of doodsoorzaakstatistieken.

Op basis van Slobbe et al. (2019) is het aan te nemen dat er voldoende overeenkomst is tussen de incidentie van medicatiegebruik en het ontstaan van ziekte om te kunnen worden toegepast in een monitoringsprogramma. Zij vergeleken de prevalentie van medicatiegebruik met de diagnose voor chronische ziekten in dossiers van huisartsen. De overeenkomst was het hoogst voor de ziekte van Parkinson. Ook voor diabetes, hartfalen, astma en COPD werd een goede overeenkomst gevonden. Voor coronaire hartziekten was de overeenkomst voldoende.

Wat niet geheel kan worden uitgesloten is dat de medicatie al eerder is gebruikt, zodat er niet werkelijk sprake is van incidentie. De kans op een herhaalrecept dat na enige tijd wordt verstrekt, is het grootst voor medicatie voor luchtwegaandoeningen. Vandaar dat er voor alle medicatiegroepen een periode van twee jaar is aangehouden waarin potentiële deelnemers geen medicatie mochten hebben gebruikt voordat zij in het onderzoek werden opgenomen. Hiermee hebben we de kans verkleind dat een herhaalrecept als een eerste diagnose van astma of COPD wordt beschouwd.

Luchtverontreiniging kan overigens niet alleen tot het ontstaan, maar ook tot verergering van luchtwegaandoeningen leiden. Dit kan bij episoden van verhoogde concentraties optreden. In dit onderzoek stellen we alleen het ontstaan van luchtwegaandoeningen vast door naar de start van de eerste medicatie te kijken. Om verergering te 'meten' is een geheel andere onderzoeksopzet nodig. Het meest gebruikelijk is om te kijken naar de samenhang tussen dagelijkse luchtwegklachten en/of dagelijks medicatiegebruik in relatie tot dagelijkse niveaus van luchtverontreiniging. Dit type onderzoek is eerder in de IJmond uitgevoerd (projectgroep IJmond, 1985; Dassen et al., 1986; Dusseldorp et al., 1995) en een haalbaarheidsstudie naar een dergelijk nieuw onderzoek in de IJmond is recent gerapporteerd (Elberse et al., 2021). Dit type onderzoek is in 2011 niet geopperd vanwege de keuze

voor monitoring van mogelijke effecten van lange-termijn-blootstelling (van Wiechen et al., 2011).

Het in kaart brengen van luchtkwaliteit

Om de invloed van emissies van het Tata Steel-terrein vast te stellen, zijn als indicatoren voor de luchtverontreiniging blootstellingsgebieden en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein op het woonadres gebruikt. Aan de resultaten met de concentratiebijdragen hechten we meer waarde dan aan die met de blootstellingsgebieden, omdat met de concentratiebijdragen de blootstelling nauwkeuriger wordt vastgesteld en er in de statistische analyses ook gebruik wordt gemaakt van informatie over de variatie in de concentraties binnen de verschillende blootstellingsgebieden en over de veranderingen van de concentraties gedurende de onderzoeksperiode.

Door gebruik te maken van gemodelleerde concentraties konden in het gehele onderzoeksgebied de concentraties afkomstig van het Tata Steel-terrein worden toegewezen aan woonadressen, waarna een groot aantal deelnemers in het monitoringsprogramma kon worden betrokken. Zonder gebruik van gemodelleerde gegevens is gezondheidsmonitoring niet met dezelfde kwaliteit mogelijk.

Voor de juistheid van de emissiegegevens, die de basis vormen voor de gemodelleerde concentraties, is afgegaan op het oordeel van de provincie als bevoegd gezag zoals dat in het kader van de emissieregistratie in Nederland gebruikelijk is. In een recent onderzoek naar de herkomst van neergedaald stof en stoffen in de lucht in de IJmond-regio bleek dat de gemeten en de berekende bijdrage door Tata Steel aan de hoeveelheid PM₁₀ in de leefomgeving goed met elkaar overeenkomen (Elberse et al., 2022). Hierbij werd hetzelfde verspreidingsmodel gebruikt als in dit monitoringsprogramma is toegepast. Ondanks deze goede overeenkomst kan niet worden uitgesloten dat op meetstations dicht bij Tata Steel zoals in Wijk aan Zee verschillen oplopend tot enkele µg/m³ in de jaargemiddelde gemodelleerde concentraties kunnen optreden. Dit is inherent aan het gebruik van modellen. De blootstellingresponsrelaties in dit rapport laten een relatief grote onzekerheid in de RR's zien bij relatief hoge concentraties op het woonadres, maar deze onzekerheid wordt waarschijnlijk vooral bepaald door het relatief gering aantal mensen dat bij deze verhoogde concentraties woont. We verwachten dat verschillen in gemeten en gemodelleerde concentraties niet veel bijdragen aan de reeds bestaande onzekerheden in de blootstellingresponsrelaties en daarom ook geen grote invloed op de resultaten van dit onderzoek zullen hebben. In de volgende paragraaf komen we hierop terug.

De gemeten hoeveelheden metalen en PAK waren in het bronnenonderzoek hoger dan was verwacht op basis van berekeningen met gegevens uit de Emissieregistratie (Elberse et al., 2022). Dit betekent dat de concentraties PFS_{2,5} en stikstofoxiden niet zonder meer als indicatoren voor de blootstelling aan andere componenten kunnen worden gebruikt, omdat het beeld over de bronnen en/of bronsterkte van andere componenten niet compleet is.

De bijdragen van andere componenten aan de concentraties op het woonadres, zoals ultrafijnstof, roet, PAK of zware metalen, is in het monitoringsprogramma niet gekwantificeerd, omdat deze componenten niet routinematig worden gemodelleerd of de modellering nog een indicatief karakter heeft (roet).

Voor een beschrijving van de gemeten concentraties van verschillende luchtverontreinigingscomponenten in de IJmond verwijzen we naar de jaarlijkse rapportages van GGD Amsterdam (De Jonge 2018, 2019, 2020) en voor de interpretatie daarvan voor de gezondheid naar de rapportage van GGD Kennemerland (Oostvogels et al., 2022).

9.5 Samenhang met de bijdrage van het Tata Steel-terrein

De eerste deelvraag luidt: 'Wat is de samenhang tussen de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging en de medicatieverstrekking in de periode 2008-2019 in de IJmond?'

We onderscheiden hieronder twee clusters van medicatiegroepen:

- A. medicatie voor hoge bloeddruk, voor diabetes, voor hartaandoeningen en voor luchtwegaandoeningen onder personen van twintig jaar en ouder;
- B. medicatie voor luchtwegaandoeningen onder personen jonger dan twintig jaar en medicatie voor de ziekte van Parkinson.

Er wordt de meeste waarde gehecht aan de resultaten op basis van de concentratie op de woonadressen, omdat deze het nauwkeurigst zijn. De samenhang met de incidentie van de medicatieverstrekking wordt beschreven als het RR per $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PFS_{2,5}. Deze concentratiewaarde komt overeen met het verschil tussen de hoogste jaargemiddelde bijdrage van het Tata Steel-terrein aan PFS_{2,5} in gebied 5 en de laagste jaargemiddelde bijdrage in gebied 1 gedurende de periode 2005-2019.

A. Hoge bloeddruk, diabetes, hartaandoeningen en luchtwegaandoeningen (leeftijd > twintig jaar)

De verandering van het RR bij een verandering van $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PFS_{2,5} is respectievelijk voor vrouwen en mannen 13 en 11% voor medicatie voor hoge bloeddruk, 16 en 15% voor medicatie voor diabetes, 16 en 14% voor medicatie voor hartaandoeningen en 5 en 10% voor medicatie voor luchtwegaandoeningen. Voor de samenhang met stikstofoxiden werden ongeveer dezelfde of net iets kleinere RR's gevonden, wanneer deze over een vergelijkbaar concentratietraject werden uitgedrukt. Eenvoudiger omschreven betekent dit dat in het meest belaste blootstellingsgebied de gemiddelde incidentie voor medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen circa 15% hoger ligt dan in het referentiegebied, en voor medicatie voor luchtwegen circa 5-10%. Zoals in de vorige paragraaf is beschreven, kan niet worden uitgesloten dat de grootte van de samenhang wordt overschat, omdat niet kan worden gecorrigeerd voor leefstijlfactoren.

De hierboven beschreven effectgrootten zijn het gemiddelde extra risico dat in het meest belaste gebied ten opzichte van het laagst belaste gebied optreedt. Ook voor de tussenliggende gebieden is er enig risico, afhankelijk van de concentratiebijdrage op het woonadres; deze risico's zijn in de regel kleiner dan de hierboven genoemde verhogingen. De variatie in de blootstelling is in gebied 5 groot. Zo werden circa 460 personen in vrijwel alle jaren aan een jaargemiddelde concentratie PFS_{2,5} van meer dan $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blootgesteld. Dit betekent dat het extra risico groter of kleiner kan zijn dan hierboven vermeld. In het rapport wordt dit geïllustreerd door in verschillende figuren de samenhang over

het vrijwel volledige concentratiebereik weer te geven. Zo geeft bijvoorbeeld Figuur 22 indicatief weer dat voor medicatie voor hartaandoeningen onder vrouwen het RR met 30% is verhoogd bij een concentratie van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en met 45% bij een concentratie van $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van het Tata Steel-terrein op het woonadres. Door het relatief kleine aantal deelnemers dat op adressen met dergelijke concentraties woont, nemen de onzekerheden in de RR's bij deze relatief hoge concentraties wel toe.

Ook andere blootstellingsindicatoren zijn in het onderzoek gebruikt om de samenhang met emissies van het Tata Steel-terrein te bekijken, maar deze indicatoren voegen weinig toe aan bovenstaande bevindingen over het effect van PFS_{2,5}:

- Vanwege de vergelijkbare effectgrootten is het niet mogelijk om een uitspraak te doen of NOx een betere blootstellingsindicator voor de emissies van het Tata Steel-terrein is dan PFS_{2,5}.
- Uit gevoeligheidsanalyses bleek dat de samenhang met PFS₁₀ wat minder sterk (meer onzeker) was dan die met PFS_{2,5}. Ook nam de effectgrootte wat af. Het gebruik van PFS_{2,5} in plaats van PFS₁₀ als blootstellingsindicator heeft zodoende de kwaliteit van het onderzoek verbeterd, al is de winst beperkt.
- Van de blootstellingsgebieden waren over het algemeen de RR's in de blootstellingsgebieden 4 en 5 verhoogd ten opzichte van het (referentie)gebied 1. Deze verhogingen waren niet altijd statistisch significant. De maximale effectgrootte van de blootstellingsgebieden is in de regel vergelijkbaar of kleiner dan de effectgrootten die hierboven voor het concentratiebereik van PFS_{2,5} zijn vermeld.
- Er zijn kaarten gemaakt met informatie over de verschillen in RR's tussen wijken om inzicht te geven hoe deze zijn verdeeld over het onderzoeksgebied. Deze kaarten zijn louter illustratief en daarom ongeschikt om conclusies te trekken over de mogelijke samenhang met emissies uit de basismetaalindustrie.

Zoals beschreven in de vorige paragraaf zijn de resultaten van het onderzoek mede gebaseerd op gemodelleerde concentraties primair fijnstof en stikstofoxiden die gebaseerd zijn op gerapporteerde emissiegegevens. De bevindingen uit het onderzoek zijn waarschijnlijk niet erg gevoelig voor eventuele onder- of overschattingen van de fijnstofemissies van het Tata Steel-terrein. De verkregen blootstellingresponsrelaties voor de concentraties op het woonadres zullen steiler worden wanneer de emissies systematisch worden onderschat en vlakker wanneer de emissies worden overschat. De RR's gebaseerd op de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} op het woonadres worden uitgedrukt over een maximaal concentratieverschil tussen gebieden dat gelijk is aan $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit maximale concentratieverschil zal 'mee veranderen' bij een onder- of overschatting van de emissies. Het netto resultaat is dat de RR's over het maximale concentratieverschil niet of nauwelijks zullen veranderen.

Zoals hierboven aangegeven, is ook gekeken naar relatieve verschillen in medicatiegebruik tussen het hoogst en laagst belaste gebied. Deze gebieden liggen geografisch vast en zodoende kunnen resultaten niet beïnvloed worden door eventuele afwijkingen in de emissies. De effectgrootte van de blootstellingsgebieden waren vergelijkbaar of kleiner dan de effectgrootten gebaseerd op de concentraties PFS_{2,5}, hetgeen erop

wijst dat eventuele afwijkingen in de emissiecijfers voor fijnstof geen grote invloed op de resultaten hebben gehad.

B. Luchtwegaandoeningen onder personen jonger dan twintig jaar en de ziekte van Parkinson

Voor deze medicatiegroepen zijn geen aanwijzingen gevonden dat de concentraties afkomstig van het Tata Steel-terrein tot een verhoging van de incidentie leiden.

De omvang van de twee onderzoekspopulaties onder twintig jaar is relatief klein ten opzichte van de andere medicatiegroepen. Ook is de incidentie van het medicatiegebruik voor de ziekte van Parkinson met 3.800 personen die incident zijn geworden relatief gering ten opzichte van de andere groepen (van 13.200 tot bijna 100.000 incidenties). Dit betekent dat de onzekerheden in de samenhang veel groter zijn dan voor andere medicatiegroepen het geval is. Dit verklaart deels dat de samenhang voor deze medicatiegroepen veelal statistisch niet significant was.

Er was een negatieve samenhang bij meisjes onder de zes jaar tussen stikstofoxiden en de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen en bij mannen tussen PFS_{2,5} en de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson.

We hebben geen goede verklaring voor de veelal negatieve samenhang (lagere incidentie bij hogere concentraties) die onder kinderen en jongvolwassenen voor medicatie voor luchtwegaandoeningen optreedt. In onderzoek onder basisschoolkinderen in de IJmond uitgevoerd in de jaren tachtig van de vorige eeuw kwamen er ook geen sterke aanwijzingen naar voren voor risico's van lange-termijn-blootstelling op de luchtwegen (Projectgroep IJmond, 1985; Opmeer en Out, 1987). Een, speculatieve, verklaring zou kunnen zijn dat er sprake is van zelfselectie. (Aanstaande) ouders met een familiegeschiedenis van luchtwegklachten en die kennis hebben dat episoden met verhoogde blootstelling aan luchtverontreiniging kunnen leiden tot verergering van luchtwegklachten, willen mogelijk niet dat hun kinderen opgroeien in de nabijheid van het Tata Steel-terrein en gaan daarom niet in het gebied wonen of verhuizen na verloop van tijd. De resterende populatie is hierdoor mogelijk minder gevoelig voor eventuele effecten op de luchtwegen. Zelfselectie wordt wel in studies naar beroepsmatige blootstelling gevonden en als 'healthy worker effect' omschreven. We hebben een mogelijke vorm van zelfselectie niet nader onderzocht.

Voor de overwegend negatieve samenhang met medicatie voor de ziekte van Parkinson hebben we geen verklaring. Losstaand van het ontbreken van een verklaring was het wellicht verstandig geweest deze medicatiegroep niet als gezondheidsindicator in het monitoringsprogramma op te nemen, gezien de grote betrouwbaarheidsintervallen die zijn aangetroffen. De meerwaarde van deze medicatiegroep voor het monitoringsprogramma is zeer gering geweest.

9.6 Verandering van de RR's over de tijd

De tweede deelvraag is: 'Wat zijn de veranderingen in de medicatieverstrekking in relatie tot de veranderingen in de bijdrage van het Tata Steel-terrein aan de luchtverontreiniging?'

De totale concentratie fijnstof ($PM_{2,5}$) daalde in alle blootstellingsgebieden in de periode 2005-2019 met circa $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar. In het hoogste blootstellingsgebied nam de concentratie $PFS_{2,5}$ van het Tata Steel-terrein met gemiddeld $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar af, in het hierna hoogste gebied was de vermindering $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar. Tegen de achtergrond van de relatief grote daling in de totale concentraties in alle blootstellingsgebieden is gekeken naar het effect van de veranderingen in de emissies van het Tata Steel-terrein.

De verandering in het gebruik van medicatie in de blootstellingsgebieden 4 en 5 tussen 2016-2019 en 2008-2011 bleken niet nauwkeurig te kunnen worden vastgesteld uit de veranderingen in RR's van de blootstellingsgebieden, omdat deze omgeven zijn door relatief grote statistische onzekerheden. Omdat tijdsperioden van de onderzoeksperiode onderling worden vergeleken, zijn de schattingen per periode op minder incidente gevallen gebaseerd dan wanneer de gehele onderzoeksperiode wordt bekeken. Ook speelt mee dat in de hogere blootstellingsgebieden slechts 6 tot 8% van de totale populatie woont. De veranderingen zijn daarom indirect afgeleid uit de concentraties op het woonadres die de blootstelling nauwkeuriger weergegeven dan met de blootstellingsgebieden kan. Zoals in de vorige paragraaf is beschreven, is er voor de incidentie van een aantal medicatiegroepen een samenhang met de concentratie afkomstig van het Tata Steel-terrein op het woonadres. Deze bevindingen zijn gebaseerd op zowel het contrast in concentraties binnen het studiegebied als op de verandering van de concentraties over de looptijd van het monitoringsprogramma (2008-2019).

Op basis van de lineaire blootstellingresponsrelaties en de verandering in de concentraties $PFS_{2,5}$ is afgeleid dat de verhogingen in het RR in de periode 2016-2019 (na plaatsing van de doekfilters in de sinterfabriek) ten opzichte van de referentieperiode 2008-2011 in het meest belaste blootstellingsgebied met circa een kwart lijken te zijn verkleind. De verbetering in de gemiddelde concentratie bedroeg in het blootstellingsgebied 5 $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, terwijl de eerder genoemde verhogingen gebaseerd waren op een concentratieverschil van $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$; dit is ongeveer ook een kwart. De gemiddelde verbetering in blootstellingsgebied 4 was $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$; de verhogingen in het RR zijn in dit gebied met circa 17% (1/6) teruggebracht.

De hierboven weergegeven berekende reducties van de RR zijn relatief bescheiden. Deze berekende reducties vielen ruim binnen de bandbreedte van de onzekerheden in de veranderingen van het RR van de blootstellingsgebieden. Statistisch gezien was er geen evident verschil in de berekende en geobserveerde waarden. De enige uitzondering is medicatie voor luchtwegaandoeningen onder mannen ouder dan twintig jaar, waarvoor werd gevonden dat de incidentie in bepaalde blootstellingsgebieden in de loop der jaren juist is toegenomen.

9.7

Resultaten in relatie tot eerder onderzoek in de IJmond

In het onderzoek van het Nivel in 2009 onder 22 huisartspraktijken in de IJmond-regio werd gevonden dat de diagnoses hartinfarct en een drietal chronische hartaandoeningen vaker geregistreerd werden bij patiënten die in postcodegebieden binnen een straal van 4 km rond Tata Steel woonden (Ten Veen et al., 2009). De diagnoses COPD (chronische

aandoeningen met luchtwegvernauwing) en longontsteking werden vaker gezien bij patiënten uit een postcodegebied binnen een straal van 4 km van het industrieterrein. Astma werd juist vaker op grotere afstand van Tata Steel gezien.

In 2021 verkende het Nivel of acute en chronische gezondheidsklachten geregistreerd door negen huisartspraktijken in de IJmond in de periode 2013-2019 verschilden van de prevalentie in andere regio's in Nederland (acht praktijken in 'industriegebieden' en 23 praktijken op 'het platteland') (Baliatsas et al., 2021). Voor de prevalentie van chronische klachten werden verhoging voor chronische hartaandoeningen, diabetes, COPD en longkanker in de IJmond aangetroffen. Ook de prevalentie van hypertensie was enigszins verhoogd. De prevalentie van astma bij kinderen week niet af van elders. In kwalitatieve zin komen deze bevindingen overeen met de resultaten van dit rapport.

Het Nivel beoordeelde de trends in de tijd visueel: voor vrijwel alle aandoeningen bleven de prevalenties stabiel in de tijd (Baliatsas et al., 2021). Die van longkanker, COPD, diabetes en chronische aandoeningen van het hart stegen over de jaren. Er zijn grote verschillen in de opzet van het verkennende ecologische onderzoek van het Nivel en dat van dit longitudinale medicatie-onderzoek, zodat de uiteenlopende bevindingen over de trends niet eenvoudig zijn te duiden.

In het medicatie-onderzoek is er bijvoorbeeld voor gekozen om het referentiegebied in dezelfde regio te kiezen, zodat eventuele regionale verschillen in medicatiegebruik niet tot vertekening van de resultaten kunnen leiden. Ook maakte het onderzoek gebruik van informatie over alle inwoners in de IJmond in plaats van informatie over patiënten van een selectie van huisartsenpraktijken en is de analyse van de trends kwantitatief uitgevoerd. In het Nivel-onderzoek kon alleen voor leeftijd en geslacht worden gecorrigeerd, waardoor minder factoren konden worden uitgesloten die ook van invloed kunnen zijn op de incidentie/prevalentie van aandoeningen. Het Nivel onderkent de beperkingen van hun verkennend onderzoek door onder meer te pleiten de gezondheid van de bewoners van de regio IJmond langdurig te monitoren door huisartsgegevens te koppelen aan individuele gegevens over sociaaleconomische factoren van het CBS en door de blootstelling aan industriële en andere relevante bronnen van luchtverontreiniging mee te nemen.

9.8 Aandachtspunten voor gezondheidsmonitoring

Uit de resultaten van het medicatieonderzoek blijkt dat het goed mogelijk is de samenhang tussen de concentratiebijdragen van het Tata Steel-terrein op het woonadres en de incidentie van verschillende medicatiegroepen vast te stellen. Dit geldt ook voor de samenhang met de blootstellingsgebieden, zij het dat de samenhang dan iets minder duidelijk kan zijn, omdat de blootstelling minder nauwkeurig wordt toegewezen. Het medicatieonderzoek is daarmee een geschikt instrument om een 'vinger aan de pols' te houden om te bezien of er nog steeds verschillen tussen woongebieden optreden die samenhangen met emissies van het Tata Steel-terrein.

In de vorige monitoringsronde is per kalenderjaar naar de samenhang gekeken; deze bleek van jaar tot jaar te kunnen variëren. Uit dit rapport blijkt, dat wanneer naar de samenhang over een periode van vier jaar wordt gekeken, deze meer variatie vertoont dan wanneer naar een periode van twaalf jaar wordt gekeken. Voor eventuele toekomstige

monitoringsactiviteiten met medicatieverstrekking wordt daarom aanbevolen de periode van eenmaal per vier jaar niet te verkorten en eerder te denken aan een verlenging van de periode tot eenmaal per zes of acht jaar. Naar verwachting leidt monitoring over een langere periode tot eenduidiger te interpreteren resultaten.

Ook is in dit rapport gekeken naar de veranderingen in de RR van de blootstellingsgebieden over perioden van vier jaar. De onzekerheden in de veranderingen van het RR van de blootstellingsgebieden zijn te groot om de veranderingen betrouwbaar vast te stellen. Alleen indirect, via toepassing van blootstellingresponsrelaties, kan het effect van de vermindering van de emissies worden afgeleid.

Voor zover ons bekend, is er niet eerder onderzoek gedaan naar welk tijdvenster van luchtverontreiniging relevant is voor de incidentie van medicatieverstrekking. In een onderzoek naar sterfte door hart- en vaatziekten bleek de blootstelling aan luchtverontreiniging over de voorafgaande vijf jaar een betere samenhang te hebben met de sterfte dan die van het kalenderjaar van sterfte of die uit een ver verleden (Stockfelt et al., 2017). Sterfte wordt meestal voorafgegaan door ziekte, zodat we verwachten dat voor de incidentie van medicatieverstrekking een kortere blootstellingsperiode dan de genoemde vijf jaar relevant is. We verwachten daarom dat een periode van vier jaar biologisch gezien niet te kort is om effecten van een daling van de luchtverontreiniging vast te kunnen stellen.

De daling in de totale concentraties $PM_{2,5}$ en NO_x was gedurende de onderzoeksperiode aanmerkelijk groter dan de daling in de concentratiebijdrage van het Tata Steel-terrein. Voor de daling in de concentraties afkomstig van de andere bronnen is in het onderzoek gecorrigeerd. Door deze daling zijn de effecten van de daling van de emissies van het Tata Steel-terrein mogelijk gedeeltelijk gemaskeerd. Deze bevindingen wijzen erop dat het medicatieonderzoek, ondanks de verbeteringen in de methodiek ten opzichte van de oorspronkelijke opzet, onvoldoende onderscheidingsvermogen heeft om over dergelijke tijdsperioden relatief bescheiden veranderingen in de blootstellingsgebieden 4 en 5 als statistisch significant te bestempelen. Mogelijk kunnen de veranderingen wel feitelijk geobserveerd worden wanneer de dalingen in de concentratiebijdragen groter zijn en/of de veranderingen over een langere tijdsperiode worden gevolgd.

Uit de observaties in het medicatieonderzoek over het kunnen vaststellen van veranderingen is een aantal aandachtspunten voor eventuele toekomstige monitoringsactiviteiten af te leiden:

- De berekende vermindering van de RR's door daling van de concentraties afkomstig van het Tata Steel-terrein is relatief bescheiden. Het wordt aanbevolen om, als het gewenst zou zijn het monitoringsprogramma te continueren of op een andere leest te schoeien, vooraf een berekening te maken over de grootte van de veranderingen die in de RR's kunnen worden verwacht. Vervolgens kan een inschatting worden gemaakt of deze veranderingen met monitoring kunnen worden gedetecteerd. De berekeningen kunnen op basis van informatie uit het huidige monitoringsprogramma worden gemaakt. Dergelijke berekeningen zijn niet bij de start van het

- monitoringsprogramma gemaakt, omdat bijvoorbeeld informatie over mogelijke veranderingen in de concentraties ontbrak.
- Het onderscheidingsvermogen van het monitoringsprogramma kan worden geoptimaliseerd door het in een lagere frequentie over een langere periode uit te voeren en het aantal gezondheidseindpunten te beperken tot die gezondheidseindpunten die het gevoeligst voor veranderingen zijn gebleken en/of tot die populaties waarin de meeste gevallen van incidentie optreden. Ook hier geldt dat het wenselijk is vooraf een inschatting te maken welke frequentie en looptijd geschikt zouden zijn, en welke gezondheidseindpunten en populaties het gevoeligst voor veranderingen zijn.
 - In plaats van de veranderingen in de risico's feitelijk in een monitoringsprogramma te volgen, kan als alternatief overwogen worden de veranderingen in de RR's alleen te berekenen op basis van de veranderingen in de concentraties en de informatie over blootstellingresponsrelaties, zoals die uit dit rapport. Dit is een aanpak die bijvoorbeeld, naast andere monitoringsinstrumenten, voor het Schone Lucht Akkoord wordt ingezet (Ruysenaars et al., 2022). Een aandachtspunt is of bevindingen gebaseerd op berekeningen wel in dezelfde mate worden geapprecieerd en geaccepteerd als de in onderzoek vastgestelde resultaten.

In de Gezondheidsmonitor IJmond 2020 van GGD Kennemerland worden andere indicatoren gemeten, zoals zelf gerapporteerde hinder door stof, roet en rook van het Tata Steel-terrein. Mogelijk zijn de indicatoren van de GGD gevoeliger voor veranderingen in de luchtkwaliteit dan voor de incidentie van medicatieverstrekking geldt. Het is zodoende van belang ook bevindingen uit andere onderzoeken mee te nemen wanneer continuering van gezondheidsmonitoring in de IJmond zou worden overwogen.

10 Conclusies

Het in dit rapport beschreven onderzoek maakt onderdeel uit van het bredere monitoringsprogramma naar de gezondheid en de beleving in de IJmond dat in 2011 in opdracht van het toenmalige ministerie van Infrastructuur en Milieu is gestart. Dit achtergrondrapport beschrijft de incidentie van medicatieverstrekking over de periode 2008-2019. De GGD Kennemerland heeft de resultaten van dit medicatieonderzoek en de gegevens uit de Gezondheidsmonitor (Oostvogels et al., 2022a) samengevat en van een beschouwing voorzien (Oostvogels et al., 2022b).

De conclusies van het onderzoek naar de medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes, voor hartaandoeningen, voor luchtwegaandoeningen en voor de ziekte van Parkinson in relatie tot de luchtkwaliteit zijn:

- De incidentie van medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 is gemiddeld 11 tot 16% en voor luchtwegaandoeningen 5 tot 10% verhoogd in de meest belaste woongebieden rondom Tata Steel ten opzichte van het referentiegebied.
- Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor een verhoogde incidentie voor medicatie voor luchtwegaandoeningen onder bewoners jonger dan twintig jaar in het onderzoeksgebied en voor medicatie voor de ziekte van Parkinson door de concentratiebijdrage van het Tata Steel-terrein aan primair fijnstof.
- De verandering in het gebruik van medicatie kon voor de periode 2008-2019 niet nauwkeurig worden bepaald uit de informatie over de blootstellingsgebieden en is daarom afgeleid uit de verkregen blootstellingresponsrelaties en de concentratieafname van primair fijnstof afkomstig van het Tata Steel-terrein over de tijd. Door de jaren heen lijken de verhogingen in de incidentie van medicatieverstrekking voor hoge bloeddruk, voor diabetes en voor hartaandoeningen in de *meest belaste* woongebieden rondom het Tata Steel-terrein met een kwart af te nemen. Voor medicatie voor luchtwegaandoeningen is dit niet duidelijk.

11 Referenties

Ameling C.B., et al. Gezondheid in de IJmond. Monitoring medicatieverstrekking in relatie tot luchtkwaliteit. RIVM Rapport 601357015. RIVM. 2014.

Austin P.C. (2017) *A Tutorial on Multilevel Survival Analysis: Methods, Models and Applications*. *International Statistical Review*, 85 (2), pp. 185-203.

Baliatsas C., Gerbecks J., Dückers M., IJzermans C.J. Gezondheidsproblemen in de regio IJmond: een verkenning. Utrecht: Nivel, 2021.

Dassen W., Brunekreef B., Hoek G., Hofschreuder P., Staatsen B., Groot H. de, Schouten E., Biersteker K. (1986) *Decline in Children's Pulmonary Function during an Air Pollution Episode*. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 36 (11), pp. 1223-1227.

De Jonge D. Datarapport Luchtkwaliteit IJmond meetresultaten 2017. GGD Amsterdam. 2018.

De Jonge D. Datarapport Luchtkwaliteit IJmond meetresultaten 2018. GGD Amsterdam. 2019.

De Jonge D. Datarapport Luchtkwaliteit IJmond meetresultaten 2019. GGD Amsterdam. 2020.

Dusseldorp, A., Kruize H., Brunekreef B., Hofschreuder P., De Meer G., Van Oudvorst A.B. (1995) *Associations of PM10 and airborne iron with respiratory health of adults living near a steel factory*. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 152 (6 I), pp. 1932-1939.

Elberse J., Mennen M.G., Hoogerbrugge R., Mooibroek D., Zoch J.P., Dusseldorp A., Janssen N. (2021) Tussentijdse resultaten Gezondheidsonderzoek in de IJmond. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport nr. 2021-0061.

Elberse J., Mooibroek D., Teeuwse S., Mennen M.G., Hoogerbrugge R. (2022) Onderzoek naar de herkomst van neergedaald stof en stoffen in de lucht in de IJmond regio. RIVM Briefrapport 2021-0216

EPA, 2016. *Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen. Health criteria*. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, EPA/600/R-15/068.

EPA, 2019. *Integrated Science Assessment for Particulate Matter*. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, EPA/600/R-19/188.

Geraets L., Schulpen S. (2019). Inschatting gezondheidsrisico's grafietregen Wijk aan Zee. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Brief d.d. 3 juni 2019. DOI 10.21945/RIVM-rapportage-grafietregen-wijk-aan-zee.

Gezondheidsraad. Risico's van ultrafijnstof in de buitenlucht. Den Haag: Gezondheidsraad, 2021; publicatienr. 2021/38.

Houthuijs D.J.M., Marra M., de Vries W.J., Aben J.M.M., Swart W.J.R., Schipper C.M.A. (2019) Gezondheid in de IJmond II: Monitoring medicijngebruik 2007-2015. Bilthoven: RIVM, Rapport 2019-0037.

Lijzen J.P.A. Historische immissies en depositie in de omgeving van Corus. Deelrapport 2 in de reeks rapporten over de invloed van uitstoot van Corus op de omgeving. Bilthoven: RIVM 2009 601797001.

Mennen M.G., Geraets L., Burg W. ter, Elberse J.E., Putten E.M. van, Boshuis-Hilverdink M.E., Veen N.W. van (2021). Depositieonderzoek IJmond 2020. Monsternamen, analyse en risicobeoordeling van PAK en metalen in neergedaald stof binnen- en buitenshuis in de IJmondregio. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport 2021-0110.

Opmeer J.T., Out C. Een onderzoek naar luchtwegsymptomen bij kinderen in Noord-Holland. Vakgroep Gezondheidsleer. Landbouwwuniversiteit Wageningen, 1987.

Oosterlee A., Keuken R., Zandt I. (2018a). Gezondheid in de IJmond 2016. Monitor over hinder, bezorgdheid, chronische aandoeningen in relatie tot luchtkwaliteit GGD Kennemerland, Haarlem.

Oosterlee A., Keuken R., Zandt I. (2018b). Gezondheid in de IJmond 2016. Monitor over hinder, bezorgdheid, chronische aandoeningen en medicijngebruik in relatie tot luchtkwaliteit. Samenvattende Rapportage. GGD Kennemerland, Haarlem.

Oosterlee A., Nijbroek W. (2020). Incidentie en prevalentie van kanker in de regio Kennemerland 2004-2018. GGD Kennemerland, Haarlem.

Oostvogels A., Keuken R., Zandt I., Otter M., Zee S. van der (2022a) Gezondheid in de IJmond 2020. Monitor over hinder, bezorgdheid, chronische aandoeningen in relatie tot luchtkwaliteit. GGD Kennemerland, Haarlem.

Oostvogels A., Zandt I., Otter M. (2022b) Gezondheidsmonitor IJmond III (2020) Monitor over hinder, bezorgdheid, ervaren gezondheid, chronische aandoeningen en medicijngebruik in gebieden met een verschillende belasting door fijnstof. Samenvatting van de uitkomsten van het RIVM en GGD. GGD Kennemerland, Haarlem.

Overberg R., Oosterlee A., Keuken R., Buijtendijk J., Houthuijs D., Breugelmans O., Fischer P. Gezondheid in de IJmond. Monitoring hinder, bezorgdheid en chronische aandoeningen in relatie tot luchtkwaliteit. GGD Kennemerland, 2014a.

Overberg R., Oosterlee A., Keuken R., Buijtendijk J. Gezondheid in de IJmond. Monitoring hinder, bezorgdheid, chronische aandoeningen en medicijngebruik in de IJmond. Samenvattende rapportage. GGD Kennermerland, 2014b.

Projectgroep IJmond. De invloed van verontreiniging door stof in de buitenlucht op de luchtwegen van lagere schoolkinderen in de IJmond. Wageningen: Vakgroep Gezondheidsleer. Landbouwniversiteit Wageningen, 1985.

Ruysenaars P.G., Gerlofs-Nijland M.E., Hoekstra J., Huitema M., Maas R.M., de Vries W. (2022) Monitoringsrapportage. Doelbereik Schone Lucht Akkoord. Eerste voortgangsmeting. RIVM Rapport 2021-0114.

Sauter F., Sterk M., Swaluw van der E., Wichink Kruit R., Vries de W., Pul van A. *The OPS-model. Description of OPS 5.0.0.0.* RIVM, 2020. <https://www.rivm.nl/operationele-prioritaire-stoffen-model/documentatie>

Schols E. De invloed van Corus op de luchtkwaliteit in de leefomgeving. Deelrapport 1 in de reeks rapporten over de invloed van uitstoot van Corus op de omgeving. Onderzoeksrapport. Bilthoven: RIVM, 2009 609021079.

Slobbe, L.C.J., Füssenich K., Wong A., Boshuizen H.C., Nielen M.M.J., Polder J.J., Feenstra T.L., Van Oers H.A.M. *Estimating disease prevalence from drug utilization data using the Random Forest algorithm* (2019) *European Journal of Public Health*, 29 (4), pp. 615-621.

Stockfelt L., Andersson E.M., Molnár P., Gidhagen L., Segersson D., Rosengren A., Barregard L., Sallsten G. *Long-term effects of total and source-specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden.* *Environ Res.* 2017 Oct;158:61-71.

Ten Veen P.M.H., Spreeuwenberg P., Visscher S., IJzermans C.J. Gezondheidsproblemen in de regio IJmond, zoals geregistreerd door de huisarts. Utrecht: Nivel, 2009.

Van Bruggen M. Wonen in de IJmond, ongezond? Onderzoek naar de uitstoot van Corus. RIVM Rapport 601797002. 2009:29.

Van Jaarsveld J.A., de Leeuw F.A.A.M. 1993. *OPS: An operational atmospheric transport model for priority substances.* *Environmental Software* 8:91-100.

Van de Kasstele J., Zwakhals L., Breugelmans O., Ameling C., van den Brink C. *Estimating the prevalence of 26 health-related indicators at neighbourhood level in the Netherlands using structured additive regression.* *International Journal of Health Geographics* (2017)16:23.

Van Wiechen C. 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. Bilthoven: RIVM, 2009 630006001.

Van Wiechen C., Fischer P., Marra M., Houthuijs D., Keuken R., Oosterlee A. Opties voor monitoring gezondheid in de IJmond in relatie tot luchtkwaliteit. Bilthoven: RIVM, 2011 601357005.

Weijers E.P., Vonk J. (2020) Verkennende metingen aan ultrafijn stof in het IJmondgebied. Bilthoven: RIVM, Rapport 2020-0095.

Bijlage 1 Luchtkwaliteit

Tabel A1 Gemiddelde berekende totale fijnstofconcentratie (PM_{2,5}) per kalenderjaar (in µg/m³) en de gemiddelde lineaire daling (in µg/m³ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	15,50	15,23	15,86	15,34	15,65	16,15
2006	15,24	14,98	15,59	15,08	15,39	15,85
2007	13,96	13,71	14,27	13,82	14,15	14,58
2008	13,01	12,80	13,30	12,87	13,15	13,48
2009	12,20	11,99	12,54	12,05	12,29	12,52
2010	11,92	11,70	12,26	11,79	12,05	12,34
2011	11,32	11,11	11,64	11,20	11,43	11,69
2012	10,98	10,78	11,30	10,84	11,05	11,26
2013	10,57	10,38	10,90	10,43	10,61	10,78
2014	10,17	10,00	10,48	10,04	10,23	10,41
2015	9,84	9,69	10,13	9,71	9,87	10,02
2016	9,42	9,27	9,72	9,29	9,45	9,59
2017	9,25	9,09	9,56	9,11	9,26	9,38
2018	8,99	8,84	9,28	8,86	9,02	9,16
2019	8,84	8,69	9,09	8,73	8,91	9,11
Daling/jaar	0,48	0,47	0,48	0,47	0,49	0,51

Tabel A2 Gemiddelde berekende totale stikstofdioxideconcentratie (NO_x) per kalenderjaar (in µg/m³) en de gemiddelde lineaire daling (in µg/m³ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	34,98	34,32	36,20	34,09	36,35	35,14
2006	33,83	33,22	34,98	32,94	35,09	34,00
2007	31,72	31,18	32,79	30,86	32,91	31,81
2008	30,93	30,42	31,99	30,00	32,07	31,10
2009	28,55	28,18	29,62	27,61	29,21	28,19
2010	27,91	27,42	28,86	27,08	29,01	28,12
2011	26,31	25,88	27,17	25,53	27,33	26,44
2012	25,03	24,60	25,82	24,29	26,14	25,30
2013	23,73	23,32	24,49	23,04	24,74	23,93
2014	22,55	22,18	23,21	21,92	23,53	22,87
2015	22,47	22,05	23,05	21,91	23,61	23,03
2016	21,47	21,03	22,06	20,96	22,62	22,04
2017	20,52	20,09	21,11	20,00	21,63	21,03
2018	20,11	19,66	20,68	19,56	21,28	20,93
2019	19,43	18,93	19,95	18,88	20,73	20,72
Daling/jaar	1,13	1,12	1,18	1,10	1,13	1,06

Tabel A3 Gemiddelde berekende primair fijnstofconcentratie (PFS10) afkomstig van het Tata Steel-terrein per kalenderjaar (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en de gemiddelde lineaire daling (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	0,58	0,25	0,39	0,67	1,31	2,82
2006	0,56	0,24	0,37	0,64	1,25	2,68
2007	0,60	0,25	0,39	0,69	1,37	2,96
2008	0,52	0,23	0,35	0,59	1,17	2,50
2009	0,46	0,20	0,31	0,53	1,04	2,23
2010	0,50	0,22	0,33	0,57	1,12	2,41
2011	0,46	0,20	0,31	0,53	1,03	2,21
2012	0,42	0,18	0,28	0,48	0,95	2,05
2013	0,38	0,16	0,25	0,43	0,86	1,85
2014	0,36	0,16	0,24	0,41	0,82	1,76
2015	0,34	0,15	0,23	0,39	0,76	1,63
2016	0,35	0,15	0,24	0,40	0,79	1,69
2017	0,32	0,14	0,21	0,36	0,70	1,51
2018	0,31	0,14	0,20	0,35	0,68	1,45
2019	0,35	0,15	0,23	0,40	0,78	1,67
Daling/jaar	0,02	0,01	0,01	0,03	0,05	0,10

Tabel A4 Gemiddelde berekende totale fijnstofconcentratie (PM10) per kalenderjaar (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en de gemiddelde lineaire daling (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar), naar blootstellingsgebied. Berekeningen gebaseerd op gemiddelde meteo (2005-2014)

Jaar	Totaal gebied	Blootstellingsgebied				
		1	2	3	4	5
2005	25,20	24,63	25,52	25,02	25,87	27,74
2006	24,87	24,31	25,18	24,69	25,52	27,28
2007	23,43	22,87	23,67	23,26	24,16	26,01
2008	22,28	21,81	22,52	22,11	22,89	24,45
2009	21,25	20,79	21,57	21,07	21,77	23,10
2010	20,97	20,47	21,28	20,81	21,54	23,01
2011	20,26	19,80	20,55	20,11	20,78	22,14
2012	19,82	19,38	20,12	19,66	20,29	21,53
2013	19,33	18,93	19,66	19,16	19,74	20,85
2014	18,87	18,48	19,16	18,70	19,27	20,36
2015	18,49	18,14	18,77	18,33	18,85	19,85
2016	18,01	17,65	18,31	17,85	18,38	19,39
2017	17,78	17,42	18,11	17,61	18,10	19,02
2018	17,48	17,14	17,77	17,31	17,80	18,71
2019	17,33	16,98	17,56	17,19	17,74	18,79
Daling/jaar	0,56	0,55	0,57	0,56	0,59	0,66

Bijlage 2 Selectie en populatiekenmerken van de cohorten

In deze bijlage zijn de kenmerken van de selectie en van de populatie van de zeven onderzoekspopulaties opgenomen. De volgorde van de tabellen is gelijk aan die van de hoofdstukindeling: medicatie voor hoge bloeddruk onder twintig jaar en ouder, medicatie voor diabetes onder twintig jaar en ouder, medicatie voor hartaandoeningen onder veertig jaar en ouder, medicatie voor luchtwegaandoeningen onder twintig jaar en ouder, medicatie voor luchtwegaandoeningen onder 6-19-jarigen, medicatie voor luchtwegaandoeningen onder 0-6-jarigen en medicatie voor de ziekte van Parkinson onder veertig jaar en ouder.

Tabel A2.1 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor hoge bloeddruk onder personen van twintig jaar en ouder

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	428.944	
	ontbrekend inkomen of adres	4.851	
	totaal resterend	424.093	
	persoonsjaren	3.672.994	
reden van beëindiging	verhuisd	49.710	11,7
	naar institutie	3.717	0,9
	overleden	13.648	3,2
	incidentie	98.444	23,2
	einde studie	258.574	61,0
geslacht	man	212.801	50,2
	vrouw	211.292	49,8
leeftijd (5-jaarsklassen)	20-25	89.158	21,0
	25-30	23.488	5,5
	30-35	30.392	7,2
	35-40	44.321	10,5
	40-45	47.291	11,2
	45-50	44.334	10,5
	50-55	37.257	8,8
	55-60	33.286	7,9
	60-65	28.415	6,7
	65-70	18.435	4,4
	70-75	12.056	2,8
	75-80	8.211	1,9
	80-85	4.734	1,1
	85-90	2.054	0,5
>=90	661	0,2	

Tabel A2.1 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor hoge bloeddruk onder personen van twintig jaar en ouder, vervolg

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
kalenderjaar intrede cohort	2008	357.809	84,5
	2009	5.533	1,3
	2010	5.553	1,3
	2011	6.184	1,5
	2012	6.163	1,5
	2013	6.106	1,4
	2014	5.955	1,4
	2015	5.951	1,4
	2016	5.895	1,4
	2017	6.044	1,4
	2018	6.291	1,5
2019	6.609	1,6	
migratie- achtergrond	Autochtoon	346.293	81,7
	Nederlandse Antillen	2.076	0,5
	Suriname	5.246	1,2
	Turkije	14.429	3,4
	Marokko	5.410	1,3
	Westers	37.987	9,0
	Overig niet-Westers	12.652	3,0
burgerlijke staat	Gehuwd/Partnerschap	203.744	48,0
	Ongehuwd	171.929	40,5
	Gescheiden	3.3891	8,0
	Verweduwd	14.529	3,4

Tabel A2.2 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor diabetes onder personen van twintig jaar en ouder

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	517.388	
	ontbrekend inkomen of adres	6.779	
	totaal resterend	510.609	
	persoonjaren	4.940.447	
reden van beëindiging	verhuisd	58.745	11,5
	naar institutie	10.238	2,0
	overleden	42.026	8,2
	incidentie	23.457	4,6
	einde studie	376.143	73,7
geslacht	man	249.595	48,9
	vrouw	261.014	51,1
leeftijd (5-jaarsklassen)	20-25	91.672	18,0
	25-30	23.968	4,7
	30-35	31.213	6,1
	35-40	46.008	9,0
	40-45	50.250	9,8
	45-50	49.372	9,7
	50-55	44.502	8,7
	55-60	43.091	8,4
	60-65	40.462	7,9
	65-70	28.948	5,7
	70-75	22.731	4,5
	75-80	18.664	3,7
	80-85	12.311	2,4
	85-90	5.726	1,1
	>=90	1.691	0,3
kalenderjaar intrede cohort	2008	442.340	86,6
	2009	5.722	1,1
	2010	5.753	1,1
	2011	6.406	1,3
	2012	6.370	1,3
	2013	6.322	1,2
	2014	6.177	1,2
	2015	6.121	1,2
	2016	6.024	1,2
	2017	6.177	1,2
	2018	6.443	1,3
	2019	6.754	1,3
migratie-achtergrond	Autochtoon	421.903	82,6
	Nederlandse Antillen	2.311	0,5
	Suriname	5.990	1,2
	Turkije	15.798	3,1
	Marokko	5.508	1,1
	Westers	45.555	8,9
	Overig niet-Westers	13.544	2,7
burgerlijke staat	Gehuwd/Partnerschap	258.334	50,6
	Ongehuwd	181.131	35,5
	Gescheiden	42.341	8,3
	Verweduwd	28.803	5,6

Tabel A2.3 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor hartaandoeningen onder personen van veertig jaar en ouder

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	411.798	
	ontbrekend inkomen of adres	4.464	
	totaal resterend	407.334	
	persoonjaren	3.675.454	
reden van beëindiging	verhuisd	26.149	6,4
	naar institutie	6.840	1,7
	overleden	25.209	6,2
	incidentie	58.819	14,4
	einde studie	290.317	71,3
geslacht	man	194.279	47,7
	vrouw	213.055	52,3
leeftijd (5-jaarsklassen)	40-45	147.114	36,1
	45-50	49.550	12,2
	50-55	44.621	11,0
	55-60	43.229	10,6
	60-65	40.521	10,0
	65-70	28.568	7,0
	70-75	21.693	5,3
	75-80	16.662	4,1
	80-85	10.037	2,5
	85-90	4.252	1,0
	>=90	1.087	0,3
kalenderjaar intrede cohort	2008	310.687	76,3
	2009	9.890	2,4
	2010	10.584	2,6
	2011	10.153	2,5
	2012	9.743	2,4
	2013	9.354	2,3
	2014	8.383	2,1
	2015	8.037	2,0
	2016	7.597	1,8
	2017	7.703	1,9
	2018	7.517	1,8
2019	7.686	1,9	
migratie achtergrond	Autochtoon	338.499	83,1
	Nederlandse Antillen	1.628	0,4
	Suriname	4.450	1,1
	Turkije	9.958	2,4
	Marokko	3.775	0,9
	Westers	39.491	9,7
	Overig niet-Westers	9.533	2,3
burgerlijke staat	Gehuwd/Partnerschap	263.184	64,6
	Ongehuwd	73.168	18,0
	Gescheiden	45.074	11,1
	Verweduwd	25.908	6,4

Tabel A2.4 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor
luchtwegaandoeningen onder personen van twintig jaar en ouder

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	486.745	
	ontbrekend inkomen of adres	6.818	
	totaal resterend	479.927	
	persoonjaren	4.355.511	
reden van beëindiging	verhuisd	51.966	10,8
	naar institutie	9.414	2,0
	overleden	33.664	7,0
	incidentie	72.972	15,2
	einde studie	311.911	65,0
geslacht	man	238.916	49,8
	vrouw	241.011	50,2
leeftijd (5- jaarsklassen)	20-25	85.689	17,9
	25-30	22.453	4,7
	30-35	28.984	6,0
	35-40	42.599	8,9
	40-45	46.583	9,7
	45-50	45.897	9,6
	50-55	41.498	8,7
	55-60	40.793	8,5
	60-65	38.869	8,1
	65-70	27.868	5,8
	70-75	21.888	4,6
	75-80	17.876	3,7
	80-85	11.793	2,5
	85-90	5.498	1,2
	>=90	1.639	0,3
kalenderjaar intrede cohort	2008	416.137	86,7
	2009	5.342	1,1
	2010	5.337	1,1
	2011	5.895	1,2
	2012	5.927	1,2
	2013	5.874	1,2
	2014	5.787	1,2
	2015	5.761	1,2
	2016	5.652	1,2
	2017	5.809	1,2
	2018	6.072	1,3
	2019	6.334	1,3
migratie- achtergrond	Autochtoon	396.213	82,6
	Nederlandse Antillen	2.173	0,5
	Suriname	5.750	1,2
	Turkije	14.869	3,1
	Marokko	5.421	1,1
	Westers	42.621	8,9
	Overig niet-Westers	12.880	2,7
burgerlijke staat	Gehuwd/Partnerschap	243.415	50,7
	Ongehuwd	169.973	35,4
	Gescheiden	38.862	8,1
	Verweduwd	27.677	5,8

Tabel A2.5 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor
luchtwegaandoeningen onder (school)kinderen, jongeren en jongvolwassenen
tussen de zes en negentien jaar

Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	169,935	
	ontbrekend inkomen of adres	1,130	
	totaal resterend	168,805	
	persoonjaren	1,054,656	
reden van beëindiging	leeftijdscriterium	66,278	39,3
	verhuisd	14,354	8,5
	naar institutie	280	0,2
	overleden	87	0,1
	incidentie	13,167	7,8
	einde studie	74,639	44,2
geslacht	man	85,587	50,7
	vrouw	83,218	49,3
leeftijd	6	78,530	46,5
	7	7,095	4,2
	8	7,125	4,2
	9	7,171	4,3
	10	6,972	4,1
	11	6,856	4,1
	12	6,931	4,1
	13	7,223	4,3
	14	7,215	4,3
	15	7,222	4,3
	16	7,374	4,4
	17	7,265	4,3
	18	6,299	3,7
19	5,527	3,3	
kalenderjaar intrede cohort	2008	97,205	57,6
	2009	6,770	4,0
	2010	6,835	4,1
	2011	6,696	4,0
	2012	6,585	3,9
	2013	6,351	3,8
	2014	6,401	3,8
	2015	6,422	3,8
	2016	6,544	3,9
	2017	6,490	3,8
	2018	6,259	3,7
2019	6,247	3,7	
migratie- achtergrond	Autochtoon	131,848	78,1
	Nederlandse Antillen	1,106	0,7
	Suriname	2,485	1,5
	Turkije	7,725	4,6
	Marokko	4,180	2,5
	Westers	12,319	7,3
	Overig niet-Westers	9,142	5,4

Tabel A2.6 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor
luchtwegaandoeningen onder baby's, peuters en kleuters van nul tot zes jaar

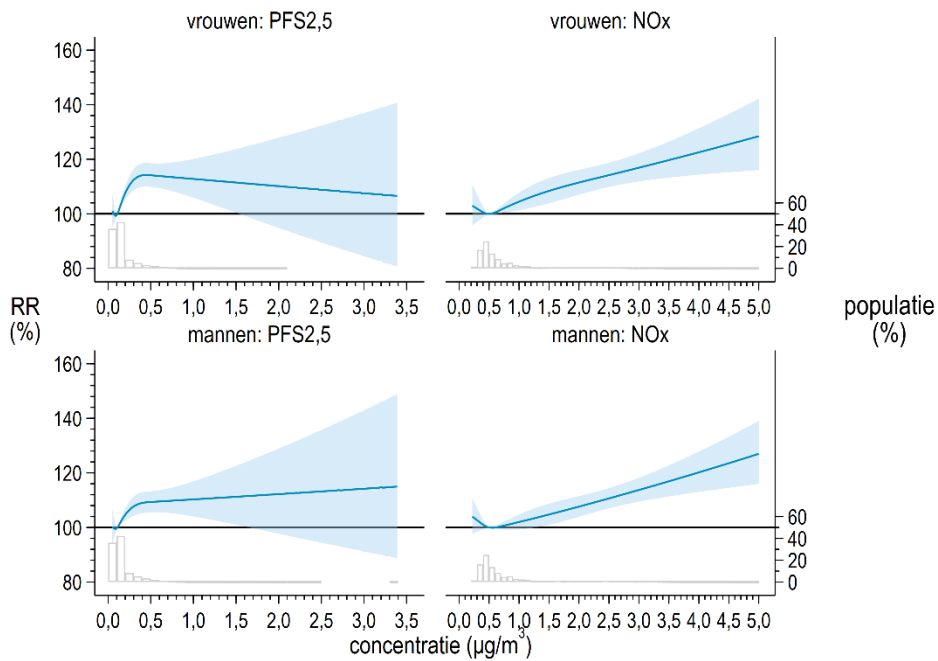
Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	125,496	
	ontbrekend inkomen of adres	3,311	
	totaal resterend	122,185	
	persoonjaren	490,862	
reden van beëindiging	leeftijdscriterium	60,476	49,5
	verhuisd	7,953	6,5
	naar institutie	40	0,0
	overleden	66	0,1
	incidentie	26,065	21,3
	einde studie	27,585	22,6
geslacht	man	62,015	50,8
	vrouw	60,170	49,2
leeftijd	0-12 mnd	75,145	61,5
	12-24 mnd	14,494	11,9
	24-36 mnd	9,110	7,5
	36-48 mnd	5,043	4,1
	48-60 mnd	5,758	4,7
	60-72 mnd	6,361	5,2
	72-84 mnd	6,274	5,1
kalenderjaar intrede cohort	2008	42,961	35,2
	2009	7,918	6,5
	2010	8,043	6,6
	2011	7,806	6,4
	2012	7,781	6,3
	2013	7,676	6,3
	2014	7,972	6,5
	2015	7,941	6,5
	2016	8,177	6,7
	2017	7,968	6,5
2018	7,942	6,5	
migratie- achtergrond	Autochtoon	89,561	73,3
	Nederlandse Antillen	834	0,7
	Suriname	1,644	1,4
	Turkije	4,846	4,0
	Marokko	3,948	3,2
	Westers	11,117	9,1
	Overig niet-Westers	10,235	8,4

Tabel A2.7 Selectie en populatiekenmerken voor medicatie voor de ziekte van Parkinson onder personen van veertig jaar en ouder

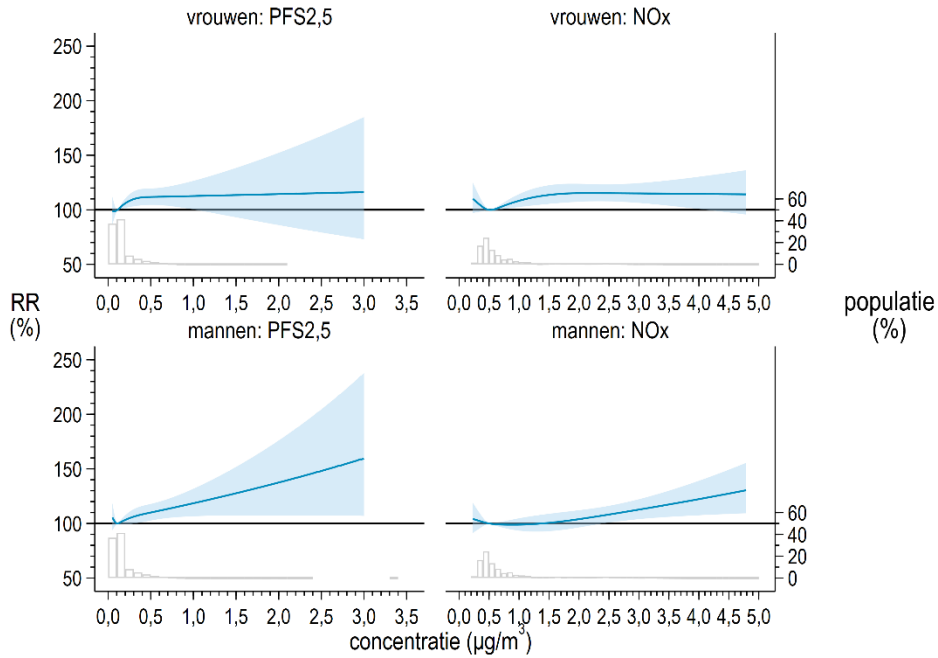
Omschrijving	Categorie	Aantal	%
selectie van studiepopulatie	start aantal	428,409	
	ontbrekend inkomen of adres	5,907	
	totaal resterend	422,502	
	persoonjaren	3,731,406	
reden van beëindiging	verhuisd	25,796	6,1
	naar institutie	10,807	2,6
	overleden	50,436	11,9
	incidentie	3,763	0,9
	einde studie	331,703	78,5
geslacht	man	201,763	47,8
	vrouw	220,742	52,3
leeftijd (5-jaarsklassen)	40-45	138,852	32,9
	45-50	50,070	11,9
	50-55	45,728	10,8
	55-60	45,137	10,7
	60-65	43,246	10,2
	65-70	31,594	7,5
	70-75	25,288	6,0
	75-80	20,895	5,0
	80-85	13,643	3,2
	85-90	6,288	1,5
	>=90	1,764	0,4
kalenderjaar intrede cohort	2008	33,4197	79,1
	2009	9,902	2,3
	2010	10,566	2,5
	2011	10,073	2,4
	2012	9,683	2,3
	2013	9,292	2,2
	2014	8,322	2,0
	2015	7,969	1,9
	2016	7,508	1,8
	2017	7,585	1,8
2018	7,408	1,8	
migratie-achtergrond	Autochtoon	353,127	83,6
	Nederlandse Antillen	,1574	0,4
	Suriname	4,484	1,1
	Turkije	10,056	2,4
	Marokko	3,635	0,9
	Westers	40,477	9,6
	Overig niet-Westers	9,152	2,2
burgerlijke staat	Gehuwd/Partnerschap	273,235	64,7
	Ongehuwd	70,645	16,7
	Gescheiden	46,605	11,0
	Verweduwd	32,020	7,6

Bijlage 3 Relaties tussen de incidentie en de luchtkwaliteit

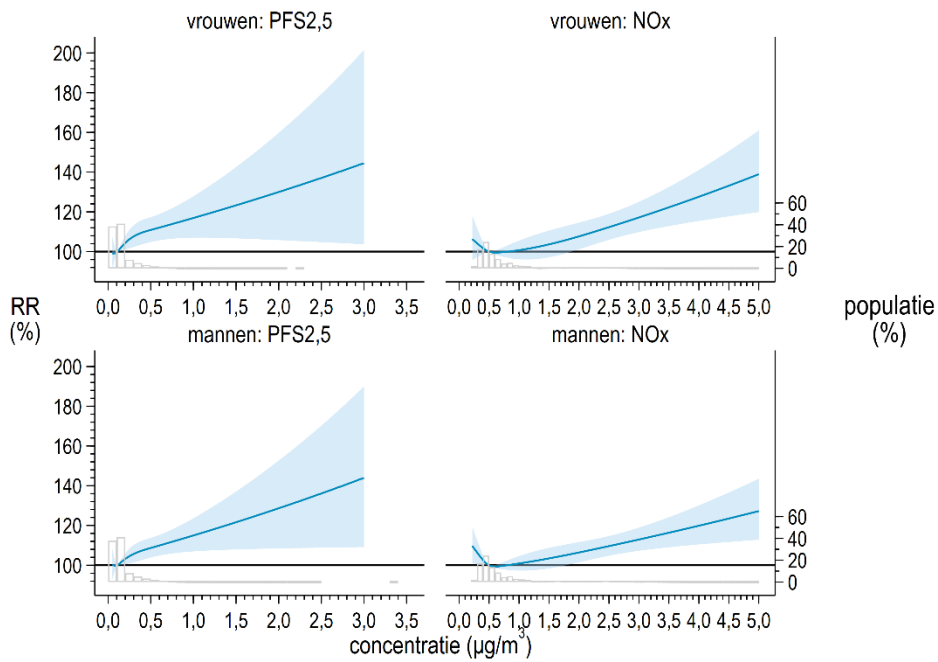
In deze bijlage zijn de relaties tussen de incidentie van de verschillende medicatiegroepen en de concentratiebijdragen aan PFS_{2,5} en NO_x van het Tata Steel-terrein voor vrouwen en mannen weergegeven. De relaties zijn gecorrigeerd voor individuele demografische en sociaaleconomische factoren, buurtkenmerken, omgevingsgeluid (uitgezonderd voor luchtwegaandoeningen) en voor de overige blootstelling aan fijnstof (PM_{2,5}) en NO_x op het woonadres. De grijze balkjes in de figuren geven de verdeling van de populatie (in procenten) over de concentraties weer.



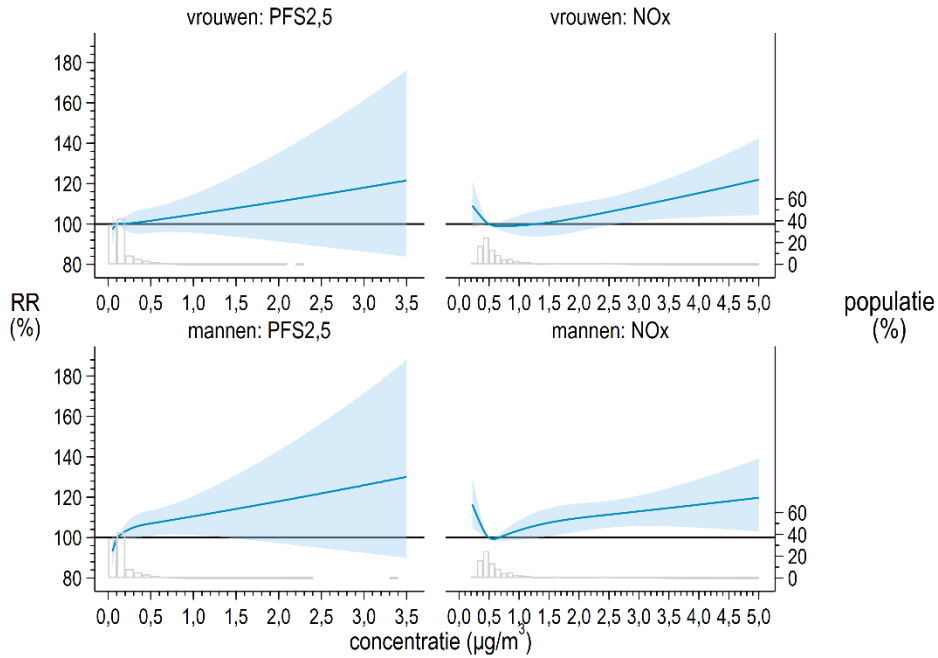
Figuur A1 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor hoge bloeddruk in de periode 2008-2019 onder vrouwen (boven) en mannen (onder) ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS_{2,5} (links) of aan NO_x (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



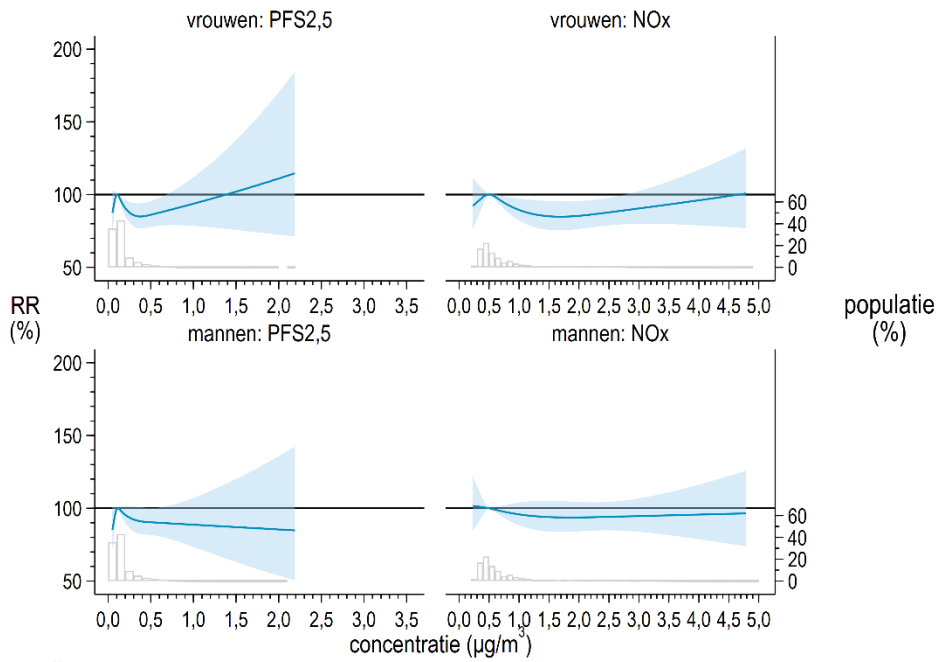
Figuur A2 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor diabetes in de periode 2008-2019 onder vrouwen (boven) en mannen (onder) ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



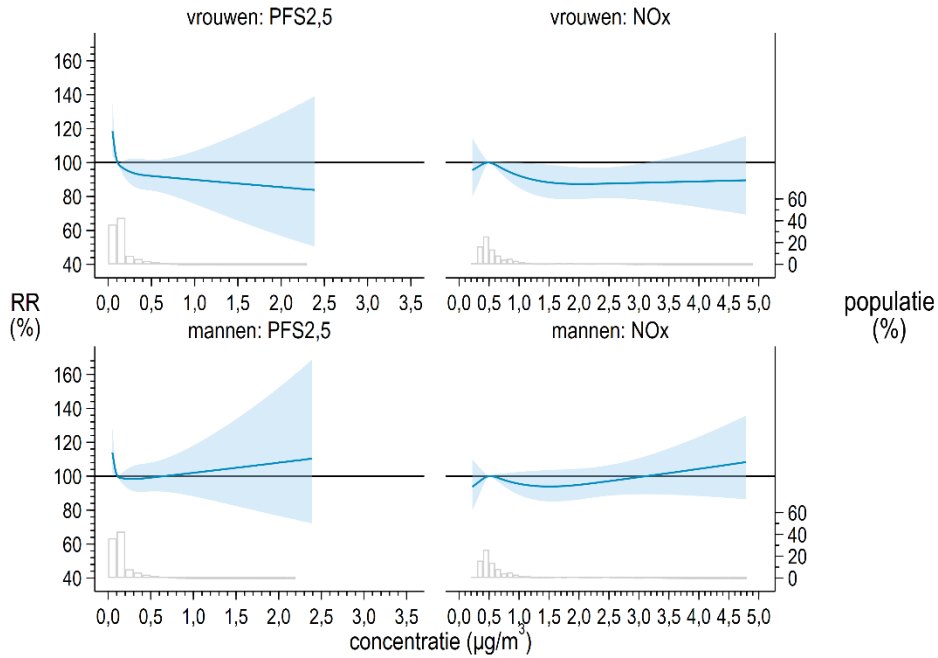
Figuur A3 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor hartaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen (boven) en mannen (onder) ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



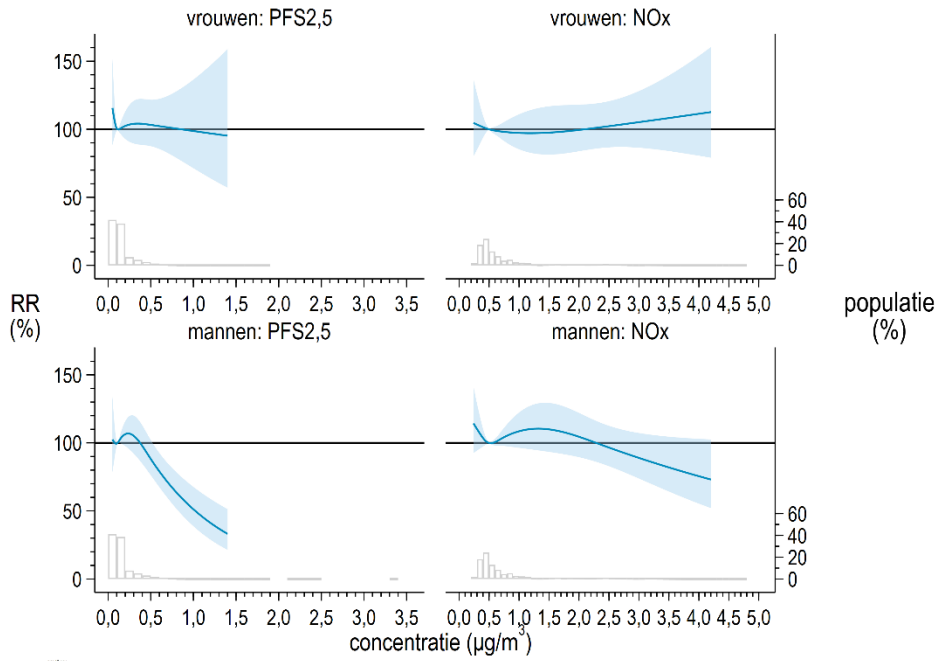
Figuur A4 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder vrouwen (boven) en mannen (onder) ouder dan twintig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



Figuur A5 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes en jonge vrouwen (boven) en onder jongens en jonge mannen (onder) tussen de zes en negentien jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



Figuur A6 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor luchtwegaandoeningen in de periode 2008-2019 onder meisjes (boven) en jongens (onder) jonger dan zes jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres



Figuur A7 Relatie tussen de incidentie van medicatie voor de ziekte van Parkinson in de periode 2008-2019 onder vrouwen (boven) en mannen (onder) ouder dan veertig jaar en de concentratiebijdrage aan PFS2,5 (links) of aan NOx (rechts) van het Tata Steel-terrein op het woonadres

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag